

リンゴの害虫イシダヒメヨコバイ に関する研究

津川 力・山田雅輝・白崎将英・小山信行
(青森県りんご試験場)

Biology and control of the leafhopper, *Typhlocyba ishidai*
MATSUMURA in apple orchards

CHIKARA TUGAWA, MASATERU YAMADA, SHŌEI SHIRASAKI
and NOBUYUKI OYAMA

(Aomori Apple Experiment Station)

目 次

I 緒 言	1
II 分類学上の問題	1
III 日本における分布ならびに青森県における発生経過	2
1. 本種の分布	2
2. 青森県における発生経過	2
3. 突発発生の原因と発生の特徴に関する2, 3の考察	4
IV 形 態	5
1. 成 虫	5
2. 幼 虫	5
3. 卵	6
4. 2, 3形質の変異	6
(1) 卵の大きさ	6
(2) 発生時期による成虫の変異	7
(3) 翅脈の変異	8
V 発 育	10
1. 幼虫期間	10
2. 幼虫頭巾の成長	11
3. 卵巢内の成熟卵数	13
4. 越冬卵の発育と温度	14
VI 生活史	16
1. 越冬卵のふ化時期	16
2. 年間発生消長	16

3.	交尾および産卵習性	19
4.	性比の時期的変動	21
5.	秋期における成虫の生存日数	22
6.	越冬卵の産卵消長	23
7.	産卵数	23
8.	新梢上の産卵部位	24
9.	産卵時期とふ化時期	26
10.	晩秋における幼虫の経過	26
VII	天敵	27
1.	天敵の種類とその寄生率	27
2.	<i>Anagrus</i> sp. の生態に関する 2, 3 の調査	29
	(1) 第 1 回成虫の羽化時期	29
	(2) 休眠期における <i>Anagrus</i> sp. と寄主の発育	30
VIII	寄主植物	31
1.	寄主植物の種類	31
2.	<i>Malus</i> 属植物における越冬卵の密度	32
3.	リンゴにおける越冬卵密度の品種間差異	33
IX	防除	34
1.	越冬卵に対するマシン油の影響	34
2.	剪去枝上の越冬卵	34
3.	各種殺虫剤の幼虫に対する効果	35
4.	インダヒメヨコバイの防除法に関する一般的考察	39
X	摘要	40
	参考文献	41
	Summary	43
	Plate	

I 緒 言

ここにイシダヒメヨコバイ (*Typhlocyba ishidai* MATSUMURA) と称するヒメヨコバイ科の一種は従来から青森県内において、リンゴを加害していたミドリヒメヨコバイ (*Empoasca flavescens* FABRICIUS) またはコミドリヨコバイ (*Empoasca onukii* MATSUDA) として取扱われたまま今日にいたったもので、1960年前後、青森県弘前市大字種市のリンゴ園に大発生したのを契機として1962年これに分類学的検討が加えられた結果、当時の加害種はミドリヒメヨコバイまたはコミドリヨコバイとは別種のイシダヒメヨコバイであろうとの結論に達したものである。従って筆者らが研究に着手する1961年以前の数年間は前記3種が混同され、詳細な分類学的考察を経過することなく一様にミドリヒメヨコバイと呼称されていたものと思われる。しかし、最近大発生したものは疑いもなくイシダヒメヨコバイであるかどうかについてはなお研究の余地を残しているので、今回は本種をイシダヒメヨコバイと仮称したまま一応生態学的研究を進めることにしたい。

前述のように本種が弘前市の一部に大発生した1960年には成、幼虫ともリンゴの葉裏に集まって吸汁するため、被害葉はまもなく黄白色となり、果実の肥大生長は阻止され、着色は悪化し、さらに排泄物の堆積にもとづくス病を果面に生じ、ために品質は著しく低下する現象を随所に観察することができた。その後、逐年発生面積が拡大して今や津軽地区一円にまん延したばかりではなく、特に発生のピークは薬剤散布の終了する9月中旬以降にあたるため経済的損失はいうにおよばず、栽培者

に与える心理的影響は頗る大で、防除の緊急性は火をみるより明らかな現状にある。

これに関連して、ヨーロッパおよびアメリカでリンゴを加害する *Typhlocyba* 属の数種が知られているが、そのうち *Typhlocyba pomaria* MCATEE と *Typhlocyba australis* FROGGATT はヨーロッパおよびアメリカ等でリンゴの重要害虫とされている (STEINER 1938, DUMBLETON 1934)。しかし、我が国では MATSUMURA (1932) がイシダヒメヨコバイについて分類学的に報告している以外は *Typhlocyba* 属がリンゴの害虫として記録されているものはほとんどない。筆者らは1961年から1964年まで本種の生態ならびに防除法について試験調査を行なったので、まだ不備の点はあるが以下に報告する。

本文を草するにあたり、たえず御指導御援助をいただいた青森県りんご試験場長木村甚弥博士、岐阜大学福島正三博士、弘前大学正木進三博士、斉藤和夫博士、九州大学安松京三博士、愛媛大学石原保博士、農林省園芸試験場盛岡支場菅原寛夫博士、青森県経済連種市賢蔵指導課長の各位に深甚なる感謝の意を表する次第である。特に福島正三博士には本文御校閲の労を煩わし、誠に感謝にたえない所であり、心から厚くお礼を申しあげたい。また調査にあたり、青森県りんご試験場病虫部昆虫科の長田和一、小野靖夫の両氏および故中畑一成氏の絶大な御協力をいただいたことを明記して感謝の意を表したい。

II 分類学上の問題

菅原の私信(1962)によれば前述のように青森県や岩手県で近來ようやく増発の傾向にあるヒメヨコバイの1種は、農林省農業技術研究所長谷川仁枝官の同定にもとづくイシダヒメヨコバイであろうという見解が支配的である。

さて日本産 *Typhlocyba* 属に関する最初の分類学的研究は MATSUMURA (1931—1932) によって行なわれたが、ここでは台湾産の3種ならびに後に synonym とされた種も含めて15種が新種として記載されている。この中でイシダヒメヨコバイは札幌産カシワ (*Quercus den-*

tata THUNB.) 上で採集された2匹の雌を type specimen として同定された。その後 ISHIHARA (1953) は日本産ヨコバイ上科の目録中に *Typhlocyba* 属15種をあげているが、イシダヒメヨコバイに関しては単に MATSUMURA (1931—1932) の記載を引用しているに過ぎず、同様に ESAKI and ITO (1954) の目録中にも MATSUMURA (1931—1932) の記録以外新たな知見は見出せない。

今回筆者らが青森県津軽地方のリンゴ園から採集したいわゆるイシダヒメヨコバイは *Typhlocyba ishidai*

MATSUMURA または *Typhlocyba rosae* LINNÉ に最も近似しているが、この場合雄の aedeagus の検索によると内側の先端突起が分枝していることから *T. rosae* とは明らかに区別される。一方 MATSUMURA(1932) の報告は全く雄の記載をかくため筆者らの標本と MATSUMURA による *T. ishidai* との比較は困難であり、種名の同定は今後に持越される形となった。しかし aedeagus の形態はヨーロッパおよびアメリカ産の *Edwardsiana plebeja* (EDWARDS) によく類似し、さらにヨーロッパ産の *Typhlocyba lantaniera* と近似していることは特記すべきで、このさい BEIRNE (1956) はこの種の群に対して *Edwardsiana* 属を採用している。これは aedeagus の形態ならびに shaft の基部より出る突起の有無によって *Typhlocyba* 属と区別されるため、したがって BEIRNE の見解によればイシダヒメヨコバイ

は当然 *Edwardsiana* 属に入るものと考えられる。さらに aedeagus の先端突起の形態からみてヨーロッパおよび北アメリカなどにおいてリンゴの害虫として知られる *Typhlocyba pomaria* MCATEE および *Typhlocyba australis* FROGGATT はイシダヒメヨコバイと別種であることが明らかである。このようなことから本種の種名を決定するまでにはなお検討すべき点が多く、現在最終的結論にいたらないまま長谷川に従いイシダヒメヨコバイとして稿を進めることにしたい。

Order : Hemiptera
 Suborder : Homoptera
 Superfamily : Cicadelloidea
 Family : Cicadellidae
 Tribe : Cicadellini
 Genus : *Typhlocyba* (*Edwardsiana*)

III 日本における分布ならびに青森県における発生経過

1. 本種の分布

現在までのところ北海道および本州(青森, 岩手)が本種の分布圏である。なお MATSUMURA (1932) は採集地を札幌市として本種を記載している。また岩手県の記録は菅原ら(1963)の盛岡市における採集にもとづくものであるが、この場合は1961年園芸試験場が青森県藤崎町から盛岡市に移転したさい成, 幼木リンゴ樹の輸送によって青森県から持ち込まれた公算が大きく, その他のリンゴ栽培県における発生記録はまだない。

2. 青森県における発生経過

青森県ではじめて本種の発生を確認したのは1960年で弘前市種市共同防除組合の園地に大発生しかなり大きな

被害を与えたが当時はミドリヒメヨコバイ (*Empoasca flavescence* FABRICIUS) と誤認されていた。翌1961年には弘前市の北部, 板柳町, 鶴田町, 藤崎町, 五所川原市, 浪岡町等の岩木川両岸一帯に拡がり, 1962年春期の越冬卵量は特に弘前市種市地区と板柳町において多かつた。このようにして1962年の秋期までにさらに発生面積が拡大して津軽平野の大部分をおおうにいたり, 特に弘前市から藤崎町におよぶ岩木川沿岸のリンゴ園はもとより, 岩木山と黒石市を結ぶ線の北側平野部は高密度地帯として注目された。なおこの年の9月6日種市地区にヘリコプターによるデナボン粉剤の散布が行なわれたが, 当時の各地域における国光樹上の発生密度を示せば第1表および第1図の通りである。この表および図から

Table 1. Population of adults and nymphs of the leafhopper, *Typhlocyba ishidai* MATSUMURA. ^a

Date	Place-name	Number of adult	Number of nymph
1962. 9. 6	Itayanagi-machi	1.5	22.2
9. 20	Gohonmatsu, Namioka-machi	5.0	7.7
"	Gosanmae, Namioka-machi	12.2	43.1
"	Nagahashi, Goshogawara-city	9.0	17.1
"	Kawakura, Kanagi-machi	2.7	7.0
"	Kashiwa-mura	4.8	11.9
"	Mitsuya, Fujisaki-machi	8.6	22.5
"	Hirofune, Hiraka-machi	1.9	1.2
9. 22	Karadake, Hiraka-machi	2.5	3.2
"	Haragatai, Hirosaki-city	0	0
9. 24	Onizawa, Hirosaki-city	2.7	5.6
"			

Date	Place-name	Number of adult	Number of nymph
9.24	Yuguchi, Soma-mura	2.1	0.2
//	Godai, Iwaki-machi	4.5	3.3
9.26	Kawabe, Inakadate-mura	9.3	17.1
10. 3	Tokosbinai, Hirosaki-city	34.4	18.1
//	Takasugi, Hirosaki-city	4.2	1.1
//	Morita-mura	19.6	18.8
//	Mawarizeki, Tsuruda-machi	55.5	41.4
1963. 9.28	Nagasaka, Kuroishi-city	14.7	43.3
9.25	Nagahashi, Goshogawara-city	10.6	65.4
//	Nagamae, Hirosaki-city	11.0	25.0
//	Aonao, Hirosaki-city	19.8	24.8
//	Mawarizeki, Tsuruda-machi	5.8	27.0

a. 10 trees were investigated in 1962 and 5 trees in 1963, 20 leaves per tree were surveyed freely and the total number of insect were shown.

Fig 1. Map showing areas where the leafhopper has occurred in Aomori Prefecture.

