

北海道におけるトドマツノハダニの生態

秋 田 米 治⁽¹⁾Yoneji AKITA: Biological Studies of the Common Conifer Spider Mite,
Oligonychus ununguis JACOBI (Acarina: Tetranychidae)

要 旨: トドマツノハダニは多食性で多くの樹種を加害するが、北海道ではとくに苗畑のトドマツ稚苗に大きな被害がみられ、最近はその幼齡造林地にもかなりの被害が散見されるようになってきている。札幌付近では年に6世代前後経過し、卵、幼体、亜成体ともに温度の上昇にともない発育期間は短縮するが、成体期間および産卵数は各世代の間にあまり差はみられない。越冬卵はふつう8月下旬ころから出現しはじめる。この休眠卵の出現には日長時間が大きく関係し、温度 10~20°C の場合、日長 13 時間前後になると 70% 以上が休眠卵となる。ただし、餌の条件が悪化すると、6月の長日下でも越冬卵の出現が認められる。単為生殖、両性生殖ともに行なわれるが、前者からは雌しか生じない。性比は各世代間で大きな差がみられず、全体を平均すると、♂ 1: ♀ 3.75 であった。1本の木におけるこのハダニの分布は、温度、日射、葉の年齢、寄生密度によって異なるが、個体数密度の最も高まる8月中旬の調査結果では、方位間では差がみられなかったが、上部ほど密度が高かった。個体数は春から夏にかけて増大、秋には減少するというほぼ山型の季節的変動をする。いずれの世代も幼体、亜成体の死亡(移動を含む)が目立ち、とくに低湿度の場合、卵のふ化率が低下し死亡率が高まる。また施肥との関係では、完全肥料(+N,P,K.)および+Nで個体数が増大する傾向が認められた。

I ま え が き

トドマツノハダニ *Oligonychus ununguis* JACOBI は北海道の主要な樹種トドマツを加害し、成長の減退、樹勢の衰弱、ときには枯死をまねき、とくに稚樹、幼樹に大きな被害を与えている。

本種の種名は 1954 年までは *Tetranychus* sp. で代表され、俗にアカダニ、トウヒノハダニ、ハダニなどと呼ばれた。そのため、同定に際して混乱する不便があった。

江原は 1954 年これを整理し、学名を *Paratetranychus inouei* EHARA、和名をトドマツノハダニとしたが、その後再検討の結果、1962 年に学名を *Oligonychus ununguis* JACOBI と改めた。

本種の被害は戦前はほとんど問題にされなかったようであるが、戦後から注目されはじめ、昭和 30 年(1955) ころから苗畑害虫(本種は正しくいえばダニ目に属する動物であるが、類似した被害など實際上昆虫同様に扱われている)として分布面積からは第 1 位を占め(北海道森林病虫害統計)、最近では道内ほとんどの苗畑でその被害が恒常化し、駆除のため毎年数回の薬剤防除が行なわれてきている。

また、造林地や天然林の稚幼樹にも寄生がみられ、とくに造林地ではこれまでの実態調査(道南、道央、道東)から、本道のトドマツ造林地全般に分布していると推測される。そして、今後その被害が問題化するのではないかとみられ、注目されている。

ハダニの防除としては一般に薬剤防除が考えられ、苗畑のように限られた面積の場合、この薬剤防除で一応目的は達せられる。しかし、広大な造林地となると、十分な防除は不可能となってくる。また、薬剤使用の増加は果樹園などにみられるように、かえって被害が増大してくるということも考えられ、薬剤防除だけにたよれないという懸念がある。

1970 年 9 月 16 日受理

(1) 北海道支場

この防除法の確立のためには、まず、ハダニの生態を明らかにする必要があるが、これまでの本種の生態に関する研究はきわめて少なく、防除の指針が不明であった。

筆者は1963年からこの研究に着手し、北海道における本種の生活史、習性、分布、季節変動などについて知見を得たので報告する。

この研究を行なうにあたり、ご指導を受けた林業試験場北海道支場 余語昌資保護部長、山口博昭昆虫研究室長、ならびに昆虫研究室の各位に厚く感謝する。

II 加害樹種および分布

本邦において確認された加害樹種および分布は次のとおりである（江原，1959，1964）。

加害樹種

針葉樹

Abies 属：トドマツ *Abies sachalinensis* MASTERS

モミ *A. firma* SIEB. et ZUCC.

Picea 属：エゾマツ *Picea jezoensis* CARR.

アカエゾマツ *P. glehnii* MASTERS

トウヒ *P. j.* var. *hondoensis* REHDER

Pinus 属：クロマツ *Pinus thunbergii* PARLAT.

アカマツ *P. densiflora* SIEB. et ZUCC.

Chamaecyparis 属：ヒノキ *Chamaecyparis obtusa* SIEB. et ZUCC.

広葉樹

ク　　リ *Castanea crenata* SIEB. et ZUCC.

カ　シ　ワ *Quercus dentata* THUNB.

ミズナラ *Q. mongolica* var. *grosseserrata* REHD. et WILS.

コ　ナ　ラ *Q. serrata* THUNB.

以上、本種の加害樹種は年々増えてきているが、この他の同属の樹種にも本種と思われるものを見ているので、今後、さらに新たな寄主が発見される可能性がある。

分　　布

北海道、本州（神奈川、兵庫）、四国、九州。

北海道内では道北地方は未調査であるが、その他の地域では、南は函館地方、東は中標津地方まで広くその分布が確認されている。

垂直分布としては、これまでの調査から道央では海拔約 800 m までみられる。

III 形　　態

各ステージの大きさ、体形は Fig. 1, Table 1 のとおりである。各ステージは体形と体幅によって区別できる。

卵には夏卵と冬卵があり、冬卵は鮮赤色で、直径、厚さが夏卵よりやや大きい。夏卵は橙色、黄色、赤褐色、赤色（主として第1世代）、乳白色である。また卵色は産卵当時は濃色であるが、しだいに薄色と

なる。

幼体は3対の脚を有し、初めは鮮明な紅色であるが、その後樹液の吸収により緑色を呈し、ついで成体に類似した赤褐色となる。

第1ニフは、4対の脚を有する。この4対の脚は頭部から3番目の第3対の後に出てくる。この時期の体色変化は幼体に似る。斑もこの時期から明りょうとなってくる。

第2ニフとなると、雌体と雄体（=雄成体となる）が区別される。この雌体のみが第3静止期を経て雌成体となる。

雄成体の体形は、後半部が逆三角形にとがっている。このとがった部分に交尾器を有する。大きさは雌成体より細く短い。

雌成体の体形は、第2ニフ時期よりいっそう丸みを増す。体色変化は脱皮当時は明るい茶褐色であるが、しだいに緑がかった黒色、ついで前体部（橙色）と脚（橙色）を残して、全体が黒褐色となる。交尾

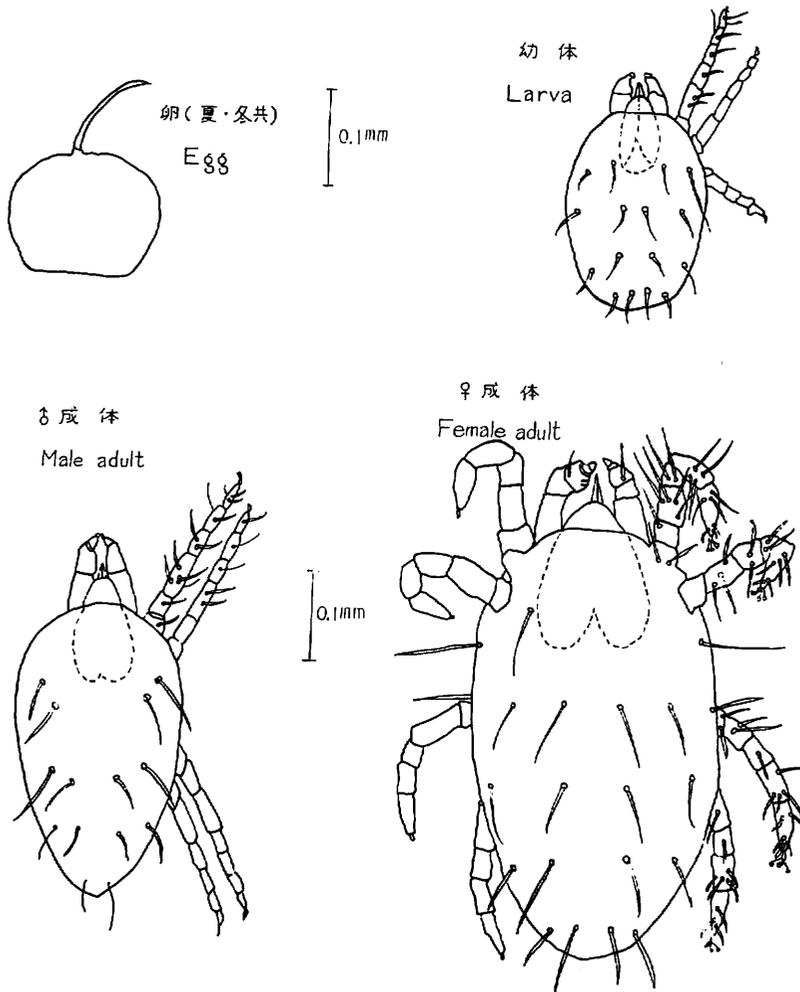


Fig. 1 トドマツノハダニの外部形態
Each stage of *Oligonychus ununguis* JACOBI.