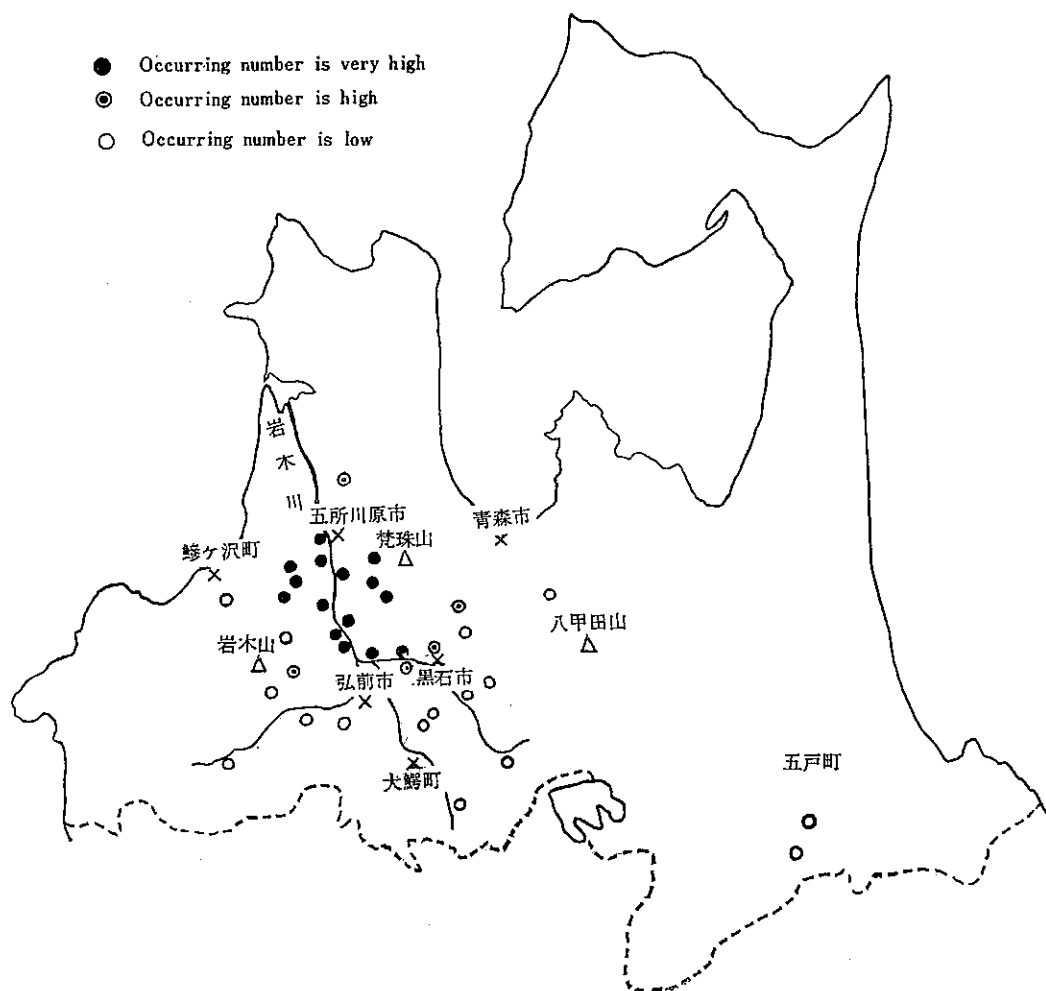


Table 2. Density of overwintering eggs of leafhopper. ^a

Date	Place-name	Number of eggs in 5 cm. long at the central part of twigs
1961. 4. 3	Taneichi, Hirosaki-city	24.4
1962. 4. 17	"	156.4
"	The suburbs of Goshogawara-city	7.6
4. 21	Shiroko, Fujisaki-machi	0.9
"	Itayanagi-machi	63.4
"	Aonao, Hirosaki-city	68.3
1963. 11. 18	Nagasaka, Kuroishi-city	29.0
11. 19	Gosanmae, Namioka-machi	59.2
"	Nagahashi, Goshogawara-city	120.2
"	Aonano, Hirosaki-city	77.0
"	Nagamae, Hirosaki-city	215.6
"	Mawarizeki, Tsuruda-machi	317.0

a. 5 to 15 trees per area and 10 to 20 twigs per tree were investigated.

Table 3. Some species of leafhopper attacking apple trees in Aomori Prefecture.

Date	Place-name	Per Cent <i>T. ishidae</i>	Per Cent <i>Empoasca flavescens</i>	Number Sampled
1963. 6. 5	Apple Exp. Sta., Kuroishi-city	100	0	81
8. 8	"	100	0	144
"	Nagasaka, Kuroishi-city	98.2	1.8	109
9. 13	Nagahashi, Goshogawara-city	92.4	7.6	79
9. 19	Apple Exp. Sta., Kuroishi-city	100	0	260
10. 9	Nagamae, Hirosaki-city	100	0	261
"	Mawarizeki, Tsuruda-machi	99.1	0.9	463
"	Nagahashi Goshogawara-city	96.9	3.1	389
10. 15	Apple Exp. Sta., Kuroishi-city	99.1	0.9	229
10. 28	Nagahashi, Goshogawara-city	95.8	4.2	431
10. 29	Apple Exp. Sta., Kuroishi-city	100	0	353
11. 18	"	99.4	0.6	163
11. 19	Nagahashi, Goshogawara-city	88.9	11.1	287
"	Mawarizeki, Tsuruda-machi	100	0	275
"	Nagamae, Hirosaki-city	100	0	306
1964. 8. 17	Moya, Aomori-city	74.5	25.5	55
9. 18	Apple Exp. Sta., Kuroishi-city	99.3	0.7	137
10. 27	"	100	0	142
11. 18	"	100	0	217

わかるように地域による発生密度にちがいはあるが、異常発生の様相がよみとられ、1963年においても予想通り前年の発生地域、特に北津軽郡、西津軽郡、南津軽郡および弘前市の一部に多発した。しかし一般の園においてはいち早くカーバメイト剤を主とする防除法を実施し、これが奏効してようやく発生は衰えはじめた。

一方この間において生活史その他の生態的事項が漸次解明されたが、1964年には本種の経過、習性に準じてひき続きキルバール等の有効な薬剤を使用したところ効果はてきめんにあられ、この年の被害は1部管理不良園にとどまった。

今大発生したヨコバイの種類がはたしてイシダヒメヨコバイのみであるかどうかを再確認するために行なった

県内数か所における時期別調査結果は第3表の通りで、大部分のリンゴ園では9割以上がイシダヒメヨコバイでしめられ、わずかに青森市雲谷および五所川原市長橋のリンゴ園に1~2割程度のミドリヒメヨコバイの1種を認めたと過ぎない。ちなみにこれまでの調査によると青森県におけるミドリヒメヨコバイおよびモンキヒロズヨコバイ *Oncopsis mali* MATSUMURA の発生は昭和11年から14年までと28年から31年に記録されている。

3. 突発発生の原因と発生の特徴に関する

2, 3の考察

本種の突発発生の経路については次の2つの場合が考えられる。

(i) 元来リンゴの害虫でありながら、潜在的な発生にとどまったため常発のミドリヒメヨコバイと混同視されていた。これが近来表面化したのは多年の薬剤散布層の変遷その他が一因としてあずかっていること。

(ii) 外国から新たに侵入して増殖した。

まず、発生源が苗木等の移入とは直接関係のない地域であり、とくに移入苗木は厳重な植物検疫下で処理されているから、外国からの侵入説を支持する強力な証拠はないが、この点については種名が確定し、世界的な分布が判明すれば自ら結論が出るであろう。これに対して(i)の場合は諸条件からみて発生誘発の可能性が強いので、この立場から突発的発生の直接の原因について考察してみたい。その第1は天敵とのバランスの破かいによる発生である。本種の天敵として有力なものは卵寄生蜂の *Anagrus* sp. と1種の寄生菌であるが、前者は殺虫剤の散布により、後者は殺菌剤の散布により影響をうける可能性が大きい。特に発生地は共同防除を実施しているため散布効果がかなり期待され、このことは天敵によって抑えられて少発生または潜在的発生にとどまっていた本種を天敵から解放することになり、ひいては漸進発生の経過をへて大発生を誘起したものと考えられることである。この場合園地周辺に多いリンゴ樹以外の寄主植物であるヤナギ類やニレ類の生長が発生に拍車をかけたという見方もできよう。害虫-天敵間のバランスの破かいによる害虫の大発生は世界的に共通なものであり、第2次世界大戦終末期における DDT の普及による各種ハダニ類の増殖 (BAKER, 1952) や、近くは長野県のリンゴ園におけるキンモンホソガ (*Lithocolletis ringonie-*

lla MATSUMURA) の大発生 (広瀬, 1961) はその好例である。

第2はある種の殺虫剤に対して抵抗性が発達し、その個体群が増殖した場合である。一般にヨコバイ類に対してパラチオン剤の有効なことはわかっており、反面ツマグロヨコバイ等の事例に明らかなように抵抗性を誘発しやすいことも周知の通りである (吉井ら, 1963)。イシダヒメヨコバイもこの例外でないとすれば今回のものはパラチオン剤に抵抗性を生じた個体群ではないかという疑問も生ずる。この点に関しては感受性系統との比較によって確かめなければならないが、このさいパラチオン剤の散布回数が多いことが抵抗性発達に対する有力な要因となろう。もち論本種の発生が少ないと淘汰は起らないわけであるが、寄主植物の多い弘前市種市地区の大発生は他地区に比し抵抗性系統発達への条件をみたしたためのもと考えられる。このほか天敵の減少と抵抗性発達の両要因が同時に生じたための大発生ということも充分考えられるが、最終的な結論を導くためには今後の検討が必要である。

なお発生の1特徴は分布が弘前市種市地区から波状的に拡大したことで、これは上記の考察をある程度裏づけるものであろう。一般に発生密度が高い地域は河沼、排水不良地の周辺および樹林に近い園地で、これらの地域には本種の好食草であるヤナギ類およびニレが多生する。特にリンゴ園がニレの生垣で囲まれたり、園の周辺にヤナギやニレの大木が豊富な場合は好繁殖地を提供することとなり、他に陽光の分布をさえぎる密植園も高密度発生を助長する条件となることは過去の発生経過に照して明らかである。

IV 形 態

1. 成 虫

雌の体長は3.2~4.1mm、世代により大小の変化があり、複眼を含めた頭巾は0.65~0.70mm。全体乳白色ないし淡黄色、個体により頭部および腹部が濃黄色を呈するものもある。頭頂は半円形、前方にやや突出し、中央部に1条の縦線がある。額面は長く、頬はへこんでいる。小照板は逆三角形、後端は尖り、中央部は三角状に浅くかんぼつする。複眼は淡灰緑色。前翅は乳白色半透明であるが先端のみ透明、後翅は全体透明。前翅長2.8~3.2mm、後翅長2.6~2.9mm。翅脈は前、後翅共に翅縁と直接に交わり後翅には垂翅を有する。羽化後日数のたつた成虫の

各脚の爪、産卵管および口吻は褐色。鋸弁鞘の末端部は外縁にそって黒色。産卵管は0.9mm内外、背面に向ってわん曲する。

雄の体長は3.0~4.1mm、世代により大小の変化がある。生殖節は雌よりも短い。挿入器は褐色、2対の先端突起を有し、内側の1対は基部または中位部、多くは中位部で分枝し、長い枝の方は背面に向って強くわん曲する。なお挿入器の shaft の基部からの突起はみとめられない。

2. 幼 虫

形は成虫に類似するが翅をかく。体の各部に剛毛を疎

生し、頭部前縁は扁平。全体乳白色ないし淡黄白色、稀に濃黄色の個体もある。複眼は白色または淡灰色。幼虫は5令を経過して成虫となり、各令の体長はそれぞれ1.0, 1.3, 1.7, 2.0および2.7mm。この場合、頭巾によっておよそ各令期の判定は可能であるがさらにつぎの点は有力な区別点となる。

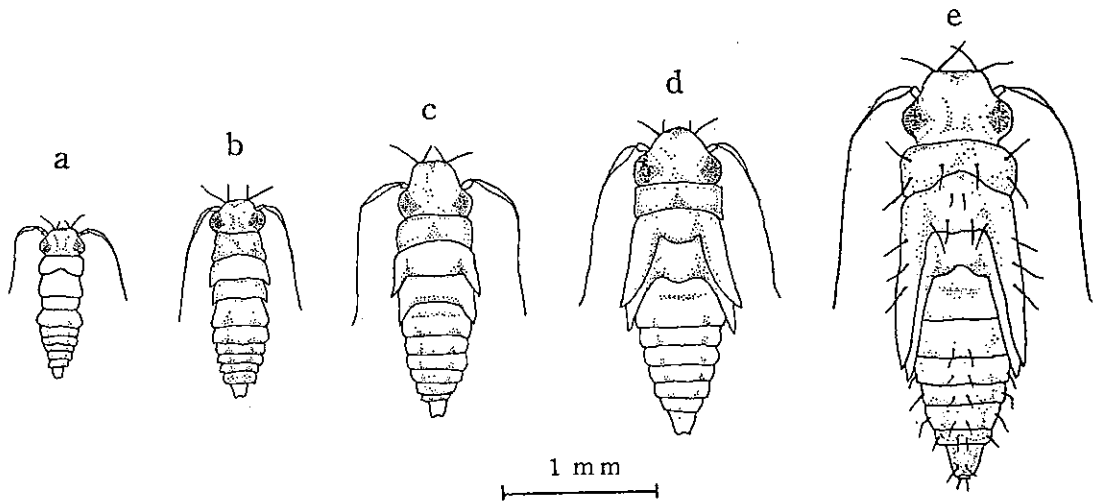
- 1令：翅芽の発達は全く認められず、中胸背面の長さが前胸および後胸のそれより明らかに長い。
2令：中胸および後胸の側面がわずかに後方に伸び、

翅芽の発達が認められる。背面における各胸節の長さがほぼ等しい。

- 3令：中胸の翅芽は第1腹節の背面基部近くまで達し、後胸のそれは第1腹節の中央まで伸びる。
4令：中胸の翅芽は第1腹節の中央まで、後胸のそれは第1腹節の後縁に達する。
5令：翅芽は著しく伸長し、中胸のものは第3腹節の中央まで、後胸のそれは第3腹節の後縁まで達する。

Fig 2. Nymphal stages of the leafhopper.

- a : First instar
b : Second instar
c : Third instar
d : Fourth instar
e : Fifth instar



3. 卵

長径0.80mm, 短径0.24mm, 長卵形でバナナ状に曲り、乳白色、半透明で光沢があり、ふ化時期が近づくと赤褐色の眼点があらわれる。なお夏卵, 冬卵による形態的差異はみとめられない。

4. 2, 3 形質の変異

(1) 卵の大きさ

夏卵は葉脈中に、冬卵は新梢の表皮下に産下されるので両者の間に形態的差異があるかどうかを調査した。

調査方法

1964年8月1日から10日までの間に寄生の多かった日光の葉を80%アルコール中に保存しておき、その後実体顕微鏡下で葉脈を切開して葉脈中の夏卵をとり出し、オ

Table 4. Size of eggs of the leafhopper.

Treatment	Length			Width			Number Examined
	Average \pm 99% fiducial limits	Maximum	Minimum	Average \pm 99% fiducial limits	Maximum	Minimum	
Summer egg	0.79 \pm 0.023	0.86	0.77	0.24 \pm 0.012	0.26	0.22	13
Winter egg	0.81 \pm 0.022	0.89	0.75	0.24 \pm 0.009	0.28	0.22	22

キュラー・マイクロメーターを装てんして検鏡した。

冬卵は1964年3月に採集した新梢のまま5°Cに保存し9月に夏卵と同様の方法で測定した。

調査結果は第4表の通りで、夏卵と冬卵による大小の差異はなく、また両者の外形的差異もほとんど認められなかった。

(2) 発生時期による成虫の変異

本種は年に3世代を経過するが、この場合成虫に世代間の変異があるかどうかを明らかにするためつぎの調査

を行なった。

調査方法

1963年、実体顕微鏡にオキュラー・マイクロメーターを装てんして各世代の成虫における体長、頭巾、後脛節長、前翅長、後翅長および産卵管長を測定した。このさい体長は頭頂から翅端までとし、その他各部位の測定位置は第3図の通りである。なお供試成虫はいずれもりんご試験場内のリンゴ樹上で採集した。

Fig 3. Measured position of some parts of adult.

- a : Head width
- b : Length of hind tibia
- c : Length of fore wing
- d : Length of hind wing
- e : Length of ovipositor

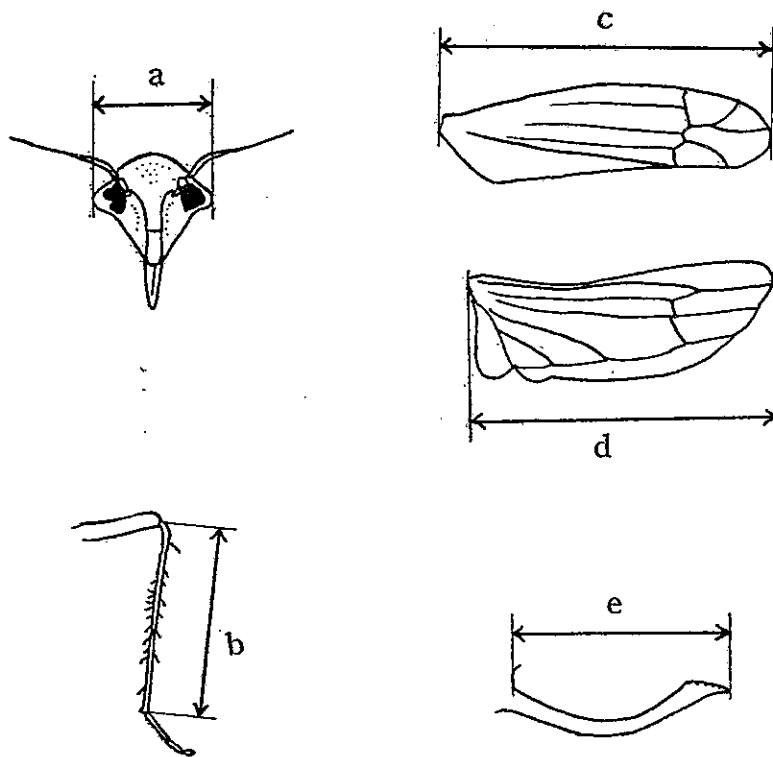


Table 5. Variation of body length in generation.

Date	Sex	Average ^a	Maximum	Minimum	Number Sampled
6.10 (1st generation)	female	3.62 ± 0.054 ^{mm}	3.75 ^{mm}	3.39 ^{mm}	22
	male	3.50 ± 0.077	3.64	3.39	13
8.8 (2nd generation)	female	3.35 ± 0.053	3.57	3.21	21
	male	3.17 ± 0.080	3.46	3.00	20

Date	Sex	Average ^a	Maximum	Minimum	Number Sampled
10.21 (3rd generation)	female	3.94±0.063 ^{mm}	4.14 ^{mm}	3.75 ^{mm}	22
	male	3.74±0.022	4.14	3.50	22

a. Fiducial limits are 99 per cent.

Table 6. Variation of the parts of a body of adult in generation.^a

Date Collected	Sex	Head Width	Length of Hind tibia	Length of Forewing	Length of Hindwing	Length of Ovipositor	Number Sampled
6.10 (1st generation)	female	0.69±0.012 ^{mm}	1.43±0.023 ^{mm}	2.92±0.032 ^{mm}	2.61±0.034 ^{mm}	0.90±0.040 ^{mm}	18
	male	0.65±0.010	1.38±0.019	2.75±0.071	2.55±0.057		13
8.8 (2nd generation)	female	0.66±0.016	1.41±0.024	2.81±0.047	2.49±0.053	0.94±0.038	45
	male	0.65±0.015	1.38±0.051	2.81±0.049	2.50±0.079		19
10.21 (3rd generation)	female	0.70±0.009	1.49±0.026	3.20±0.034	2.89±0.044	0.98±0.036	30
	male	0.66±0.011	1.41±0.027	3.02±0.058	2.74±0.058		30

a. Fiducial limits of mean value in table are 99 per cent.

結果

体長の測定結果は第5表、その他各部位の測定結果は第6表の通りで、一般に雌の体長は雄のそれよりもやや大きい。また、世代による変異では第3世代のものが第1、2世代のものより明らかに大きい。すなわち、雌雄ともに第1、2世代のものと第3世代のものの体長間に有意な差があり、同様に頭巾、後脛節長、前翅長および後翅長においても第1、2世代と第3世代の間にそれぞれ有意差が認められたが、第1世代と第2世代の個体群間にはいずれの部位においても明らかな差は認められなかった。なお、その他の部位についてはくわしい調査はしていないが、世代による外見上の色彩ならびに形態的变化はないようである。ただ第3世代雄における挿入器の先端突起の内側のものが基部近くで分枝する個体数が第1、第2世代のものより多い傾向が認められる。

考察

一般に年に数世代を経過する昆虫の世代による大きさ色彩の変化などについては蝶類その他で季節型等の呼び名で知られている。ヨコバイ類の発生時期による genitalia の形態的変異に関しては MÜLLER (1959) がヨーロッパの *Ouscelis* 属で例示しており、その成因は日長等の環境条件の変化にあるとされる。前述のようにインダヒメヨコバイにおける変異で最も著しい点は第3世代成虫の各部位が他の世代のものに比べて大きいことである。このことからすれば MATSUMURA (1932) の原記載

における体長および採集時期(9月30日)は第3世代成虫によつたものと推定される。一方生態的には第3世代成虫が冬卵を新梢の表皮下に産下することは第1、2世代成虫が葉脈中に夏卵を産下するのと対照的であり、また成虫の寿命が長いばかりでなく飛やく力が強い点など、形態的特性とともに興味ある異質性といえよう。

(3) 翅脈の変異

成虫の翅脈にはかなり変異が認められるのでつぎにその様相と出現頻度について調べた。

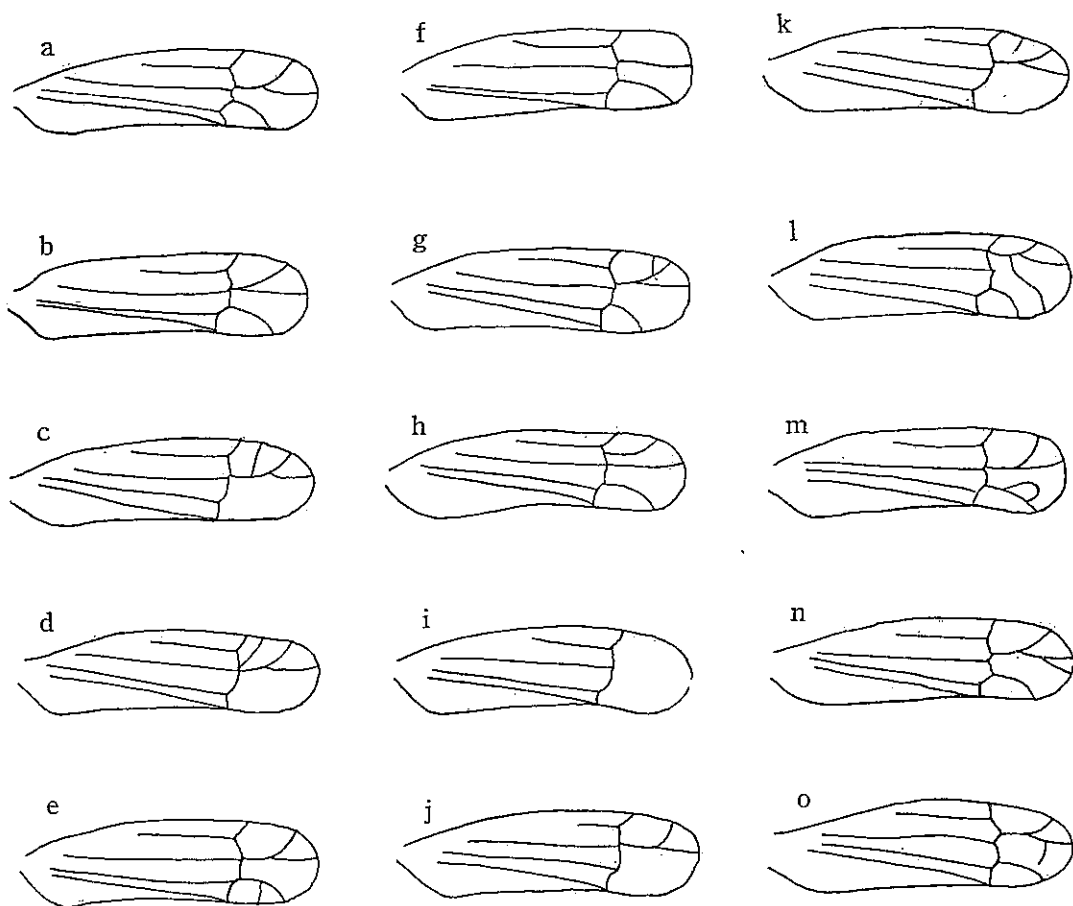
材料および方法

1964年青森県りんご試験場および北津軽郡鶴田町廻原産第3世代成虫を供試して前翅の翅脈変異の出現頻度を調査した。なお採集はりんご樹上で行ない、採集月日は前地においては11月18日、後地では10月29日である。

結果および考察

- 翅脈の変異型として指摘されるのは第4図に示す通りで、これらは正常型(a)に対してつぎの点で異なっている。
- (b) : 第1および第2中脈の分岐点は横脈との交叉部にあたる。
 - (c) : M_1 と M_2 の分岐点と、横脈とMの交叉点の中間より前方に向かって余脈があり、Cu+Mを欠く。
 - (d) : Bとよく似るが余脈は横脈と中脈の交叉部より発する。
 - (e) : Cu+Mが2分する。
 - (f) : M_1 を欠く。

Fig 4. Variation of forewing venation.



- (g) : M_1 が中央部で2分する。
 (h) : M_1 , M_2 が横脈よりそれぞれ離れて独立に発する。
 (i) : M_1 , M_2 ; $Cu+M$ を欠く。
 (j) : $Cu+M$ を欠く。
 (k) : $Cu+M$ を欠き, ac_4 に前縁から小脈がでる。
 (l) : $R_1 \sim R_3$ があり, M_1 , M_2 を欠く。
 (m) : $M+Cu$ より余脈が生じ, これが1室を作って同脈に戻る。
 (n) : M_2 が2分し, 分脈は翅縁に向かう。
 (o) : M_2 が2分し, 分脈は $M+Cu$ に向かう。

以上によっても明らかなように、翅脈の変異はほとんど横脈より外部の方向に認められ、この部分における翅脈が変化しやすいことを物語っている。今変異型の各タイプを示すと第4図の通りである。またりんご試験場および畑堰産のものについて翅脈変異の出現頻度を調査した結果は第7表の通りで、これからbおよびcタイプが比較的多いことがわかる。このさいこれら2地域産のものにi, j, k, l, m, nおよびoタイプと目されるものが見あたらないが、他の地域および同地産の第1, 2世代のものにおいてこれらのタイプが確認された。

Table 7. Variation of forewing venation.