Table 1. 各ステージの大きさ
Size of each stage

発 育 期 Development stage	直 径 Diameter (mm)		厚 さ Thickness (mm)		備 考 Remarks	
	夏 卵 Summer egg	0.11		0.07		橙または黄色 Orange or yellow
冬 卵 Winter egg	0.13		0.08		鮮 赤 色 Bright red	

発 育 期 Development stage	体 長 Length (mm)		体 幅 Width (mm)		備 考 Remarks	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
幼 虫 期 Larva	0.13~0.14		0.07~0.12		3 本 脚 Three pairs of legs	
第 1 静 止 期 Nymphochrysalis	0.14~0.15		0.12~0.13			
第 1 ニ ヲ フ 期 I nymph	0.16~0.20		0.13~0.16		4 本 脚 Four pairs of legs	
第 2 静 止 期 Deutochrysalis	0.21~0.22		0.16~0.17			
第 2 ニ ヲ フ 期 II nymph	0.23~0.28	↓	0.18~0.19	↓	4 本 脚 Four pairs of legs	↓
第 3 静 止 期 Telochrysalis	0.28~0.31	↓	0.19~0.20	↓		↓
成 虫 期 Adult	0.33~0.39	0.22~0.27	0.22~0.26	0.17~0.18	卵 型 Oval	逆三角形 Contrary triangle

器は後体部の下腹中央に位置する。

第1脚は幼体，亜成体，成体ともに6節からなる。毛は体と脚に生じ，細いものと太いものがあるが，その配列，本数は省略した〔詳細は江原（1964）を参照〕。

IV 被害の概要

本種の寄生は大径木にもみられるが，5，6年生以下の幼樹，稚苗に被害が大きい。

本種による被害は幼体，亜成体，成体の樹液の吸収によっておこり，第1世代の加害のはじまりは，ちょうどトドマツ新芽の開葉期と一致し，札幌付近では5月10日ころである。

個体数が急激に増加する7月から8月には，針葉が黄変し被害が目だってくる。9月にはいってからは個体数は急に減少してくる。

被害の影響はトドマツの成長時期によって違いがみられる。本道におけるトドマツの樹高成長期は6月～7月ころであるが，この時期に加害を受けたものは影響が強く現われるが，その後の直径成長期にはいると前者ほどではなく，回復の目だつのが見られる。また，被害は二次的に病虫害や干害，霜害，寒害などの誘因となることも考えられる。

1. 被害徴候

被害徴候としては，まず，ハダニが針のような口器で緑色の針葉から樹液を吸収するために生じるこん

跡がある。このこん跡は、はじめ黄色で後に灰白色の斑点となってみえてくる。この斑点がしだいに多くなると葉は変色し、全体が黄褐色、サビ色を呈する。そして、ついには本来の緑色をまったく失なって落葉する。また、これらに付随して、卵殻、脱皮殻、排せつ物などが、張りめぐらされたクモの巣状の網にみられ、いっそう本種の寄生が明らかになる。

吸収こんのあらわれ方は、1枚の葉では葉のつけ根の方から始まり、しだいに先端部に向かう。1本の木(幼樹)では上部から下部に向かう。

2. トドマツ苗木の成長に及ぼす影響

4年生苗木では無寄生のものと、かなりの寄生を受けたものとは、1年間に、樹高成長で45%、材積成長で40~50%のおくれがみられた(秋田, 1963)。

V 生 活 史

調査方法・調査地

生態の調査は野外観察と野外に類似させた条件の室内での個体飼育によった。野外調査地は道南、道央、道東、札幌近隣の造林地、天然林、苗畑と、支場構内の苗畑などである。

個体飼育はよく水洗いした5~7cmの実生トドマツ苗木を鉢植えし、外気を流通させた飼育室に置いたものと、直径2cm×長さ5cmの水をみたしたガラス管に苗木をさし、2つに割ったコルクせんで両方からはさんで固定したものを用いた(温湿度の影響の試験に使用)。ハダニの發育についてこの両者には差はないように見うけられた。

個体数調査は、樹高45cmくらい、5年生のトドマツ鉢植を飼育室に置き、全数調査によって行なった。

1. 生活環と發育・繁殖経過

トドマツノハダニは卵で越冬し、札幌付近では5月上旬~中旬に第1世代がふ化する。これらの生活環はFig. 2のように、年間6世代前後みられる。なお、この世代数は食物、温度、日長の各条件の良い環境で飼育すると、幾世代にもおよぶ可能性がある。

これらの個体数は6月下旬まで徐々に増加し、7月上旬~中旬に最初の小さな山に達する。その後は急激に増加し、8月上旬~中旬にピークに達する。8月下旬~9月上旬にはいると急激に減少してくる。

1) ふ 化

越冬卵(冬卵)がふ化するのは、札幌付近の苗畑ではTable 2のように、通常5月10日前後であるが、1965年のように、約10日くらい遅れる例もみられている。また、日射の少ない針葉樹林内では、苗畑より20日くらい遅れてふ化する。このようにふ化に違いを生じるのは、その年や場所の温度の影響によるものと思われる。

越冬卵のふ化開始について、越冬期間中毎月野外から卵を採集し、15°Cで自然光の条件下で調べてみたところ、1月からふ化できる状態にあることが知られた(Table 3)。有効温度は有効積算温度の公式を用い、 $(15-k) \cdot 17 = (20-k) \cdot 10$ 、 $\therefore k = 7.1^\circ\text{C}$ (ふ化低限界温度)、 $K = 129$ (日度)が求められた。そこで7°C以上の現われる本道の温度分布をみたところ、4月以後であった。このことから本道においては、越冬卵のふ化への準備は4月から始まっていると考えられる。

第2世代以後のふ化についてはTable 4のとおりである。ふ化に要した日数は、産卵させた実生苗木を、

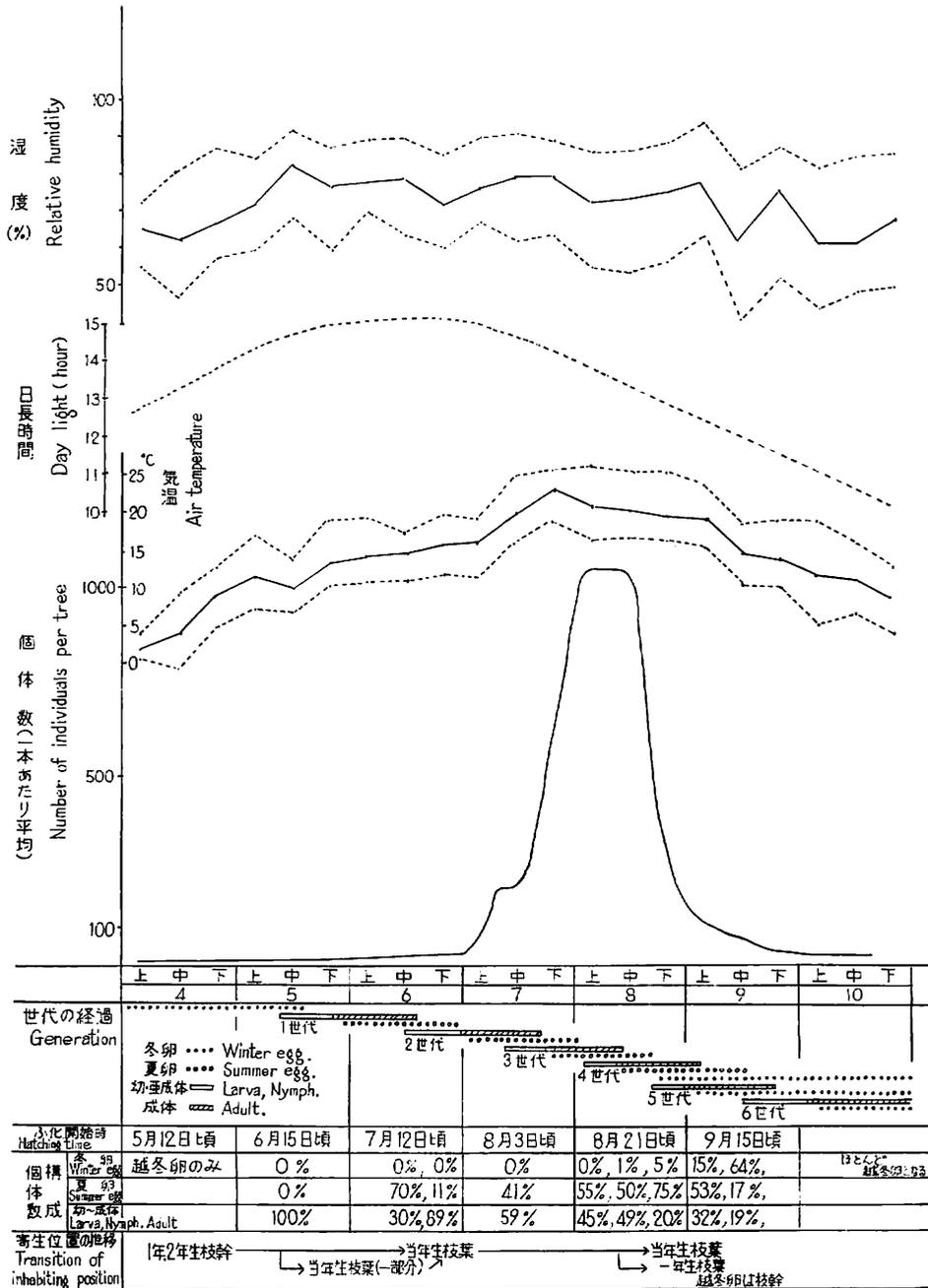


Fig. 2 札幌におけるトドマツノハダニの季節消長, 世代経過, 寄生部位の変化と気象条件 (1967年)
Life cycle and seasonal population change of *Oligonychus ununguis* JACOBI in Sapporo along with weather data.