Place Collected	Number Examined	Type variation and its frequency							Normal
		b	c	d	e	f	g	h	
Kuroishi-city	483	30	7	1	5	2	2	1	435
Tsuruda-mach	217	10	4	0	1	1	2	0	199

V 発 育

1. 幼虫期間

材料および方法

1963年4～5月、新梢に産付された越冬卵を新梢とともに20°Cに加温して同時に多数の幼虫をえた。つぎに5月8、11および22日に各24時間以内にふ化した幼虫を1群としてポット栽培の紅玉苗木に放飼し、これを網室内に収容後毎日羽化虫数を調査して第1世代の幼虫期間を算出した。また、第3世代の幼虫期間を知るためには上と同様な方法により1963年8月13～16日にふ化した幼虫を1群とし、第2世代の幼虫期間は1964年に調査された。

1964年における幼虫期間の調査方法を記すと、5°Cに保存した前年の越冬卵を5月下旬に20°Cに移し、6月中旬これよりふ化した幼虫を水挿しにした新梢葉に放飼後15、20および25°Cの恒温槽にそれぞれ収容した。

これとは別に6月20日にふ化した幼虫群を室温下で飼育し、第2世代の幼虫期間を記録した。なおこの場合の飼育期間中の室温は最高30.0°C、最低15.4°C、平均22.3°Cである。

結果

(1) 圃場における幼虫期間

第8表に明らかなように5月中にふ化した第1世代の幼虫期間は27～38日、平均32～33日である。これに対して第2世代幼虫のそれは14～18日、平均16日で第1世代におけるよりも著しく短かく、また第3世代幼虫のそれは22～51日、平均29日で第1世代のものより多少短い程度である。しかし第3世代においては最短、最長間の差が大きく、中には50日以上 of 長期間を要したものもある。なお雌雄別では雌の方が雄よりもわずかに長い傾向を示した。

Table 8. Average duration in days of nymphal stage of the leafhopper in field.

Generation	Date Hatched	Sex	Average nymphal duration ± 99% fiducial limits	Minimum nymphal duration	Maximum nymphal duration	Standard deviation	Number Emerged
1st	5.8	female	34.0 ± 0.5	31	38	1.462	66
		male	33.0 ± 0.5	28	38	1.782	109
			33.4 ± 0.3	28	38	1.737	175
	5.11	female	32.9 ± 2.1	30	37	2.132	10
		male	32.2 ± 1.5	28	37	2.149	18
			32.4 ± 1.1	28	37	2.133	28
5.22	female	32.4 ± 1.0	28	37	2.108	32	
	male	31.8 ± 5.1	27	37	3.372	6	
		32.3 ± 1.0	27	37	2.230	38	
2nd (in insectary)	6.20	female	15.9 ± 0.2	15	17	0.510	44
		male	15.4 ± 0.6	14	18	1.362	36
			15.7 ± 0.3	14	18	1.011	80
3rd	8.13-8.16 a	female	30.7 ± 1.3	22	51	4.401	81
		male	28.5 ± 1.0	22	47	4.400	129
			29.4 ± 0.8	22	51	4.524	210

a. The nymphal duration was calculated as they hatched on August 14.

(2) 定温下における幼虫期間
15, 20および25°Cの定温下で飼育した場合の幼虫期間は第9表に示す通りで、雌雄による幼虫期間は圃場にお

ける場合と同様、雌のそれが雄の場合に比しやや長い傾向がみられる。

Table 9. Average duration of in days of nymphal stage of the leafhopper in insectary.

Date Hatched	Temperature	Sex	Average nymphal duration $\pm 99\%$ fiducial limits	Minimum nymphal duration	Maximum nymphal duration	Standard deviation	Number Emerged
6.19	15°C	female	33.9 \pm 0.7	31	38	2.074	60
		male	33.7 \pm 1.2	30	40	2.736	36
			33.8 \pm 0.6	30	40	2.334	96
6.17	20°C	female	21.5 \pm 1.5	19	26	1.761	13
		male	20.0 \pm 1.3	17	26	2.026	20
			20.6 \pm 1.0	17	26	2.045	33
6.19	20°C	female	18.9 \pm 0.4	18	20	0.640	20
		male	18.7 \pm 1.1	16	24	1.713	21
			18.8 \pm 0.6	16	24	1.294	41
6.20	20°C	female	19.7 \pm 0.7	17	23	1.497	37
		male	19.2 \pm 0.7	18	21	1.032	19
			19.6 \pm 0.4	17	23	1.077	56
6.18	25°C	female	16.2 \pm 2.9	15	19	1.081	20
		male	15.8 \pm 0.8	14	19	1.109	16
			16.0 \pm 0.5	14	19	1.095	36
6.19	25°C	female	16.9 \pm 0.7	15	18	0.993	17
		male	15.9 \pm 1.3	14	19	1.553	13
			16.5 \pm 0.7	14	19	1.330	30

考察

一般に昆虫の発育と温度との間には密接な関係があり、適温範囲内においては高温にむかうほど発育が促進されることは周知の通りである。前述のように5月中にふ化した第1世代幼虫期間の平均は32~33日で、これは15°C定温下におけるそれと一致し、また第2世代の平均幼虫期間は約16日で25°C下におけるそれに最も近い。この場合1963年5月の圃場平均気温は約14°C、6月のそれは17°Cを示したが、これは第1世代の幼虫期間中の温度に相当する。一方1964年における第2世代幼虫期間中の圃場気温の平均は22°Cで、25°C定温下における幼虫期間と大体同じである。なお第3世代の平均幼虫期間は29日となっているが、この場合1963年8月中、下旬ならびに9月上、中旬の平均気温がそれぞれ22°Cおよび18°Cを示したことからすると、温度の割に幼虫期間が長びいたようである。特に数匹は40日以上、最長は50日を要したが、このことは第3世代成虫が他世代のそれに比して大形であることや休眠卵をうむという生理

的特性から考えて興味があり、これが原因は今後において解明すべき問題でもあろう。

2. 幼虫頭巾の成長

幼虫期における頭巾の成長過程を調査し、その結果2, 3の成長式に対する適合度を検討した。

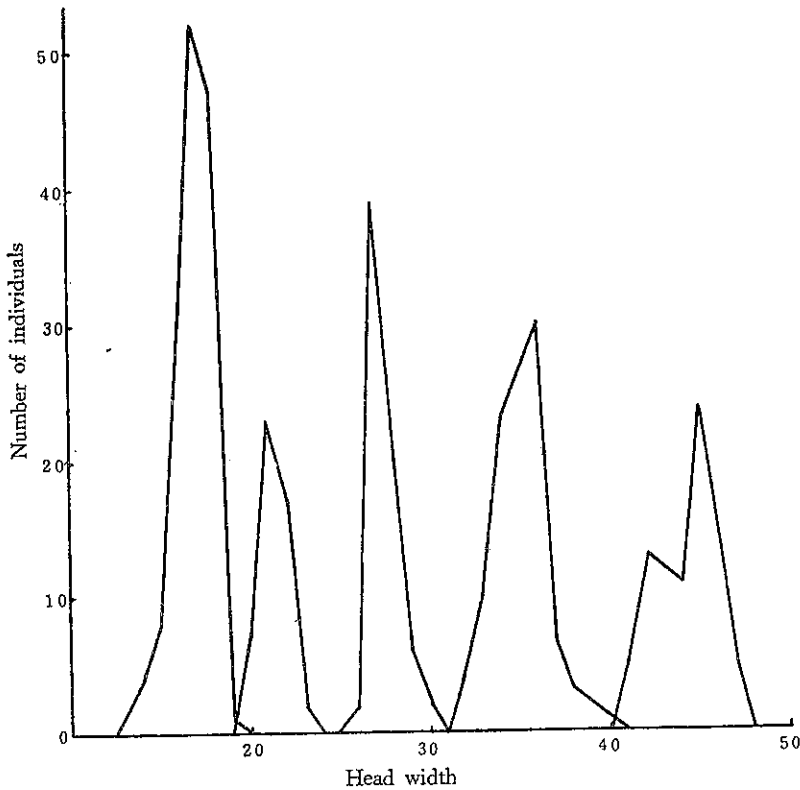
材料および方法

1964年8~10月、りんご試験場圃場における特定の苗木上ですべてのインダヒメヨコバイを除去し、翌日この苗木にいるふ化直後の幼虫を採集、室温下で水挿しにしたリンゴ新梢にこれを放飼し、以後脱皮回数を確認しながら各令別に80%アルコールに保存しておき、後日オキユラー・マイクロメーターで複眼を含めた頭部の最大巾を測定した。

結果および考察

すでに幼虫期に5令を経過することは脱皮回数によってたしかめられたが、このさい第5図に示す通り頭巾の成長経過からも5令を経過することは明らかである。各

Fig 5. Distribution of head width of the leafhopper nymphs.
(1 unit of head width=0.0154 mm)



令における頭巾の平均値, 最大値, 最小値, 標準偏差, 変異係数および令間の成長比を示すと第10表の通りである。すなわち第1~5令の平均値はそれぞれ0.26mm, 0.33mm, 0.42mm, 0.54mm, および0.68mmで, 成長比は第2令から第3令になるときに最も大きく1.293を示し, 第3~4令間は1.275でこれについており中令期における成長がいくぶん大きいことがわかる。

なお第5図の第1~2令および第4~5令の交叉部における個体の令期の判定は脱皮回数によった。

つぎに実測値の2, 3の成長式に対する適合度

$$\left(\frac{\text{実測値} - \text{計算値}}{\text{実測値}} \times 100 \right)$$

を知るため DYAR, GAINES & CAMPBELL および TOKU-

NAGA の各式に実測値を代入して各係数を算出し, つぎの式がえられた。

DYAR の式 $\log Y = 1.1161 + 0.1066X$

G. & C.の式 $\log Y = 1.1304 + 0.971X + 0.0006X^2$

TOKUNAGA の式 $\log Y = \frac{Y}{88.334 - Y} = 0.1689(X - 5)$

ただしこの場合のXは令数, Yは頭巾で, これらの式より算出した計算値は第11表の通りで, さらにその適合度は第12表に示す通りである。

Table 10. Head width of nymphs.

Instar	Average $\pm 99\%$ fiducial limits	Minimum	Maximum	Standard deviation	Coefficient of variation	Growth ratio	Number Examined
I	16.94 \pm 0.22	14.0	19.0	1.021	6.03	—	142
II	21.29 \pm 0.29	20.0	23.0	0.755	3.55	1.257	49
III	27.52 \pm 0.26	26.0	30.0	0.815	2.96	1.293	69
IV	35.10 \pm 0.38	32.0	40.0	1.511	4.30	1.275	106
V	44.17 \pm 0.47	41.0	47.0	1.671	3.78	1.257	84

Table 11. Calculating value of head width which conducted by each formula.

Instar	Value by actual measurement	DYAR	GAINES & CAMPBELL	TOKUNAGA
I	16.94	16.70	16.91	15.40
II	21.29	21.35	21.24	20.98
III	27.52	27.29	26.76	27.81
IV	35.10	34.88	33.82	35.69
V	44.12	44.58	42.86	---

Table 12. Fitness of each formula.

Instar	DYAR	GAINES & CAMPBELL	TOKUNAGA
I	1.42	0.18	9.09
II	-0.28	0.24	1.46
III	0.84	2.76	-1.05
IV	0.63	3.65	-1.68
V	-1.04	2.86	---

以上のように各式の適合度を見た結果では DYAR の式が最もよく適合した。これに対し G. & C. の式では第3令以後の計算値が実測値より小さくなり、TOKUNAGA の式では第1令の値が実測値よりも特に小さくなっている。いうまでもなく DYAR の式は成長に関する実験式の中でも最もよく知られているもののひとつで、すでに各種の昆虫に適用されており、一般式 $\log Y = a + bX$ で示される。ここで a および b は恒数で、b の逆対数値が DYAR の恒数といわれ、成長比の平均値に相当する。イシダヒメヨコバイの成長比が 1.257~1.293、その平均値が 1.271 で成長比の変動が少いためこの式によく適合したものと考えられる。また、幼虫令期は各令の形態的变化、特に翅芽の長さにより区別されることはすでに述べたが、幼虫の頭巾を測定すると一令期の判定が容易であることが明らかとなった。

3. 卵巢内の成熟卵数

第3世代成虫による越冬卵の産卵活動期間を推測する手段として卵巢内の成熟卵数を一定期間調査するとともに、産卵時における卵巢内の成熟卵数をしらべた。

材料および方法

1964年9月中旬から11月上旬にわたりりんご試験場圃場から成虫を採集、80%アルコールで処理した後ただちに実体解剖顕微鏡下で腹部を切開して産卵当時の卵と同大に発育した卵数を調査し、また同時に同法により交尾中の雌および未交尾雌の卵数を記録した。

結果

卵巢内に成熟卵を包蔵する個体は10月15日から急激に多くなる。すなわち10月9日前の卵巢内の平均成熟卵数は1個以下で、10月15日以後には3個以上となり、10月10日前後に卵発育のする時期があつて10月15日頃には大

Table 13. Seasonal variation of incubated number of mature eggs.

Date	Number Sampled	Mature eggs per female				Number of female without mature eggs
		Average A ^a	Average B	Maximum	Minimum	
9. 18	20	0.05	1.0	1	0	19 (95%)
22	25	0.1	1.0	1	0	
10. 9	20	0.3	2.3	3	0	14 (70)
15	54	3.8	4.1	8	0	
21	39	3.8	3.9	7	0	5 (9)
33	52	2.2	2.8	5	0	
26	55	3.2	3.4	7	0	1 (3)
11. 9	55	3.7	4.3	10	0	
						14 (27)
						2 (4)
						9 (16)

a. Average A.....on number of total individuals

Average B.....on number of individuals which have mature eggs

多数のものが成熟する。調査結果によると、卵巣内の成熟卵数は個体によりいくぶん差があり、10数個を包蔵するものはまれで、多くは10個以下、一般には3~5個にとどまる。

なお、10月5日から21日までの間に交尾中の雌12頭について調査した結果では成熟卵をもったものは全くなかった。さらに羽化直後より個体飼育して交尾の機会をあたえないものでは個体により変異はあるが、交尾したとみなされる圃場産の雌の場合と大差ないほどの成熟卵を蔵したのもあった。

考察

成熟卵の蔵卵数ならびに成熟卵を包蔵する個体群は10月10日前後を境として増減しているが、これは1964年の圃場における越冬卵の産卵がこの頃より急増している事実を裏がきする。従って第3世代成虫の蔵卵数ならびに成熟卵を有する個体数の変化を調査することにより、越冬卵の産卵時期をほぼ推定できると考えられる。また、交尾中の雌が全く成熟卵を包蔵しないのは、交尾が羽化後の経過日数の浅い雌との間に行われ、したがって卵細胞が未発達の状態にあることによる。また、交尾しない雌でも成熟卵を蔵するようになることからみて、卵巣内における卵の成熟には必ずしも交尾行動が関係しないように思われる。

4. 越冬卵の発育と温度

越冬卵の休眠の実態を知るため、圃場の越冬卵に対する加温時期とふ化状況ならびに低温に対する接触期間とふ化状況との両関係を調査した。

材料および方法

1963年1~4月、弘前市青女子からリンゴの新梢に産卵された越冬卵を新梢とともに採集して直ちに卵数を調べ、直径3cm、長さ15cmの試験管に試験管1本あたり

新梢を2、3本ずつ入れ、わずかに水を与えた後、20日毎に25、20、15°Cおよび10°Cで加温し、加温後のヨコバイのみの平均ふ化日数およびヨコバイ卵寄生蜂 (*Anagrus* sp.) との合計数によるふ化率を調査した。この場合4試験管を1処理区として扱った。

一方低温接触期間とふ化状況との関係を見るため、1962年11月15日(弘前市青女子産)および1963年11月19日(鶴田町廻堰産)に越冬卵の産下されているリンゴの新梢を採集し、同年共11月19日に上記と同じ方法でこれらを試験管に収容、5°Cの恒温槽に保存した後1962年のものについては約20日毎に、1963年のものは10日毎にとり出して一様に20°Cの定温器に移し、処理ごとにその後のふ化状況を調査した。このさい両年共低温期間0のものを11月19日に20°Cで加温して対照区とした。

結果

(1) 圃場における越冬卵の加温時期とふ化状況

1月1日から4月29日まで時期別に加温した場合の平均卵期間は第14表の通りで、そのふ化率は第15表に示す通りである。すなわち25~10°Cにおいては加温時期のいかににかかわらず高温下ほど早くふ化し、同一温度下では遅く加温したものほどふ化は速進される。また加温時期と平均卵期間との関係では1~2月、および4月8~29日の間に卵期間が著しく短縮することがわかった。一方25°Cおよび20°Cにおけるよりも低温下でふ化率は高くなり、前者における60%前後のふ化率に対し15°Cおよび10°Cでは80%前後を示した。なお加温時期のちがひによるふ化率は加温の対しょう温度により異なり、一般に1月中に加温した場合にふ化率は低く、その後の加温によって高くなる傾向があり、特にこの傾向は25°C処理区において顕著にあらわれ、4月に加温したものは処理温度にかかわらずふ化率がやや低かった。

Table 14. Average incubation period after heating up.

Date Heated	Average incubation period at 25°C	Number Hatched	Average incubation period at 20°C	Number Hatched	Average incubation period at 15°C	Number Hatched	Average incubation period at 10°C	Number Hatched
1. 1	25.2±1.2	67	35.1±1.0	249	52.1±1.1	402	96.4±1.7	458
18	21.8±0.5	265	27.7±0.5	556	44.9±0.7	624	86.0±1.1	435
2. 7	17.1±0.5	207	24.7±0.5	429	42.8±0.9	386	75.7±0.9	592
27	16.3±0.3	341	21.8±0.4	265	38.4±0.7	401	65.7±0.4	231
3. 19	14.0±0.2	956	18.4±0.2	930	34.8±0.4	958	61.1±0.6	889
4. 8	13.3±0.3	669	15.6±0.3	699	27.6±0.4	478	55.9±0.7	727
29	8.1±0.3	310	9.9±0.3	492	19.9±0.8	265	30.9±1.4	296

Table 15. Hatching percentage of overwintering eggs of the leafhopper, *Typhlocyba ishidai* MATSUMURA and percentage of emergence of *Anagrus* sp.

Date Heated	25°C				20°C				15°C				10°C			
	<i>T. ishidai</i> (a)	<i>Anagrus</i> (b)	a+b	Eggs Sampled	<i>T. ishidai</i> (a)	<i>Anagrus</i> (b)	a+b	Eggs Sampled	<i>T. ishidai</i> (a)	<i>Anagrus</i> (b)	a+b	Eggs Sampled	<i>T. ishidai</i> (a)	<i>Anagrus</i> (b)	a+b	Eggs Sampled
1. 1	3.3	3.2	6.5	2026	27.4	21.5	48.9	910	42.4	12.2	54.6	947	49.6	11.2	60.8	923
18	18.8	8.4	27.1	1413	52.3	22.0	74.3	1064	43.9	11.5	55.4	1423	64.8	17.1	81.9	671
2. 7	47.4	15.1	62.5	437	64.1	3.3	67.4	668	74.1	24.2	98.3	521	66.7	6.8	73.5	887
27	49.6	13.4	63.0	688	43.5	12.6	56.1	609	68.0	8.0	76.0	590	84.6	13.2	97.8	273
3. 19	86.4	7.3	93.7	1107	58.6	8.3	66.9	1587	66.6	16.3	82.9	1439	79.0	4.9	83.9	1126
4. 8	38.4	18.7	57.1	1742	43.8	14.4	58.2	1595	64.9	14.2	79.1	572	—	—	—	—
29	24.7	15.8	40.5	1253	46.9	8.5	55.4	1050	33.4	20.1	53.5	793	39.3	10.2	49.5	753

Table 16. The influence caused hatching of overwintering eggs of the leafhopper by preservation at 5°C.

Days Pre served at 5°C	1963			1962					Eggs Sampled
	Date Heated at 20°C	Incubation period after heating ± 99% fiducial limits	Number Hatched	Date Heated at 20°C	Incubation period after heating ± 99% fiducial limits	Percentage of hatching			
						<i>T. ishidai</i> (a)	<i>Anagrus</i> (Emergent) (b)	a+b	
0	11.19	51.9±2.30	161	11.9	39.9±2.1	—	—	—	—
10	29	41.7±1.17	334						
20	12.9	40.7±1.26	128	12.9	33.2±1.2	33.6	—	—	431
30	19	36.9±0.63	458						
40	29	31.7±0.43	600	29	29.6±0.9	48.3	7.4	55.7	377
50	1.8	28.9±0.84	177						
60	18	27.0±0.42	394	1.18	26.2±0.7	49.8	5.4	55.2	634
73	31	24.2±0.35	444						
80	2.7	—	—	2.7	21.8±0.6	47.9	12.9	60.8	753
90	17	22.3±0.27	735						
100	27	20.5±0.36	597	27	21.4±0.5	57.2	15.1	62.3	568
109	3.7	20.2±0.34	601						
120	18	18.1±0.29	773	3.19	16.3±0.4	67.1	17.8	84.9	473
130	28	18.2±0.42	351						
140	4.7	16.5±0.37	437	4.8	15.1±0.6	60.1	3.2	63.3	381
150	17	16.7±0.32	468						
160	27	13.3±0.27	341	29	11.4±0.4	44.4	9.6	54.0	700
170	—	—	—						
181	5.18	12.3±0.22	598						
190	—	—	—						
200	6.6	10.2±0.15	837						

(2) 越冬卵に対する低温接触期間とふ化状況

1962, 1963両年ともに低温期間の長いほど20°C加温後の平均卵期間の短縮することがみられた。この場合低温期間の短いほど卵期間は乱れ、処理期間が20日以上にわたるときはその乱れが少なくなる。また低温接触期間の長短によるふ化率に大きな差がはいはないが、処理期間が20日の場合と160日以上のものとのくらべると前者のふ化率はやや低くなっている。これらの結果は第16表の通りである。

考案

イシダヒメヨコバイの夏卵は盛夏期においては約2週間てふ化する。この時期の気温は25°C前後である。一方

冬卵は上の結果においても明らかなように低温接触期間の短かい場合には年内のものを25°Cに移してもふ化までにかなり長期間を要する。これは低温接触期間が長くなるほどその後の加温によってふ化期間の短縮する休眠卵の1特性である。一般に冬期に卵休眠する昆虫の胚子発育は卵期にある程度低温に接触しないと正常に行なわれないことが多い。本虫の休眠発育完了時期と低温接触期間との関係は第16表に示す通りである。すなわち11月中旬に低温に移した場合、60日頃までは低温接触期間の長さにしたがって加温後の卵期間が短縮し、それ以後は速度がおちることから少なくとも60日以上低温期間を必要とするように考えられる。この場合越冬卵の産卵は

9月中旬頃より行なわれるので処理時の11月中旬以前にすでにかなりの低温に接触しているはずで、青森県における10月の平均気温は9時で15°C、最低8°C、11月上旬のそれが10°Cおよび6°Cを示すことから、このことが容易に推察されよう。

一方圃場の越冬卵を時期別に加温した場合、1月から2月上旬にかけて卵期間の著しく短縮する時期がみられるが、この頃が休眠发育の完了期とみなされる。この時期はまた60日間5°Cに保存した場合の卵期間の短縮とほぼ一致する。このさい4月上～下旬に再び卵期間の短縮

が著しくなるが、これは圃場における気温の上昇があつた結果と思われる。なお5°Cに保存した休眠卵が休眠发育終了後でも漸次平均卵期間を短縮することがあるが、これは5°Cのような低温下でもいくぶん胚子に変化するためであろう。しかし休眠发育を完了した卵を384日間5°Cで処理してもふ化しないこともあり、このことから休眠終了後胚子发育が進んでもふ化能力を獲得できない温度範囲があるようにも考えられる。この好例はハッタ *Melanoplus bivittatus* SAY の卵において認められている (CHURCH & SALT, 1952)

VI 生活史

従来インダヒメヨコバイの生活史にふれたものはわずかに筆者ら (津川ら, 1964) の年間発生消長に関する報告と、園芸試験場盛岡支場 (1963, 1964) による時期的な発生量の推移に関する報告のふたつだけで、まだ全ぼうを明らかにするまでにはいたっていない。このようなことから筆者らは1961年以来本虫の生活史についてかなりくわしい調査研究をしてきたので、これまでの成果を以下に述べる。

1. 越冬卵のふ化時期

材料および方法

越冬卵の産下された新梢を約14cmの長さになり、直径3cm、長さ15cmの試験管に入れ、少量の水を与えて、布又は障子紙を輪ゴムでおさえて蓋とし、直射日光の当たらない網室に放置した後、毎日ふ化幼虫数を記録した。

このさい供試材料の産地と処理月日は次の通りである。

(産地)	(処理月日)
弘前市種市	1962年4月27日
弘前市青女子	1962・4・8
黒石市りんご試	1964・4・8
弘前市青女子	1964・4・9
黒石市りんご試	1965・4・8

結果

1962～1964年の3年間は毎年ほとんど同時期にふ化した。すなわち5月初旬の1週間以内にふ化し始め、その最盛期は5月10～15日で、5月20日頃には約95%ふ化し、5月末までにふ化を完了した。各年の平均ふ化日はそれぞれ5月14日、5月13日および5月13日でほとんど差がなく、またこの3年間の4～5月の年による気温の

変化も少なかった。これに対して1965年の4～5月は低温に終始しふ化ははじめは5月12日で、20日頃が最盛期となり6月2日にふ化が完了した。この場合各年共ふ化期間は相当長く、ふ化はじめと最終ふ化までの幅は25日内外となっている。今ふ化時期と寄主植物であるリンゴの生態的性質との関係を対比すると第6図の通りで、ふ化はじめは紅玉の開花開始時期と一致し、ふ化最盛期も紅玉の満開期、あるいは国光の満開期と紅玉の満開期の中間に現われている。