Table 2. 越冬卵のふ化時期と気象条件 札幌 (1961~66年)
Hatching time of the winter eggs along with mean temperature and monthly precipitation

年 度 Year	ふ化時期 Hatching time	1 月 January		2 月 February		3 月 March		4 月 April		5 月 May		備 考 Remarks
		平均 温度 Mean temp.	降水 総量 Am. of pre- cipita- tion									
1961	5.10 ~5.17	-6.2	75.8	-4.0	105.0	0.0	72.2	7.4	30.4	12.5	102.0	普通の年 Moderate
1962	5.8 ~5.17	-3.6	135.3	-3.9	68.4	-0.8	91.8	8.4	69.9	12.7	20.8	普通の年 Moderate
1963	5.9 ~5.16	-4.7	68.2	-2.9	60.4	1.1	62.0	6.6	94.0	12.9	73.3	普通の年 Moderate
1964	5.8 ~5.16	-3.8	98.1	-6.1	119.2	0.2	38.0	6.2	112.5	12.7	69.1	普通の年 Moderate
1965	5.17 ~5.24	-2.5	118.0	-4.3	163.0	-1.3	97.0	4.9	56.0	12.3	28.0	低温の年 Cold
1966	5.12 ~5.18	-4.7	181.0	-3.8	74.0	0.8	143.0	5.4	75.8	12.2	43.3	普通の年 Moderate

Table 3. 自然状態におかれた越冬卵のふ化実験 (休眠覚醒時期)
The result of hatching test against the winter eggs collected
at various time of the hibernation period

処 理 Treatment	10 月 Oct.	11 月 Nov.	12 月 Dec.	1 月 Jan.	2 月 Feb.	3 月 Mar.	4 月 Apr.
24°C, 24 時間照明 Light per day	16/80	17/240	0/200	7/80	23/160	100/240	43/53
15°C, 自然光 Natural light-length	—	—	—	50/60	60/100	170/210	48/50

備 考 ふ化率 = ふ化した卵数 / 供試卵数
Remarks Number of eggs hatched / Number of eggs tested

外気を流通させた飼育室におき毎日の観察で調べた。

その結果、第2世代は平均 18.2 日、第3世代 11.1 日、第4世代 10.6 日、第5世代 8.1 日、第6世代 14.3 日であり、最長は第2世代の 19 日、最短は第5世代の 7 日であった。世代内のバラツキは第2世代 3 日、第3世代 2 日、第 4~6 世代 1 日であった。卵期は温度が高まるにつれ短くなってきている。

2) 幼・亜成体期間 (便宜上、幼体から第3 静止期までとする)

要した期間はふ化直後から継続飼育したものから求めた。結果は Table 4 に示されるように、第1世代平均 13.5 日、第2世代 14.2 日、第3世代 10.3 日、第4世代 8.7 日、第5世代 8.6 日、第6世代 17.0 日で、最長は第6世代の 18 日、最短は第5世代の 8 日であった。世代内のバラツキは各世代で、1~2 日であった。幼・亜成体期間は卵期とおなじように、温度が高まるにつれ短くなってきている。

静止期からぬけでるのは♂より♀より少し早い傾向がある。

3) 成体期間 (♀) と産卵数

要した期間は前者の継続飼育で求めたが、さらに供試個体を増した。

第3 静止期をすぎると新成体となるが、すぐに産卵するには至らないで、一定の産卵前期があり、この

Table 4. 各世代の発育期間・寿命・産卵数
The period of each stage and fecundity in each generation

世代 Generation		第 1 世代 1st generation		第 2 世代 2nd generation		第 3 世代 3rd generation		第 4 世代 4th generation		第 5 世代 5th generation		第 6 世代 6th generation		備 考 Remarks
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
ふ 化 時 期 Hatching time		5月12日ごろ about May 12		6月15日ごろ about June 15		7月12日ごろ about July 12		8月3日ごろ about August 3		8月21日ごろ about August 21		9月15日ごろ about September 15		1967年 (): Mean ~ : Range
卵 期 間 Egg period				5例 16~19日 (18.2)		6例 10~12日 (11.1)		5例 10~11日 (10.6)		7例 7~9日 (8.1)		3例 14~15日 (14.3)		
幼 虫 期 Larva 幼・亜成体 Larva~Nymph period	幼 虫 期 Larva	4例 (Samples) 2~3日 (day)		2~3		2		1~2		1~2		2~3		
	第 1 静 止 期 Nymphochrysalis	2		2		1~2		1~2		1		2~3		
	第 1 ニ ヲ フ 期 I nymph	2		2		1~2		1~2		1~2		2~3		
	第 2 静 止 期 Deutochrysalis	2		2		1~2		1~2		1		2~3		
	第 2 ニ ヲ フ 期 II nymph	2		2~3		1~2		1		1		2~3		
	第 3 静 止 期 Telochrysalis	2~3		2~3		2		1		1~2		3		
	計 Total (平均: Mean)	13~14 (13.5)	3例 8~9	4例 14~15 (14.2)	3例 8~9	10~11 (10.3)	4例 7~8	8~10 (8.7)	4例 6~7	8~9 (8.6)	4例 5~6	16~18 (17.0)	3例 10~12	
成 体 期 Adult period	産 卵 前 期 間 Preoviposition period	10例 2~3 (2.5)		11例 2~3 (2.5)		10例 2		20例 1~2 (1.5)		18例 2		3~4 (3.5)		
	産 卵 期 間 Oviposition period	11~25 (20.1)		12~26 (19.7)		17~22 (19.2)		13~37 (20.9)		12~50 (22.4)		不明		
	♀ と ♂ の 成 虫 期 間 Adult period	13~27 (22.6)	5~10	14~28 (22.2)	10~17	19~24 (21.2)	12~22	14~38 (22.4)	9~23	14~52 (24.4)	6~15		不明	
	産 卵 数 Number of eggs laid	13~26 (18.0)		14~25 (19.9)		16~30 (22.5)		14~37 (22.5)		9~35 (19.0)				
	1日あたり平均産卵数 Mean number of eggs laid per day	0.62 ~1.42 (0.93)		0.54 ~1.72 (1.02)		0.88 ~1.76 (1.18)		0.56 ~1.57 (1.13)		0.37 ~2.05 (0.92)				

後から産卵期にはいる。これらは Table 4 のとおりで、産卵前期は春 2~3 日、夏 1~2 日、秋 3~4 日であった。産卵期間は第 1 世代 11~25 日、平均 20.1 日であった。そして、産卵前期+産卵期間=成体期間、あるいは成体寿命となるが、これは平均値で示すと、第 1 世代では $2.5+20.1=22.6$ 日となる。その後の世代については、第 2 世代 $2.5+19.7=22.2$ 日、第 3 世代 $2.0+19.2=21.2$ 日、第 4 世代 $1.5+20.9=22.4$ 日、第 5 世代 $2.0+22.4=24.4$ 日となっている。

以上から、各世代の♀成体寿命は 21~25 日、平均 23 日くらいと思われる。なお最短は 13 日、最長は 52 日間であったが、最短のものはなんらかの原因で死亡したものと考えられ、最長には日長と温度が関係していると思われる。

♂成体の寿命は最長 23 日、最短 5 日で♀より長くはない。

産卵数についてみると、次のようになる。第 1 世代 13~26 個、平均 18.0 個、1 日あたり平均 0.93 個 (夏卵)。第 2 世代 14~25 個、平均 19.9、1 日あたり平均 1.02 (夏卵)。第 3 世代 16~30 個、平均 22.5、1 日あたり平均 1.18 (夏卵)。第 4 世代 14~37 個、平均 22.5、1 日あたり平均 1.13 (夏卵、冬卵、夏冬卵)。第 5 世代 9~35 個、平均 19.0、1 日あたり平均 0.92 (冬卵)。

以上から、各世代の産卵数は 18~23 個、平均 20.4 個、1 日あたり平均産卵数は 0.92~1.18 個で、それほど差がないことがわかる。

第 4 世代の産卵には夏卵を産むものと、冬卵を産むもの、夏、冬卵を産むもの (同じ個体から) の 3 つの型がある。これらの産卵数はほぼ同様であった (Table 5)。

以上みてくると、成体期間と産卵数は近い値を示し、対応的である。このことは野外における産卵数は成体期間に依存するとみてよいだろう。

しかし、この関係は温度の範囲で異なってくる (Table 6)。それは温度が高まるとそれにつれ成体期間が短くなる傾向があるので、それだけ産卵数は増えないことになるが、1 日あたり平均産卵数は温度が高

Table 5. 第 4 世代の産卵状態
Three oviposition types observed on the 4th generation

	夏 型 Summer type	冬 型 Winter type	夏 冬 型 Summer-Winter type
産 卵 期 間 Oviposition period	13~21 (16.4)	16~37 (23.4)	20~30 (23.1)
	総 平 均	20.9	
産 卵 数 Number of eggs laid	14~28 (22.6)	16~37 (23.5)	11~28 (19.0)
	総 平 均	21.7	
1 日あたり平均産卵数 Mean number of eggs laid per day	1.15~1.57 (1.37)	0.92~1.48 (1.03)	0.56~1.36 (0.84)
	総 平 均	1.08	

備 考 Remarks (): 平均 Mean

夏 型: 夏卵のみを産むもの Summer type: Laid only summer eggs

冬 型: 冬卵のみを産むもの Winter type: Laid only winter eggs

夏冬型: 夏卵、冬卵の両方を産むもの Summer-Winter type: Laid both summer and winter eggs

Table 6. 温度と発育期間,
Relation of the rearing temperature to the

温度 Temp.	ステージ期 Stage	卵 期 Egg period	幼 虫 期 Larva	第1静止期 Nymphochry- salis	第1ニフ期 I nymph	第2静止期 Deutochry- salis	第2ニフ期 II nymph
30°C (5例)		← 飼 育 困 難 →					
25°C (7例)		6~8日 (7)	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
20°C (6例)		10~11 (10)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
15°C (5例)		17~18 (17.5)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
10°C (5例)		25~31 (28.8)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

備 考 (): 平均 Mean, 関係湿度 R.H 70~90%, ♀のみ記録。

くると多くなり、25°Cでは15°Cの3倍近くになることである。20°Cでは1.5倍で、15°Cの場合が上記の調査結果にほぼ近い値となる。10°Cの低温になると、成体期間は反対に長くなるが、低温が産卵の制限要因として大きく影響してきて、1日あたり平均産卵数は0.56個と減少してくる。

結局、産卵数は温度の上昇にしたがって増えるが、その上限界は25°Cより少し上の28°C付近と推定される。30°Cの高温になると産卵はほとんど行なわれなくなる。また、下限界で産卵を停止するのは8°Cくらいと観察された。産卵の最適温度は25°C付近とみることができよう。しかしながら、一定温度の産卵への影響を示したTable 6の結果からは、Table 4の7~9月上旬ころまでの産卵数が、気温の上昇にもかかわらず、それほど差のない結果となっていることを説明できない。これは観察から、変化する気温の状態の中では産卵のしかたが異なってくるように思われたが、その理由ははっきりしない。

4) 越冬期間

札幌付近の苗畑での越冬開始は8月下旬ころからである。これは第4世代の後半に出現する冬卵を産む雌から始まる。第5世代から生まれた卵はほとんど越冬卵となる。また樹勢が衰えたり、枯れかかった木では6月でも越冬卵が出現する。

越冬卵は、卵内では産卵時から胞胚の形成期まで細胞分割がみられ、それから完全な休眠にはいる。受精卵も未受精卵も同様に越冬卵となる。

このような休眠の出現機構は、栄養条件が十分であれば、日長時間と温度の相対関係で決まることが知られている(ダニレフスキー [日高, 正木訳], 1966)。

そこで、札幌付近での休眠はどのようにして行なわれるか実験してみた (Fig. 3)。

実験には白色 FL 6 W 蛍光灯を用い、タイムスイッチで日長時間を調節した。材料は20°C、14時間日長で飼育した第2ニフを用いた。

その結果、7割以上の休眠が生じるのは、温度10~20°C間では、日長が12~14時間の間であり、この休眠には温度要因より、日長要因の影響が強く現われている。

産下された卵が、休眠か不休眠かは第2ニフ期が受ける日長時間で決まり、雌成体より日長処理された場合は1腹から初め夏卵を生じ、のち冬卵を生じるものが少し出現する(夏冬型)。また、この反対の

産卵数との関係

development period and number of eggs laid

第3静止期 Telochrysalis	産卵前期 Preoviposition period	産卵期 Oviposition period	産卵数 Number of eggs laid	1日当平均産卵数 Mean number of eggs laid per day	成虫の寿命 Adult period
		7日以下	10以下	1.43	
1.08	1.08	15~18 (15.8)	33~53 (43.0)	2.72	16.9
1.6	1.6	16~21 (18.1)	19~36 (26.0)	1.43	19.7
3.0	3.0	21~30 (26.6)	16~38 (28.6)	1.07	29.8
4.5	4.5	31~41 (33.5)	13~26 (19.3)	0.56	38.0

冬卵, 夏卵もみられた。

札幌の日長時間 (日出~日入) をみると, Fig. 2 から 13 時間以下は 4 月中旬までと, 8 月下旬からであり, 野外の越冬卵出現と実験結果はよく一致した。なお, 札幌では春先きの条件が, 日長 14 時間以下, 温度 15°C 以下であるので, 第 1 世代の親が越冬卵を産むことも予想されるが, 実際には越冬卵は出現していない。しかし, この産みつけられた卵は鮮紅色に近く, 越冬卵にきわめて類似したものが多し。けっきょく, 春先き休眠卵を生じないのは日長時間の前歴条件の違いによるのか, あるいは他世代虫と質的に違うのかもわからない。

次に越冬卵の休眠覚せいに関する実験を行なった。供試卵は 10 月 17 日野外より採集し, 0°, -5°, -10°C の低温処理を行ない, 一定期間ごとに 15°C, 25°C 下でふ化経過を調査した。結果は Table 7 のとおりである。

この結果, 最も早いものは 0°C 付近に約 100 日間越冬卵を置くことによって休眠が破れることが知られた。

2. 繁殖方法

1) 産卵の仕方

産卵は日中, 夜間を通じて行なわれるが, 日中の方が多い。産卵の仕方はふつつならば 9 月上旬まで 1 日に 1 個前後, 多くて 2~4 個産む。しかし, 産卵期間の後期には数日おきとなってくる。産卵が行なわれるのは前述したように, 最低 8°C から最高 28°C 付近までである。また産卵のはじめは少なく, まもなく盛んになり, 後でまた少なくなっていく。

2) 生殖方法

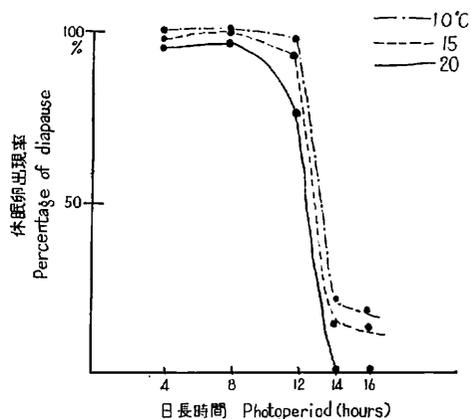


Fig. 3 休眠卵出現におよぼす温度と日長の影響
The effect of photoperiod and temperature on the induction of diapause egg.

Table 7. 休眠卵の覚醒におよぼす低温の影響
The effect of different temperatures on the termination of diapause eggs

採集日, 条件 Date collected and treated	低温処理 Temp. exposed	低温期間 Days exposed						備考 Remarks
		60日 (days)	80日	100日	130日	150日	170日	
1966年10月17日 Oct. 17, 1966 25°C	0°C	0/100	7/100	3/50	25/50	23/50	44/55	24時間照明 Light per day
	-5°C	0/100	0/100	0/50	1/70	8/45	12/52	
	-10°C	0/100	0/100	0/50	1/40	2/50	12/50	
1966年10月17日 Oct. 17, 1966 15°C	0°C	—	—	40/50	25/50	42/50	43/50	自然の日長 Natural light-length
	-5°C	—	—	25/50	29/60	38/48	29/48	
	-10°C	—	—	5/50	26/60	40/50	20/43	

* ふ化した卵数 / 供試卵数
Number of eggs hatched / Number of eggs tested

本種の生殖方法には両性生殖と単為生殖がみられる (Table 8)。

無交尾の♀からは♂しか生まれぬ (A)。単為生殖によって生じた ♂×♀ の子孫は、各世代間における性比に明らかな差はみられず、平均 ♂1: ♀4.69 であった (B)。

両性生殖から生まれた ♂×♀ では、各世代間における性比に差はみられず、平均 ♂1: ♀3.03 であった (C)。

この結果、単為生殖から生まれた♂は両性生殖から生まれた♂よりも、次世代での♀の割合を少し高める傾向がある。この傾向は、無交尾雌からの子孫が♂のみ生じる結果、次の世代の♀が少なくなるので、これを補うような意味があるのかもしれない。

なお、Table 8 の B. C. D. (野外採集の性比) から性比を求めると、平均 ♂1: ♀3.75 となる。

産卵数については、越冬させる飼育が不十分だったため第1世代目は試料が少なかったものもあるが、生殖方法の違いによる産卵数の差はないと考えられる。

交尾を始める時期は♀、♂ともに成体となってからであり、交尾回数は♀、♂ともに数回みられる。要した時間は1~3分くらいが多い。♂は通常交尾が終わると短時間で死ぬように観察された。♂の交尾体勢は後体部を90度以上、上に曲げ、♀の体下にもぐりこみ交尾する。♀は交尾後、20°C前後では1~2日後に産卵を開始する。

3. 吐糸現象

吐糸現象は幼体から成体までみられ、個体数が増加すると吐糸は盛んになる。この糸で葉と小さな枝、幹に沿って不整形な網を張る。また、他木への分散を行なう。

網は外部からの天敵や薬剤の侵入を防ぎ、また内部は気温、降雨の影響をやわらげているとみられる。

分散の際は口から糸を吐き、これに懸垂してゆるやかな風の流れに乗り移動する。この分散は寄主の衰弱、密度過剰をきたしたときに目立つ。

VI 分散・分布

1. 寄生部位・産卵部位

樹高45cm、5年生のトドマツ苗木5本について、卵と虫体を一括して全数調査を行なった。

Table 8. 単為生殖, 両性生殖から生じた雄と雌の交配結果とその性比
Sex ratio of the progenies produced by mated or unmated females