考察

従来の報告によるとリンゴを加害するミドリヒメヨコバイや *T. pomaria* 等の越冬卵のふ化は5月となっている。このさい Ontario, 西部ニューヨークにおける *T. pomaria* のふ化完了時期が calyx spray (落花直後) のそれと一致すること (ARMSTRONG, 1935), およびハドソン地区と西部ニューヨークにおけるリンゴの開花期と *T. pomaria* のふ化完了時期がほぼ同時であること (CHAPMAN et al., 1932) などが知られているが、*T. pomaria* のふ化時期がインダヒメヨコバイのそれとよく似ていることは興味をひく。

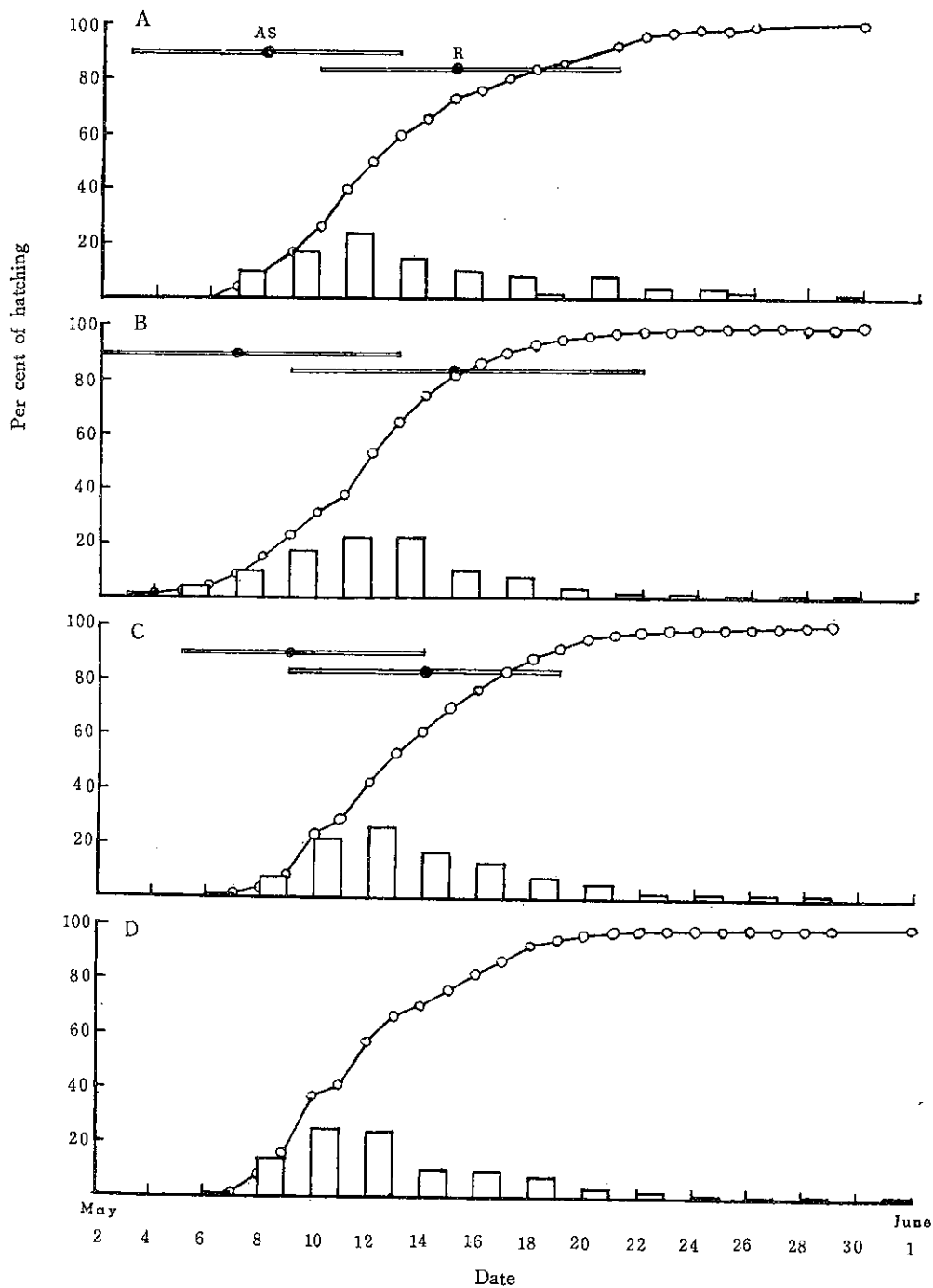
2. 年間発生消長

方法

黒石市長坂において1963年6月7日から11月27日までの6ヶ月間半約10日毎に、成、幼虫及び越冬卵の消長を調査した。すなわち供試樹は樹令約25年生の国光3樹で1樹当たり50本の新梢を任意に選び、各新梢上の葉の中で成、幼虫が最も多く寄生しているものを対しょうにした。また越冬卵の調査は上記と同一樹で、一樹20本の新梢を任意に選び、各新梢の中央部5cm間において行なわれた。

Fig 6. Hatching transition of overwintering eggs of the leafhopper.

- A : Eggs from Taneichi, Hirosaki-city, 1962
- B : Eggs from Aonao, Hirosaki-city, 1963
- C : Eggs from Apple Exp. Station, Kuroishi-city, 1964
- D : Eggs from Aonao, Hirosaki-city, 1964
- AS : A period of American Summer Pearmain blossom
- R : A period of Ralls Janet blossom

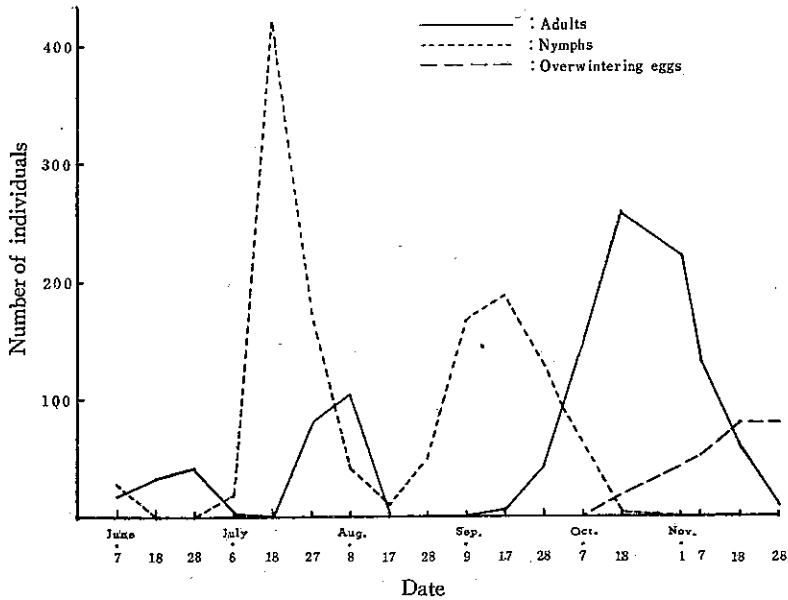


結果

5月中における幼虫のふ化後約1ヶ月にして、6月上旬から第1回成虫があらわれ、そのピークは6月中～下旬である。これより生ずる第1回幼虫は展葉まもない葉を加害し、多発時には落花期頃の花叢葉に多くの食痕を残す。夏期の成虫は羽化後数日で交尾を終わり、第1～

2世代成虫は葉裏から葉脈中にむかって産卵する。夏卵は約2週間でふ化し、幼虫は5令を経て羽化するから、1年間に3世代を経過することになる。成虫および幼虫の発生消長は第7図に示す通りで、これには明らかに3つのピークがみられる。すなわち成虫は6月中～下旬、7月下旬～8月上旬および10月中～下旬の3回にわたつ

Fig. 7. Populations of adults and nymphs of the leafhopper during whole season (Nagasaka, Kuroishi-city, 1962)



考察

津川ら(1964)は青森県黒石市において、園芸試験場盛岡支場(1964)は盛岡市でもにもイシダヒメヨコバイの年間発生は3回であることを確認し、6月中旬から9月下旬にわたってみられる同時発生のみドリヒメヨコバイ1種とは明らかに発生消長を異にすることを指摘している。すなわち、みドリヒメヨコバイ1種はイシダヒメヨコバイの発生が少ない時期に多発生するが、このような経過は同時発生のみドリヒメヨコバイとの干渉の結果生じられたものであろうということである。この場合 CHISWELL (1964) が述べているように、英国においてリンゴを加害する *Empoasca flavescens* var. *birdii* GODLING は成虫態で越冬し、年2回の発生を繰り返すがリンゴの被害は主として第2回成虫によるということであり、また青森県においてもみドリヒメヨコバイ1種の成虫態越冬が認められているから、従来の著書(河田他 1960; 津川, 1961; 福田, 1961)においてリンゴを寄主植物として記載されたみドリヒメヨコバイの生態的特性

て出現し、幼虫も同じく3回の発生で、その時期は5月中～下旬、7月中旬および9月中旬である。一方新梢の表皮下に産下される越冬卵の出現には年による多少の変動があり、1963年には9月下旬から、今回の調査樹上では10月上旬からそれぞれ産卵を確認した。なお第3回成虫は他に比しやや大形であることはすでに述べたが、本成虫は後で述べるように寿命が長く約2ヶ月生存する。その間継続的に産卵し、その最盛期は10月～11月上旬であるが、さらに降雪期の12月まで生存するものもある。このさい越冬卵は胚子発育の初期で休眠に入り、翌春までふ化しない。

は今後において再検討を要するものと考えられる。

なお、福田 (1961) が著書中に引用した長野県におけるみドリヒメヨコバイの発生消長ならびに越冬習性からおして、同博士のいうみドリヒメヨコバイは恐らくイシダヒメヨコバイであろうと考えられる。しかし、ソ連、英国、カナダおよびその他の地区でリンゴを加害する *Typhlocyba rosae* LINNÉ がわが国にも分布しているというから、現在はヒメヨコバイ亜科の寄主植物および発生経過、加害習性などについてさらに比較検討した上で、リンゴ加害種が果たしてイシダヒメヨコバイかいなかを断定すべき段階かと思われる。

さらにここで強調すべきことは世界各地でリンゴの加害種として知られるヒメヨコバイ亜科のもの多くは年1～2回の発生で、3回発生のものが少ないということである。いいかえれば *Typhlocyba pomaria*, *T. rosae* および *T. froggatti* の発生がともに年2回であるのに対し、3回発生のみドリヒメヨコバイの増殖率ははるか

に高く、リンゴ害虫としてより重要種であるということである。

3. 交尾および産卵習性

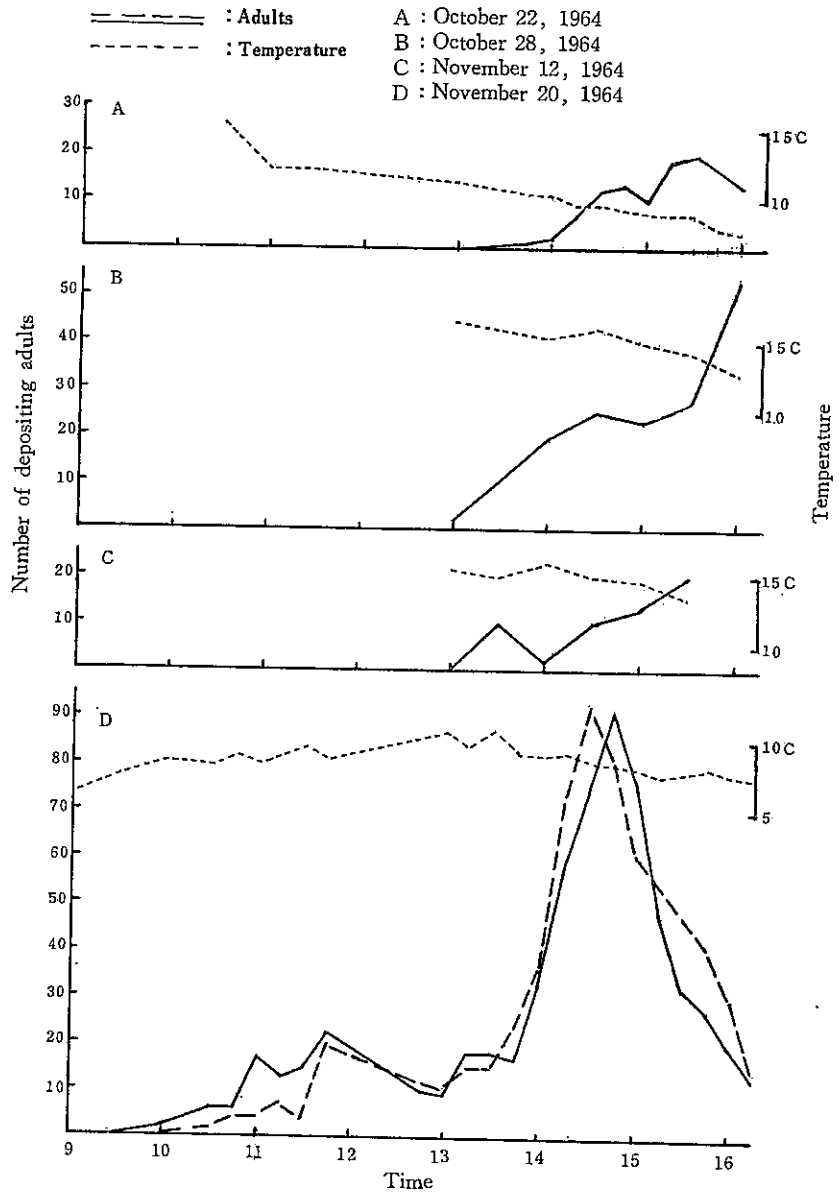
材料および方法

本調査は主として1964年秋期における観察に基づいたもので、1964年10～11月マークした数本の新梢枝上で産卵態勢に入った成虫数によって越冬卵の産卵時刻の目安とした。