	第 1 世代 1st generation	第 2 世代 2nd generation	第 3 世代 3rd generation	第 4 世代 4th generation
A. 無交尾雌の子孫 Progenies produced by virgin females	♂のみ Only male 7 " 12	♂のみ Only male 18 " 20 " 21 " 28 " 8 " 8	♂のみ Only male 21 " 8 " 24 " 6 " 7	♂のみ Only male 14 " 21 " 15 " 24 " 17 " 19
B. 単為生殖より生じた♂ × 両性生殖より生じた♀ ♂ Produced by virgin females × ♀		♂ ♀ 4 : 23 2 : 14 3 : 15 4 : 18	♂ ♀ 7 : 22 5 : 10 3 : 14 9 : 22 2 : 16	♂ ♀ 7 : 14 7 : 17 3 : 20 5 : 24 2 : 15 3 : 10
平 均 Mean		1 : 5.56	1 : 4.05	1 : 4.46
総 平 均 Mean	1 : 4.69 [4.05~5.56]			
C. 両性生殖より生じた♂ × ♀ ♂ Produced by mated females × ♀	♂ ♀ 5 : 15 8 : 19 8 : 22 3 : 15 9 : 21	♂ ♀ 3 : 7 4 : 14 10 : 23 4 : 10 8 : 22	♂ ♀ 6 : 17 6 : 17 9 : 25 3 : 7 11 : 23 6 : 27	♂ ♀ 6 : 19 3 : 32 6 : 26 8 : 14 11 : 14 10 : 15 3 : 13
平 均 Mean	1 : 2.69	1 : 2.68	1 : 2.89	1 : 3.86
総 平 均 Mean	1 : 3.03 [2.68~3.86]			
D. 野 外 採 集 Field-collected samples	♂ ♀ 40 : 131	♂ ♀ 14 : 73	♂ ♀ 58 : 73	♂ ♀ 68 : 210
平 均 Mean	1 : 3.28	1 : 5.21	1 : 2.59	1 : 3.09
総 平 均 Mean	1 : 3.54 [2.59~5.21]			

備 考 Remarks []: 範囲 Range

春の調査では越冬卵は1年前と2年前伸長の枝幹に多く、針葉の基部にも少しみられる。

第1世代では越冬卵の寄生部位と同じ位置で、ふ化から成体の産卵まで生活するものが大部分を占める。しかし、一部はふ化後まもなく付近の当年伸長部に移動するものもある。

第2世代になると、幼体から当年伸長部に移動するものが多くなって来る。そして、産卵前の新成体となると分散活動が活発になり、ほとんどが当年伸長の全枝葉に広がる。その過程をみると、まずふ化した枝葉と同位置の当年生枝(当年伸長)に移動するが、まもなく梢頭部に集中し、ひととおり上部が寄生され終わってから、下部に向かって波及的に広がり、全般に及ぶ(Fig. 4)。この時期までの移動原因として

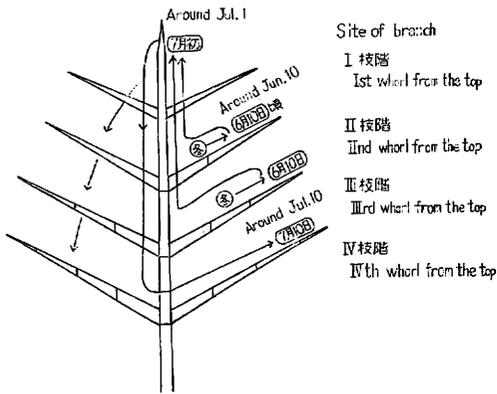


Fig. 4 寄生部位の変化と寄生のひろがり方
Inhabiting position and dispersion of the mites in a tree.

は、密度過剰はあまり関係がないように思われた。

第3～第4世代前半までの寄生部位は、前世代につづいて当年生枝に多いが、第4世代の後半から第6世代までは、当年生枝と1年生枝（1年前伸長）の区別なく寄生する。第3～第6世代の移動分散は、その活動が活発でなく、第2世代のものが定着した後、その子孫が最終世代までほぼ同じ場所で継続的に生活する。しかし、他樹へ分散するものも認められた。この時期の移動分散は密度過剰によるものと思われる。なおその際、先に入さ場を占めたものが優先的に寄生し、後から生

Table 9. 枝の伸長年度（年齢）別にみた寄生個体数の比率
Distribution of individuals by age of branches

枝 Branch	第 1 世代 1st generation (%)	第 2 世代 2nd generation (%)	第 3 世代 3rd generation (%)	第 4 世代 4th generation (%)	第 5・6 世代 5・6th generation (%)
当年生枝葉 New shoots	0	66.3	86.5	71.4	50.0
1年生枝葉 1-year old	97.9	33.7	12.2	25.3	44.0
計 Total	97.9	100.0	98.7	96.7	94.0
2年生枝葉 2-years old	2.1	0	1.3	3.3	6.0

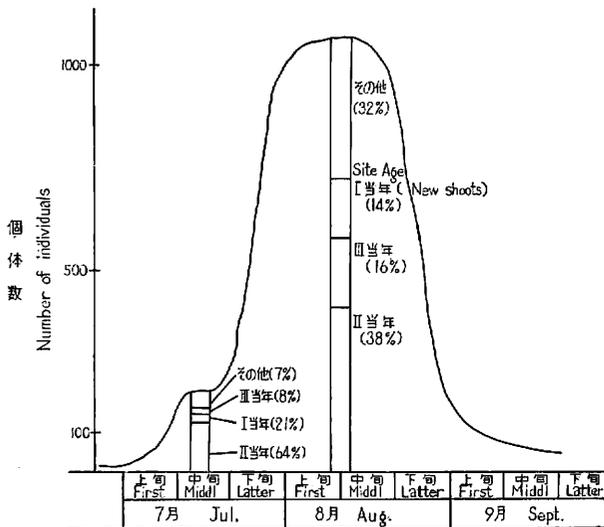


Fig. 5 寄生部位別にみた個体数の比率
Distribution of individuals by site and age of branch.

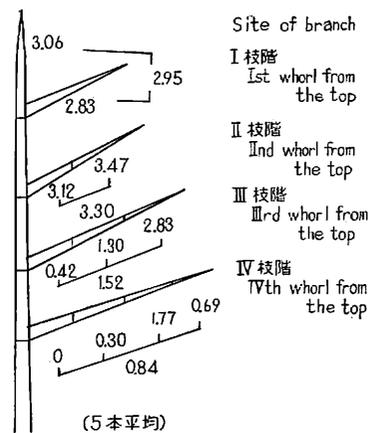


Fig. 6 枝の長さ 1 cm あたりの個体
数密度（8月中旬）
Number of individuals per 1 cm
length of branch in the middle
of August.

まれたものは他へ分散する傾向がある。

夏卵は針葉の基部、葉柄の裏側に多いが、表側にもみられる (直射日光の当たらない所)。密度が高まると葉表にもみられてくる。越冬卵は幹に多く産みつけられる。

各ステージの寄生状況を見ると、卵より虫体のほうが分布範囲が広く、幼〜亜成体は集団をなす傾向がある。

各伸長年度ごとの枝葉についてその寄生状況を見ると、Table 9 のとおりで、寄生範囲はふつう、当年生枝葉から2年生枝葉までであるが、第1世代では1年生枝葉に、第2世代からは当年生枝葉と1年生枝葉にはほぼ95%以上のものが寄生しているといえよう。この経過と枝階分布を見ると Fig. 5 に示されるように、当年生枝のなかではとくに第II枝階 (Fig. 6 参照) に多い。

次に、枝の長さ1cmあたりの密度を、最も密度の高い8月中旬の調査結果についてみてみると、Fig. 6 のように上部で高く、また方位別では、Table 10 に示されているように明らかな差がないことがわかる。

なお、寄生部位は日中と夜中において変化する。日中は朝から昼にかけて上部の明るいところに上り、夜になると下部に向かって移動する (密度の低い場合に日だつ)。また天候状況によっても変化し、降雨あるいは日射の強い場合には葉裏に移る。さらに日射や降雨が強まったとき、もしくは低温の場合は下部に集団で移る。

これらの移動は、温度と日光の選好走性に関係があると考えられた (森, 1955; MORI, 1962a; MORI,

Table 10. 方位枝階別にみた枝の長さ1cmあたりの個体数密度 (5本平均) 1967年8月
Number of individuals per 1 cm length of branch (Average of 5 samples)

枝階の位置 Site and age of branch		方位 Direction				平均 Mean	計 Total
		南 South	北 North	東 East	西 West		
I 枝階 Ist whorl from the top	頂部(当年伸長) Tree top	—	—	—	—	3.06	2.95
	当年生枝葉 New shoot	3.98	1.50	2.60	3.36	2.83	
II 枝階 IInd whorl from the top	当年生枝葉 New shoot	2.98	3.99	3.60	3.24	3.47	3.30
	1年生枝葉 1-year old	3.16	3.89	2.98	2.00	3.12	
III 枝階 IIIrd whorl from the top	当年生枝葉 New shoot	2.78	2.72	3.06	2.90	2.83	1.52
	1年生枝葉 1-year old	1.64	1.20	1.88	0.09	1.30	
	2年生枝葉 2-years old	0.36	0.21	1.18	0	0.42	
IV 枝階 IVth whorl from the top	当年生枝葉 New shoot	1.21	0.80	0	0	0.69	0.84
	1年生枝葉 1-year old	2.32	1.97	0.37	2.38	1.77	
	2年生枝葉 2-years old	0.22	1.00	0.67	2.00	0.90	
	3年生枝葉 3-years old	0	0	0	0	0	

* Fig. 4 参照 See Fig. 4.

1962b)。また8月下旬ころから当年生枝、1年生枝の区別なく寄生するようになる理由は、当年生枝の木化がすすみ、1年生枝と同様の状態になったためと思われる。

以上、これらの寄生は特定の木で連年的に続く。しかし密度が高まり、樹勢が劣ると他へ移動分散してしまう。

また健全な樹木でも寄生しやすいものと、しがたいものがみられ、観察結果では葉が青々として肉質の充実したものは寄生しがたく、反対のものは寄生しやすい傾向がみられた。

2. 苗畑での分布

1枚の苗畑での分布をみると、春先き本数寄生率 10% 程度のものは、夏には 60% に広がり、秋には 90% に達し、その分布型も機会型、集中型、排列型となっていく(秋田, 1963)。

分散方法としては、風によるものと歩行によるものが考えられる。この分散は各シーズンをとおしてみられるが、もっとも顕著なのは6月の第2世代新成体時であって、この時期になると、それまでみられた個体数が分散によって急に減少するのが観察される。これは春のおだやかな気象条件が本種の活動を促し、そのころのゆるやかな風が他への分散をいっそう助長するためと思われ、密度過剰はあまり関係していないと考えられた。またこの時期の分散は次世代の急激な個体数増加の基盤になっているように思われる。

第2世代以後の分散は顕著でなく、おもに密度過剰によると思われた。

VII 個体数変動

1. 季節変動

札幌における春から秋までの個体数変動をみると Fig. 2 のとおりである。

各世代の個体数構成は第1世代の幼・亜成体期を除き、その後は卵から成体までのすべてのステージが混じってみられる。

この季節変動の経過をみると、越冬卵は5月上旬～中旬にふ化し、7月上旬～中旬に最初の小さな山に達する。これは主として第2世代目の成体の産卵によると思われた。それについで短期間横ばいを示すが、この時期は分散活動の盛んな第2世代成体期に当たるので、この成体の分散による影響と考えられた。

その後、温度の上昇にともなう発育期間の短縮などにより、すべてのステージを含んだ最高の山に達する。8月下旬～9月上旬からは急激に減少していくが、これは秋の温度較差による個体の死亡と越冬卵の出現、さらに被害葉の増加などが関係していると考えられた。

次に、これらの変動をさらに詳細にみるべく次の試験を行なった。

材料として苗長 7 cm 内外のトドマツ鉢植苗木を各処理 5 本ずつ用い、♂ 1, ♀ 1 を放飼し、(1)湿度の影響(20°C 定温)、(2)樹体の乾燥の影響、(3)個体数の季節変動と各ステージの死亡経過などについて調査した。(1)は定温室で、空中湿度の調節はデシケータを用いて、Zwölfer の方法によって行なった。この場合の湿度 15~30%, 40~50% に用いた苗木はガラス管に水を入れたものにさし、水は1週間おきに取りかえ、苗木もハダニは1世代終わると新しいものに取りかえた。(2)と(3)は飼育室に鉢植苗木を置き、常に外気を流通させた。また他からの天敵やハダニの侵入を防ぐため、細目のサラン網で囲った。

結果は次のとおりである (Table 11)。

(1) 湿度の影響 (20°C 定温)

Table 11. 室内飼育による実験個体群の繁殖, 死亡経過
Fecundity and mortality of the experimental population in the rearing room

実験 1 Experiment 1		親生存日数 Adult period		産卵数 Number of eggs laid		ふ化率(%) Percentage of hatching	死亡率(%) Mortality			不明率(%) (幼・亜) Un-known	成体出現(%) Adult emergence	移動分散(%) (成体) Dis-persion	備考 Remarks		
		♀	♂	頭あたり Per a female	日あたり Per a day		卵 Egg	幼・亜 Larva-Nymph	成体 Adult						
自然条件 Under natural condition	第2世代 2nd generation	(15~25) 21.0	(7~23) 12.0	(22~31) 26.6	1.44	(77.3~96.2) 88.4	11.5	8.9	0	21.0	58.5	15.7	幼・亜: 幼体と亜成体 (): 範囲 Range		
	第3世代 3rd generation	(12~30) 19.6	(7~12) 8.0	(12~36) 20.1	1.27	(91.7~100.0) 98.4	2.6	1.9	0	16.0	79.6	24.2			
	第4・5世代 4・5th generation	夏型 Summer type	(18~35) 23.0	(9~23) 16.7	(20~30) 25.0	1.16	(88.0~100.0) 95.0	5.1	23.1	7.9	10.5	61.4		37.0	
冬型 Winter type	内訳 夏卵61.1% 冬卵38.4%	0			0		0						0		0
実験 2 Experiment 2	湿度調節 Under controlled humidity condition	夏卵 Summer eggs	15~30%	(15~22) 18.6	(3~22) 10.6	(10~32) 21.6	1.26	(40.6~68.7) 51.6	48.3	17.1	0	6.6	27.9	7.2	20°C 定温 デシケータ飼育 Reared in desiccators at 20°C (): 範囲
40~50%			(14~33) 22.6	(4~20) 10.6	(19~34) 26.0	1.25	(79.0~94.1) 84.9	15.1	9.6	0	15.3	59.8	18.3		
80~90%			(14~32) 21.2	(3~21) 9.2	(21~42) 30.4	1.54	(91.2~97.3) 94.7	5.3	3.7	0	14.3	76.6	27.8		

実験 2	空中湿度 Given air humidity	15~30%	40~50%	80~90%	野外に類似	備考
冬卵 Winter eggs	越冬卵のふ化率 Hatching rate of winter eggs	(45.0~65.0) 55.0%	(62.0~69.5) 65.8%	(86.0~94.0) 90.0%	(93.0~95.0) 94.0%	20°C 定温 デシケータ飼育 (): 範囲

北海道におけるトビツツノヘダメの生態 (秋田)

低湿の場合ほど産卵数が減少、死亡率が高い傾向がみられ、湿度 15~30% の場合は卵の死亡が主で、50% 近くなる。湿度 40~50% 以上になると卵の死亡はそれほどでなく、幼体、亜成体の不明（分散などによる消失など死亡を確認できなかったもの）、死亡が主となってくる。

(2) 樹体の乾燥の影響

灌水の調節を正確に行なうことが困難で、明らかな資料は得られなかったが、乾燥させた場合、幼体、亜成体の死亡と不明、成体の不明が目だった。

(3) 個体数の季節変動と各ステージの死亡経過

各季節とも産卵数には大きな差はみられず、春においては幼体、亜成体の不明と死亡、ふ化率の低下が目立ち、これはおもに春の低湿の影響と考えられた。夏は幼体、亜成体の不明が主であり、おもに高温の影響によるものと考えられた。秋には越冬卵が出現するので、これによるふ化率の低下と、夏型においては幼体、亜成体の死亡と不明、そして成体の死亡が主であった。秋の越冬卵の出現は日長の短縮、死亡と不明は温度の高低差、被害葉の増加による影響がおもなものと考えられた。

2. 関係要因

一般にハダニ類の個体数変動を左右するおもな要因として、(1)気象条件では①温度、②湿度、③雨、④風、⑤日長、⑥雪、(2)天敵、(3)栄養条件、(4)その他（生息環境）があげられよう。これらについて前述の実験結果のほかに野外での観察結果なども加えて、以下少しく述べておきたい。

(1) 気象条件

① 温度

温度が本種の発育と産卵数におよぼす影響については、すでに述べたとおりである（Table 4）。もし、春から夏にかけて高温が続くときは、大発生のおそれがあり、反対に低温が続けば、その年の発生は低水準に抑えられよう。

② 湿度

これについても先にふれてあるが（Table 11）、低湿になるとふ化率は大きく減少するか、ふ化できても死亡する率が高い。

③ 雨

降雨の多少も本種の変動に影響する。しかし、温暖な時は本種は足でしっかりと枝葉に付着しているので、降雨によって流されるものはないようで、流される場合は長雨がつづき、これに強風や低温が重なったときで、その際は個体数がいちじるしく減少するのが観察されている。

秋になると、個体数は急に減少する。この季節はまた雨が多いときなので、降雨の影響とも考えられるが、この問題は今後の研究課題としたい。

④ 風

風の影響として、春の暖かいゆるやかな風は、盛んな吐糸、懸垂による分散を促進しているように観察された。この分散の結果は8月上、中旬の個体数最大を生じる原因の1つとなっているとみられる。

強風の場合は足でしっかりと付着して、飛ばされるものはみられないようである。

⑤ 日長

日長時間の短縮は休眠卵を出現させる。この休眠卵は翌年までふ化できないので、個体数は増加しない。

⑥ 雪

冬期間、約 1m の積雪下におかれた越冬卵の経過を、秋の終わってから雪どけまでみたところ、個体数はあまり減少しなかった (Table 12)。

Table 12. 越冬卵の消失状態
Number of winter eggs before and after the hibernation

試料 Sample No. 調査月日 Date examined	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計 Total
1966年 10月 26日 October 26, 1966	50	18	20	37	33	58	28	43	21	24	332
1967年 4月 17日 April 17, 1967	50	18	12	37	33	58	28	43	21	24	324
減少数 Number of decrease	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8

(2) 天敵

これに関してはまだ本格的な調査は行なっていないが、札幌の苗畑でこれまでに確かめた種類は次のとおりである。

1. テントウムシ類 (幼虫) 2種, 2. ハネカクシ類 1種, 3. ショクガバエ類 1種, 4. クサカゲロウ類 1種, 5. ダニ類 (ハモリダニ科) 1種, 6. クモ類 (ヒメグモ科) 6種,

このうち、摂食力の大きいものはテントウムシ (幼虫)、クサカゲロウ、ダニの類であった。これらはいずれも春～秋までみられた。天敵と個体数変動の関係では、テントウムシ、クサカゲロウ、ダニの類は捕食力が大きいので、個体数減少に影響すると思われる。しかし、実際の場でどのように影響しているかは、今後の課題である。