結果

10月における交尾は普通午前10時から午後3時までの風の弱い、気温11°C以上の温和な日に行なわれる、そして交尾行動はほとんど葉裏でなされ、雌雄は生殖器を交接するほか、頭部を互に反対方向にむけて静止する。交尾時間は40～110分で、最盛産卵時刻は第17表および第8図の通り14～17時頃である。このさい雌は14時頃に急に活動的となり、葉裏から新梢に移動して産卵する。また産卵行動の経過を述べると、第9図に示すようにaからgまでの順序で行なわれ、まず葉から飛立ち新梢に達するかあるいは葉柄を下って新梢にいたり、ついで新梢を上下に移動して産卵部位を選定する。選定が終われば体を新梢と平行に保ち、頭部を下向して静止し、まもなく後脚をやや開いて後方に張り出し、同時に前脚を前方に突張り、態勢を確実にする。その後は頭部を枝に接近し、尾部をやや上げて産卵管の位置を虫体と直角にしながらか新梢表面に接触させ、速やかに腹端部をいくぶん内側に曲げて産卵管をつき立てる。この時の頭部と産卵管のなす角度は鋭角となる。この場合翅はたたんだまま翅端をやや上げ、腹部を内側に強くわん曲して産卵管を序々に新梢の皮下内にせん入する。

Fig 8. The depositing time of overwintering eggs of the leafhopper.



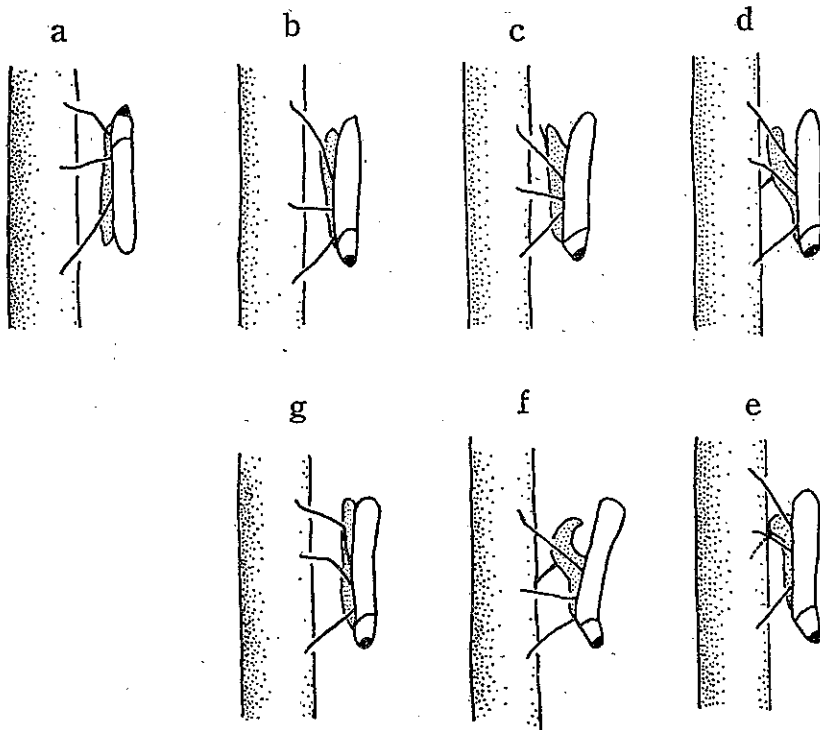
産卵管が基部まで入ると一時静止するが、間もなく腹部をゆり動かすので産卵状態がよくわかる。このようにして産卵が終ると産卵管を抜き、元の位置に産卵管を戻す。この場合産卵管を枝に突き立ててから産卵管の復元までにいたる時間は3～20分で、卵は1粒ずつ、多くは枝の軸に対しやや斜めに産下される。なお産卵管を深く挿入しているときの雌の産卵以外の行動は極度ににぶるから素手でも簡単に捕えられる。

もしも無理に虫をつまみ上げると産卵管が新梢皮下に残ることがある。

Table 17. Depositing time of overwintering eggs of the leafhopper.

Date	Time	Number of depositing leafhopper	Temperature	Relative Humidity	Date	Time	Number of depositing leafhopper	Temperature	Relative Humidity
Oct. 22	10.30	0	16.8	85	Nov. 20	9.05	0	6.2	50
	11.05	0	14.0	65		30	0	7.2	50
	30	0	13.8	65		10.00	2	8.4	48
	12.15	0	13.2	62		30	8	8.0	47
	13.05	0	13.0	60		45	10	8.8	46
	30	—	—	54		11.00	21	8.2	45
	45	1	12.0	54		15	21	8.8	45
	14.00	2	12.0	54		30	19	9.4	47
	15	7	11.4	54		45	42	8.4	48
	30	12	11.2	54		12.45	22	10.0	52
	45	13	11.0	54		13.00	20	10.6	52
	15.00	10	10.8	52		15	33	9.2	52
	15	18	10.6	51		30	33	10.6	52
	30	20	10.4	51		45	40	9.0	53
45	17	9.6	51	14.00	67	8.8	53		
16.00	13	9.4	50	15	130	9.0	53		
Oct. 28	13.00	2	16.8	60	30	167	8.6	55	
	14.02	19	15.4	60	45	173	8.2	55	
	30	25	16.0	63	15.00	136	8.0	56	
	15.00	23	15.0	63	15	93	7.6	56	
	30	27	14.1	63	30	74	7.8	57	
	16.00	53	12.7	65	45	68	8.0	58	
Nov. 12	13.00	0	15.5	46	16.00	49	7.6	59	
	30	10	14.8	46	15	27	7.2	60	
	14.00	2	16.0	47					
	30	10	15.0	50					
	15.00	13	14.5	50					
30	20	13.5	55						

Fig 9. Posture of deposition



考 察

越冬卵は1日の午前よりも午後に著しく多く産卵されるが、今までのところこれに対する環境条件の影響については充分明らかにされていない。すなわち、10月22日午前中の気温は13~16°Cを示したがこのときかなり多く産卵されたし、一方調査期間中の湿度はほぼ50~65%でその間の較差は極めて少なく、この範囲内で湿度と産卵数との関連性を論ずるまでにいかない。また日射量の多少との間にも深い関係がみとめられず、産卵期間中は弱風に終始したことなどから、ここで指摘

されるほどの気し
よう要因をみとめ
がたい。したがっ
て午後集中する
本虫の産卵行動に
は雌の生理的状態
のいかんがかなり
大きな要因として
関与しているもの
と思われる。

4. 性比の時期的変動

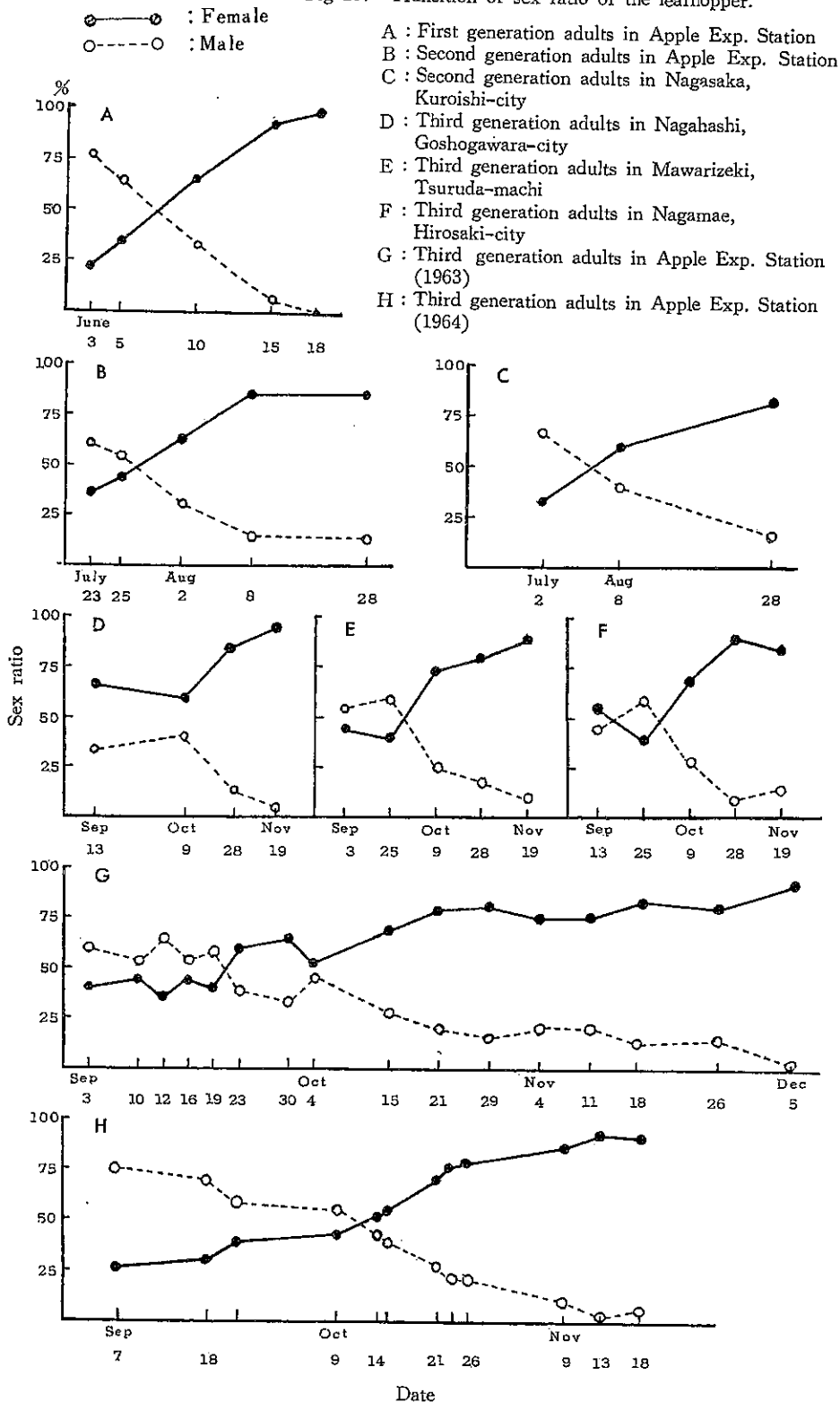
調査方法

1963年任意の数ヶ所から成虫を時期的に採集し、これらを80%アルコール液に保存した後、雌、雄別に採集数を記録した。このさい採集地は県りんご試験場、黒石市長坂、五所川原市長橋、鶴田町廻堰および弘前市市前で、1964年第3世代成虫についてののみりんご試験場圃場で繰返し採集が行なわれた。

結果

世代にかかわらず発生初期には雄が多く、後期に雌が多くなる。すなわち、1963年のりんご試験場における発生経過は第10図に示す通りで、第1世代では6月7日頃、第2世代では7月26日頃、

Fig 10. Transition of sex ratio of the leafhopper.