(3) 栄養条件

ハダニ類において、施肥が寄主植物の活力を増す一方、ハダニ類個体数の増加を促進させるといわれ、その機構にはいろいろな説明がなされている (田中, 1957)。

トドマツノハダニも苗畑や畑作地の近くのトドマツで盛んに繁殖し、その被害葉では減少するのがよく観察される。

トドマツ苗と肥料との関係が本種の繁殖、個体数変動にどのような影響を与えるかを検討するため、水耕法で予備実験を行なった。試料本数は各処理3本とした。

結果は Fig. 7 のとおりで、この数値は3年生苗木 (樹高約 20~25 cm) の I~II 枝階における当年生枝葉 (枝長、約 4~6 cm) から、それぞれ、樹頂部1と上部2、下部2の計5の標本を選び、この平均値で示した。

トドマツ苗木での個体数は、完全肥料 (N. P. K) を与えたものが最大であり、次に +N, -P に多く、-N に少ない傾向を示した。

K, P を与えぬものは苗木の地上部重量 (絶乾)、根部重量 (絶乾) が小さくなるが、N の不足はさほど減少させなかった。

以上、施肥は確かに個体数を増加させる傾向がみられる。しかし、他方寄生植物の活力の増加は葉の組

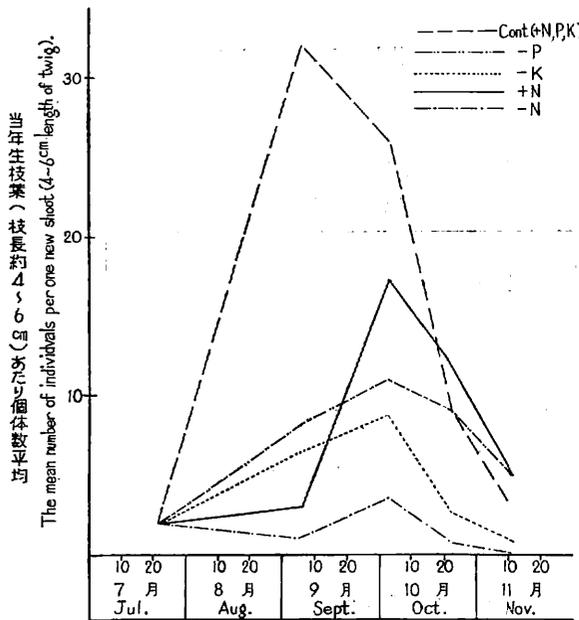


Fig. 7 寄主への施肥と個体数変動との関係
The effect of different nutritional conditions of Todo-fir seedlings on the mite population.

織の充実をきたし、本種の口器の挿入をさまたげ、かえって寄生し難い条件を与えていると思われる例も観察されている。この樹木の活力と寄生との関係は今後の課題となろう。

(4) その他 (生息環境)

たとえば生息環境の影響として、うっぺいの密な林分では寄生はみられず、たとえみられても個体数はきわめて少ない。また蒸発量の少ない林分下ほど発生は抑えられる傾向がみられている。

山の造林地においては、峰側と谷側では風とおしのよい峰側に寄生が多く、方位では日あたりのよい南、西面に多いのが観察されている。また造林地で雑草の繁茂する下の樹木では寄生はみられない。

VIII 摘 要

北海道においてトドマツ、とくにその稚幼樹に大きな被害を与えているトドマツノハダニの被害状態、生活史、習性、分布、季節消長などについて調査した。調査結果を要約すれば次のとおりである。

- (1) トドマツノハダニは本邦では北海道、本州、四国、九州に分布し、寄生は *Abies* 属, *Picea* 属, *Pinus* 属, *Chamaecyparis* 属, プナ科の植物にみられ、多食性である。
- (2) トドマツ 4 年生の被害木では 1 年間に樹高成長で 45%, 材積成長で 40~50% の遅れがみられた。
- (3) 生活環は卵→幼体→第 1 静止→第 1 ニンフ→第 2 静止→第 2 ニンフ→第 3 静止→成体 (♀) となる。雄は第 2 静止→成体 (♂) となる。卵には夏卵, 冬卵 (休眠卵) がある。
- (4) 越冬卵からのふ化は通常年ならば、札幌付近の苗畑では 5 月 10 日ころ開始する。夏卵の卵期は季節により差があり、温度の上昇にしたがって短縮する。最長は春 (6 月) の平均 18.2 日, 最短は夏 (8 月) の 8.1 日, 秋 (9 月) は 14.3 日であった。
- (5) 幼・亜成体期間 (幼体から第 3 静止期まで) は、やはり温度の上昇にともなって短縮する。最長は秋 (9 月) の平均 17.0 日, 最短は夏 (8 月) の 8.6 日, 春 (5 月) は 13.5 日であった。
- (6) 成体の産卵前期は春 (5 月) 平均 2.5 日, 夏 (8 月) 1.5 日, 秋 (9 月) 3.5 日であった。また産卵期間, 産卵数は各世代ともほぼ同じで、平均でそれぞれ 19.2~22.4 日, 18.0~22.5 個, 1 日あたり平均産卵数は 0.92~1.18 個の範囲であった。
- (7) 成体期間 (♀ 寿命) も、各世代であまり差がみられず, 21.2~24.4 日の範囲で、その平均は 22.6 日であった。♂ は最長 23 日, 最短 5 日で♀ より長くはなかった。

(8) 産卵は日中、夜間を通じて行なわれるが、温度によって制限され、範囲は最低 8°C から最高 28°C までで、最適温度は 25°C 付近である。

(9) 越冬卵はふつう第 4～第 5 世代 (8 月下旬ころ) から出現する。越冬卵が出現するのは 10°C～20°C の場合、日長時間 12～14 時間の間で、光の影響が大きい。これら越冬卵は 0°C 付近に 100 日以上おくと休眠が破れる。

(10) 単為生殖からは♂のみ生じる。これら単為生殖から生まれた♂が交尾した場合と両性生殖から生まれた♂が交尾した場合についてみると、前者において次世代♀の割合が少し高まる傾向があった。

(11) 性比は各世代間で差はみられず、これらは平均値で ♂1: ♀3.03～4.69 の範囲にあり、全体を平均すると ♂1: ♀3.75 であった。

(12) 吐糸現象は幼体から成体までみられ、個体数が増加すると吐糸活動は盛んになる。この糸で網を張ったり、分散を行なう。

(13) 寄生は特定の木で連年的につづき、密度が高まり樹勢が劣えると、他へ移動分散する。

(14) 寄生部位、産卵部位は当年生枝 (当年伸長) から 2 年生枝 (2 年前伸長) までの範囲で、このうち当年生枝から 1 年生枝に 95% が寄生する。なお密度が高まればこれより下部の枝葉に及ぶ。

これら寄生部位の季節的変化をみると、春の越冬卵は 1, 2 年生の枝幹、つづく第 1 世代は越冬卵とほぼ同じ位置の枝葉で生活し、一部が当年生枝葉に移る。第 2 世代から第 4 世代前半ころまでは当年生枝葉に寄生しているものが多いが、その後の世代は当年、1 年生枝葉にほぼ同様に寄生し、越冬卵はこれらの枝幹に産下される。

(15) 寄生密度は上部で高く、中部、下部と低くなる。方位別では差はみられない。

(16) 分散にともなう寄生のひろがりを見ると、春先き本数寄生率 10% 程度のものは夏には 60% に広がり、秋には 90% に達し、その分布型も機会型、集中型、排列型となっていく。

(17) 分散は各シーズンをとおしてみられるが、もっとも顕著なのは 6 月の第 2 世代新成体時代で、この時期の分散は次世代の急激な個体数増加の基盤となると思われる。

(18) 個体数の季節変動をみると 2 つの山がみられ、7 月上～中旬に最初の小さな山に達し、8 月上～中旬に最高に達する。そして 8 月下～9 月上旬から急激に減少していく。

この経過のおもな理由として、最初の山は第 2 世代成体の産卵、最高の山は世代の重なり、急激な減少は秋の温度較差による死亡と越冬卵の出現、さらに被害葉の増加などの影響と考えられた。

なお個体数構成は、第 1 世代の幼体、亜成体期をのぞくと、その後は卵から成体までのすべてのステージが混じってみられた。また各世代における死亡経過をみると、ともに幼体、亜成体期の死亡と不明 (移動か死亡か確認できず) が目立ち、そのおもな原因は夏までには低湿、秋には温度較差、被害葉の増加の影響と考えられた。

(19) 湿度の影響としては低湿になるほど卵のふ化率は減少し、またふ化できても死亡する率が高くなる。

(20) 天敵として、これまでの札幌付近の苗畑の調査から、テントウムシ (幼虫) 類 2 種、クサカゲロウ (幼虫) 類 1 種、ダニ類 1 種、ハネカクシ類 1 種、ショクガバエ類 1 種、クモ類 6 種がえられ、捕食力の大きなものはテントウムシ、クサカゲロウ、ダニ類であった。

(21) 施肥の影響をみると、完全肥料 (N, P, K) を与えた場合、個体数が最大となり、ついで +N, -P に多く、-N に少ない傾向を示した。

22 生息環境として、うっぺいの強い林内ほど発生が抑えられる傾向がみられた。山の造林地では日射が少なく、風とおしのわるいところで寄生が少なく、また雑草の繁茂する下の樹木に寄生はみられない。

文 献

- 1) 秋田米治: トドマツノハダニの空間分布, 北方林業, 13, 3, 27~29, (1961)
- 2) 秋田米治: トドマツノハダニの被害と寄生のひろがりかた, 北方林業, 15, 10, 13~16, (1963)
- 3) 秋田米治: トドマツノハダニの生活史と寄生のひろがり, 日本林学会北支部講演集, 13, 100~102, (1964)
- 4) BOUDREAUX, H.B.: Biological aspects of some phytophagous mites. Ann. Rev. Entomol., 8, 137~154, (1963)
- 5) ダニレフスキー・ア・エス (日高敏隆・正木進三訳): 昆虫の光周性, 東京大学出版会, 293 pp., (1966)
- 6) 江原昭三: 林木を害するハダニの種類, 北方林業, 11, 3, 22~26, (1959)
- 7) 江原昭三: 針葉樹に寄生するハダニの種類とその識別, 森林防疫ニュース, 13, 7, 2~6, (1964)
- 8) 江原昭三: 農林害虫としてのダニ類, 内田 亨・佐々 学編, ダニ類, 東京大学出版会, 383~412, (1965)
- 9) HUFFAKER, C.B., M. VAN DE VRIE and J. A. MCMURTRY: The ecology of tetranychid mites and their natural control. Ann. Rev. Entomol., 14, 125~174, (1969)
- 10) 森 熒須: 光刺激に対するリンゴハダニの行動, 北大邦文紀要, 2, 3, 105~111, (1955)
- 11) 森 熒須: ハダニ類の生態と環境, 北方林業, 12, 4, 30~33, 12, 5, 22~25, (1960)
- 12) MORI, H.: Comparative studies of thermal reaction in four species of spider mite. Journ. Facul. Agr., Hokkaido Univ., Sapporo, 51, 3, 575~590, (1961)
- 13) MORI, H.: Seasonal difference of phototactic response in three species of spider mites. Journ. Facul. Agr., Hokkaido Univ., Sapporo, 52, 1, 1~9, (1962)
- 14) MORI, H.: The effect of photo-stimulus on the thermal reaction in four species of spider mites. 52, 1, 10~19, (1962)
- 15) 林試北支場昆虫研究室: トドマツオオアブラ・トドマツノハダニに対する浸透殺虫剤エカチンの適用試験, 北方林業, 12, 11, 29~30, (1960)
- 16) STEWART, K.E. and L.O.T. PETERSON: Control of the spruce spider mite. Research Branch. Can. Dep. Agri., Publication 1078, 1~4, (1960)
- 17) 田中 学: ハダニの発生と環境, 植物防疫, 11, 11, 477~480, (1957)
- 18) 渡辺正道: ハダニ類の防除, 農薬の進歩, 2, 2, 31~35, (1956)

**Biological Studies of the Common Conifer Spider Mite, *Oligonychus ununguis* JACOBI
(Acarina: Tetranychidae).**

Yoneji AKITA⁽¹⁾

Summary

The common conifer spider mite, *Oligonychus ununguis* JACOBI has been one of the most serious pests of Todo fir (*Abies sachalinensis*) seedlings in the nurseries in Hokkaido, since about 1955. Recently the infested areas have gradually increased in young Todo fir plantations and this pest is now receiving considerable attention.

The host tree species recorded in Hokkaido are as follows:

Abies sachalinensis MASTERS, *A. firma* SIEB. et ZUCC., *Picea jezoensis* CARR., *P. glehnii* MASTERS, *P. jezoensis* var. *hondoensis* REHDER, *Pinus thunbergii* PARLAT., *P. densiflora* SIEB. et ZUCC. and *Chamaecyparis obtusa* SIEB. et ZUCC. in conifer, and *Castanea crenata* SIEB. et ZUCC., *Quercus dentata* THUNB., *Q. mongolica* var. *grosseserrata* REHD. et WILS. and *Q. serrata* THUNB. in hard wood.

This paper deals with the biology and population studies of the mite based on rearing experiments in the insectary and field investigations in the nurseries from 1963 to 1968.

Injuries

The mites insert their stylet-like mouth parts into the leaves and suck out the cell sap. Their feeding punctures cause the needles to turn yellow in spots. In severe infestation the foliage becomes yellow brown or dull brown and the needles fall. Both the immature and the adult mites spin and web fine silk threads around the twigs or between needles.

The growth of Todo fir seedlings aged 4 years was observed to be reduced about 45 per cent in height increment and 40~50 per cent in volume increment one year after the heavy infestation.

Description of the stages

Morphology and size of each stage are described in Fig. 1 and Table 1. This species overwinters in the egg stage. The winter eggs or diapause eggs are mostly bright red in color, while the summer eggs are yellow or orange. The newly hatched larvae are pink, but after feeding the color becomes needle-green and later turns to red brown. They have three pairs of legs. The nymphs have four pairs of legs and show a color change similar to the larvae.

The adults are light brown right after they molt, but later the color deepens to a dark brown tinged with green and black. The female is larger than the male and has a bluntly rounded abdomen. The male has a sharp pointed abdomen.

Life history and habits

There are six or more generations per year at Sapporo district. The first larvae of the season emerge about May 10. However, hatching of the winter eggs is influenced by the

Received September 16, 1970.

(1) Hokkaido Brunch Station.

weather conditions, especially the air temperature in early spring (Table 2).

From the following relation between the developmental velocity and the temperature were calculated the threshold of development (k) and the total effective temperature (K) of winter eggs.

$$(15-k)17=(20-k)10$$

$$\therefore k=7.1^{\circ}\text{C}, K=129 \text{ (day-degrees)}$$

As will be mentioned later, the winter eggs require a period of chilling before the rising temperature of spring causes resumption of their embryonic development (see Table 7). If the winter eggs were held under field condition, they could be hatched from January by heating at 15°C (Table 3).

Studies on the period of each stage and fecundity in each generation were carried out in a well ventilated insectary. The results are summarized in Table 4.

The developmental speeds of each stage varied with the generation or the season, and it was noted that they became shorter with rising of the temperature. For example, the incubation periods ranged from 7 to 19 days, averaging 18.2 days in the 2nd generation of June, and 8.1 days in the 5th generation of August. The larva-nymph periods were also 14.2 days in June and 8.6 days in August. However, the oviposition period and the longevity of adult were not markedly different among the generation under insectary condition.

The mean number of eggs laid per day increased slightly as the season progressed and consequently the average fecundity was higher in summer than that in spring. The highest number of eggs laid in this study was 37.

A relation between the rearing temperature and the development period or the number of eggs laid is shown in Table 6. With rising of the temperature, the developmental speed and the number of eggs laid per day increase in nearly a straight line, but conversely the oviposition period and the female survival decrease. The maximum number of eggs laid per female is obtained at 25°C with an average of 43.

The winter eggs occurred usually in the latter part of August, and in this period three types of females were observed; namely the females ovipositing only summer eggs, only winter eggs, and both summer and winter eggs. No difference was found to exist among their oviposition habit (Table 5). Occasionally the winter eggs occurred from June when the food trees were severely infested or weakened.

The main influential factor in diapause induction was the change in photoperiod which was somewhat modified by different temperature. As shown in Fig. 3, the diapause eggs were produced in photoperiods of 12~14 hours below 20°C . To break the diapause, the winter eggs required about 100 days of cold storage (Table 7).

Sex ratio

Two reproductive processes were observed in this species; the one is arrhenotoky and the other is gamogenesis. Virgin females produced eggs all of which hatch into males. Mated females produced offspring of both sexes. From the results of cross experiments (Table 8), females mated with male offspring of virgin females produced more females (average sex ratio $\delta 1 : \text{♀} 4.69$) than those mated with male offspring of mated females did ($\delta 1 : \text{♀} 3.03$). The sex ratio of field collected samples varied with the season, but the average ratio ($\delta 1 : \text{♀} 3.54$) was similar to that of the latter case mentioned above.

Distribution of the mites in a tree

Seasonal changes of distribution of the mites in a Todo fir seedling aged 5 years were investigated. In early spring the winter eggs were found mostly on 1-year old branches or twigs and partially on 2-years old ones. Although quite a few larvae started to move to the expanding buds, most of the mites of the 1st generation stayed on the same places where the winter eggs hatched.

The larvae of the second generation moved to new shoots in the upper part of a tree and then spread to the all new shoots. Thus the most mites lived in new shoots during the summer generations.

In early fall, however, percentage of the mites inhabiting old branches increased and became nearly 50 per cent in the fall generations (Table 9).

Dispersal

Dispersion of the spider mites is carried out by utilizing "ballooning" threads as well as by crawling on the ground. Teneral adult females dispersed more actively than old ones and a remarkable dispersion was observed in the 2nd generation.

In a nursery of Todo fir seedling aged 5 years, percentage of trees infested was about 10% in spring but it increased to 60% in summer and 90% in fall.

Seasonal population change

Seasonal population change of the mites was investigated in the five potted Todo fir trees in 1967 and the result is shown in Fig. 2. The number of individuals including all stages began to increase in early July with initiation of the oviposition in the 2nd generation. About the middle of July, however, the population increase stopped for a while mainly by dispersion of the female adults.

The highest peak of the population was observed in August, but after then it started to decrease rapidly, probably due to the following factors; (1) appearance of the winter eggs, (2) decreasing of the air temperature, and (3) weakening of the leaves infested.

Mortality factors were not examined in detail but as may be seen in Table 11 the relative humidity seemed to be one of the important factors because mortality of the mites was very high under the low humidity condition.

As to the natural enemies, those that have been obtained are: 2 species of Coccinelidae, 1 species of Chrysopidae, Syrphidae, Staphylinidae and Acarina, and 6 species of Acraneida.

The effect of different nutritional conditions of Todo fir seedlings on the mite population was investigated by the controlled experiment of water culture. As shown in Fig. 7, the mite population attained to the highest level on host trees with N.P.K. nutrition but it was kept down under low level on hosts without N nutrition.