第3世代では9月20日頃がそれぞれ性比の交代期で、それ以前は雄が、それ以後は雌が多くなっている。この交代期は年および場所によっていくぶん異なり、1963年の第3世代のそれではりんご試験場における方がこれと地域的に離れている長前および廻堰より約1週間早くなっている(第10図)。また第3世代における性比の逆転期は1963年、1964年ともに越冬卵の産卵開始期と一致したほか、越冬卵からふ化した幼虫の性比はほぼ1:1を示したこともここに付記したい。

考 察

幼虫期の性比がほぼ1:1であるにもかかわらず成虫のそれが時期的に変化する原因のひとつとしては雄の羽化が雌よりも早く行なわれること、および雌雄によって成虫の寿命が異なることなどがあげられよう。同様のことはイシダヒメヨコバイ近縁種の他のヨコバイ類にも認められている。すなわちカナダにおける *Ribautiana tenerrima* (H.-S.) 幼虫の性比がほぼ1:1に近いのに成虫雄の羽化が雌よりも1週間早く行なわれ、したがって初期には雄が雌の2倍となるが、その後の性比は1:1となり、遂には雌が雄よりも多くなるため世代の後期には雌だけでしめられると述べた RAINE (1960) の報告はこのことをよく物語っている。

本調査において第1世代の後半に雌が100%となるのに、第2世代雌の性比が最高80%台に止まっている事実は第2世代の遅発雌と第3世代の早発雄が重複して出現

したためと思われる。

5. 秋期における成虫の生存日数

圃場において第3世代成虫の寿命が第2世代成虫に比べてはるかに長いことが観察されたので、正確な寿命をつぎの方法によって調査した。

材料および方法

1963年9月25日、りんご試験場圃場から幼虫を採集、プラスチック製ブリーダーを用いて野外で個体飼育し、羽化と死亡の期日を記録した。このさいブリーダーを日光5年生の若木の葉にとりつけた。

結果と考察

第18表に明らかなように第3世代成虫の寿命はかなり長い。すなわち雌の平均寿命は59.3日であるのに対し雄のそれは47.9日で、雌の方が雄よりも約11日間長生した。またこの場合の長命記録は84日で雌においてみられ、短命記録は33日で雄において観察された。このことは年間発生消長において第1、2世代成虫の経過した最長生存日数が30日であったことと対比して第3世代のそれはこれらの約3倍の長さを示したことになる。このような最終世代の長寿が本種の生態上にかなる役割を果たすかは一概にいえないが、少なくとも環境抵抗の大きい越冬時期を迎えるにあたって多数の卵を産下することに大きな意味があるろう。

Table 18. Longevity of the third generation adults.

female				male			
Individual No.	Date Emerged	Date Dead	Longevity (days)	Individual No.	Date Emerged	Date Dead	Longevity (days)
2	9.27	11.30	64	5	9.24	11.18	55
4	10.3	11.18	46	7	9.23	11.14	52
8	9.27	11.14	48	18	10.5	11.14	40
9	9.27	11.7	41	21	10.3	11.7	35
10	9.30	11.28	59	22	9.24	11.26	63
11	10.7	12.16	70	28	10.4	11.27	52
13	9.28	11.16	49	31	10.7	11.22	46
14	9.27	12.11	75	39	10.3	11.5	33
15	9.28	12.21	84	50	10.7	12.2	56
19	9.21	11.7	47				
23	9.27	11.30	64				
26	10.8	12.10	63				
33	10.7	12.10	62				
34	10.2	11.30	59				
35	10.4	11.18	45				
40	10.5	12.2	58				
49	10.2	12.3	62				

6. 越冬卵の産卵消長

材料および方法

1963年, 8年生国光6樹を供試, この中から45本の新梢を任意に選び, 各新梢の中央部5cm間にある卵数を調査した。越冬卵の生息部は表皮下であるが, 表皮は毛茸におおわれているからこれをガーゼでふき取ると卵の観察は容易となる。なお本調査は産卵初期より10月末にわたり, 同時に同一樹から120葉を任意にとつて成, 幼虫数をも調査した。

さらに1964年は6年生国光の10樹から40本の新梢と50葉をとつて前年と同様に越冬卵および成, 幼虫数を調査

した。

結果

調査結果は第11図に示す通りで, 1963年, 1964年ともに越冬卵の産卵は9月下旬から11月下旬にわたつて行なわれ, その最盛期は10月中旬~11月中旬であった。また幼虫は9月に入って急減し, 10月にほとんどいなくなるが, これは年間発生消長の調査結果と一致する。しかし成虫は幼虫の減少する9月上旬から多くなり, 9月下旬~10月下旬の最盛期をへて11月に入り漸減する。この場合越冬卵の最多時期は成虫の多発期より約4週間おくれであられる。

考察

成虫の羽化から産卵開始までの期間は, 世代により異なることは調査結果に明らかである。すなわち, 夏卵では約3~5日, 越冬卵ではこれより長く, 成虫の多発期と越冬卵の急増期との間には4週間のずれがあるが, これは交尾と卵の成熟に要する産卵前期間とみることが出来よう。また産卵最盛期は10月中旬~11月中旬の長期にわたるが, これは前述のように第3世代成虫の約2ヶ月の生存日数からいっても当然の経過であろう。なお産卵終期と降雪期とは一致しており, 成虫は降雪直前まで生存して産卵するが, 降雪後は寄主植物の落葉とともに成虫も死亡する。

7. 産卵数

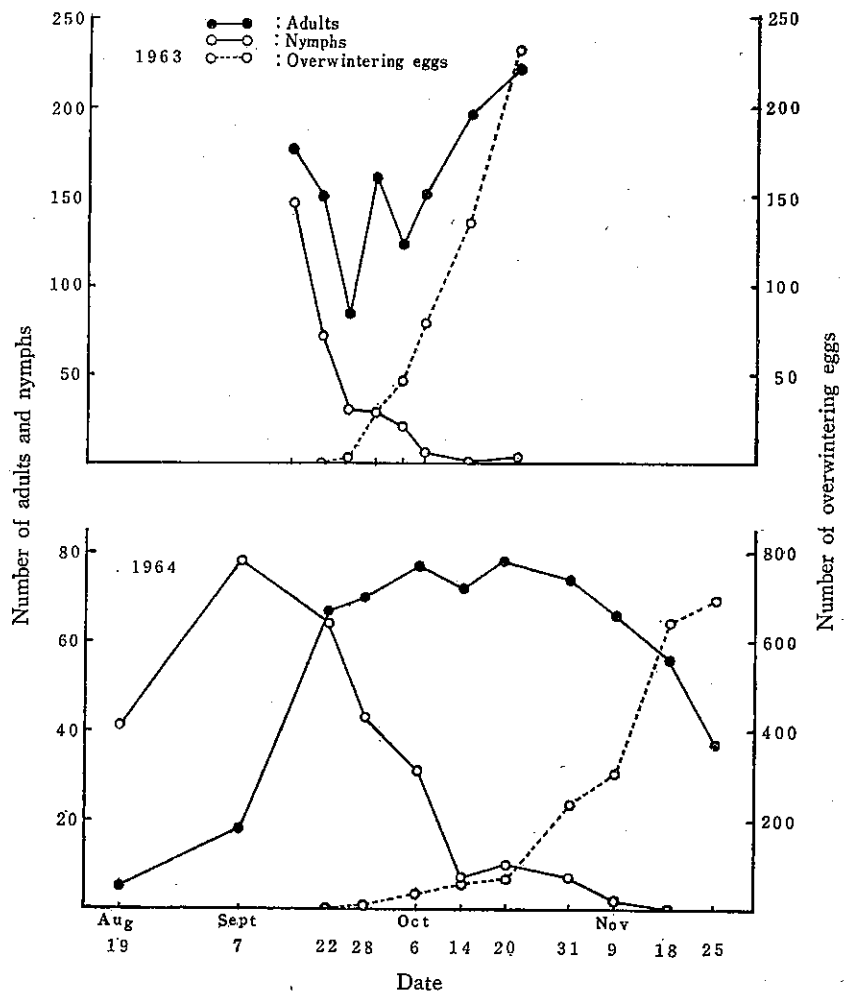
材料および方法

(1) 第12図のように苗木の新梢にランプの球部をとりつけ, 内部に1~

2葉を包容するようにして球部の上部および下部をナイロン製の寒冷紗でおおい, 虫の逃亡を防いだ。この場合球部の中には個別飼育によって羽化させた未交

尾の雌1頭, 雄1~3頭を放飼し, 1~2ヶ月後の11月末~12月上旬, 球部内の新梢における産卵数を調査した。

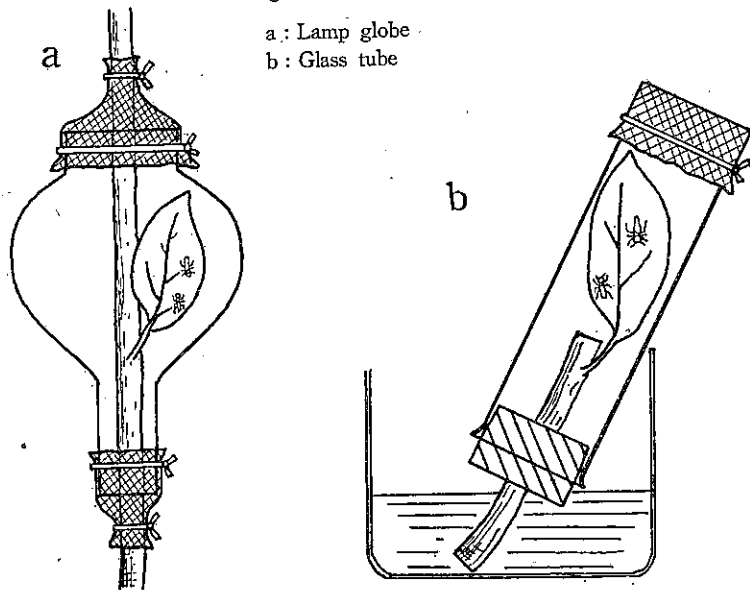
Fig. 11. Population of the leafhopper in autumn.



(2) 径3cm, 長さ15cmの試験管の底部を抜き, これを第12図のように1葉を残して水挿しとした新稍かぶせ, (1)と同様未交尾の雌雄1対ずつをこの中に放飼

した後試験管の下部をコルク栓でおさえ, 上部を寒冷紗でおおって室内に放置した。
結果および考察

Fig 12. Breeding cage



a: Lamp globe
b: Glass tube

結果は第19および20表に示す通りで, 産卵数は0~18個にとどまった。このさい装置が不完全なためか寄主が枯死してあるものの産卵が不十分のまま終わったが, 第19表にもある通り調査の終了時まで生存した個体の例からみて10~12個程度の産卵を行なうものと考えられる。なお横浜税関植物検査課(1939)の調査によるとイシダヒメヨコバイの近縁種の *T. pomaria* の越冬卵数は5~12個であるというから一般にこの種のヨコバイ1頭の産卵数はあまり多くないものと考えられる。

Table 19. Depositing number of the leafhopper in a breeding cage (when used a lamp globe).

1963. 10. 1 - 11. 22					1964. 9. 25 - 12. 4				
Individual No.	Depositing Number	Condition of adult		Leaves Condition	Individual No.	Depositing Number	Condition of adult		Leaves Condition
		female	male				female	male	
1	0	dead	dead	withered	1	5	dead	dead	withered
2	0	dead	dead	normal	2	6	dead	dead	withered
3	10	dead	dead	normal	3	0	dead	dead	normal
4	5	dead	dead	normal	4	18	alive	dead	normal
5	8	dead	dead	normal	5	16	dead	dead	normal
6	9	dead	dead	withered					
7	0	dead	dead	normal					
8	13	alive	dead	normal					

Table 20. Number of deposition when used glass tube. a

Individual No.	Number Deposited	Condition of adult		Condition of leaves
		female	male	
1	15	dead	dead	normal
2	12	dead	dead	normal
3	7	dead	dead	normal
4	5	dead	dead	normal
5	12	dead	dead	normal

a. Examination applied from September 26 to December 7, 1964.

8. 新梢上の産卵部位

材料および方法

(1) 1961年4月、越冬卵の多い国光の新梢を弘前市青女子から採集し、これを基部より10cmずつに区切って各区間の卵数を数える一方、ノギスで各区間ごとに中央部の直径を測定して枝の太さと産卵数との関係を調べた。

(2) 1964年3月、上と同品種の新梢の先端付近の芽から順に芽毎に切り、切り離れたそれぞれの枝の両端の直径と長さを測定し、またその間の卵数を調査した。

結果

越冬卵の産卵は大部分新梢上で行なわれ、2年枝以上の太い枝には産卵されないばかりではなく、同じ新梢上でも基部から先端にむかって産卵密度を異にすることがわかっている。調査の結果では第21表に示す通り基部に少なく先端から中央部にむかって産卵数が多く、また直径0.4~0.7cmの枝が産卵の対しようになることがわかった。この場合最高産卵数(卵数/cm²)22.4の例もないわけではないが多発園でも5~15個位が普通であり、新梢中でも徒長枝上に特に多い傾向が認められる。

Table 21. Depositing position of overwintering eggs at the new twigs.

Twig No.	Treatment	Distance from base of new twig (cm.)													Average
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
1	Size of twig Depositing Number	1.14	0.97	0.95	0.88	0.83	0.80	0.77	0.71	0.64	0.63	0.55	0.52	0.42	0.75
		16	25	32	56	72	66	80	116	148	182	196	147	88	94.2
2	Size of twig Depositing Number	0.96	0.88	0.87	0.82	0.77	0.73	0.71	0.70	0.66	0.57	0.55	0.45	0.44	0.70
		21	32	61	75	97	93	97	108	107	124	137	63	5	78.5
3	Size of twig Depositing Number	0.96	0.84	0.79	0.72	0.66	0.62	0.58	0.56	0.52	0.40				0.67
		47	56	55	98	111	63	35	33	11	6				51.5
4	Size of twig Depositing Number	0.90	0.80	0.74	0.68	0.63	0.57	0.56	0.50	0.49	0.41				0.64
		1	12	12	12	13	31	29	34	4	0				14.8
5	Size of twig Depositing Number	0.96	0.87	0.75	0.72	0.66	0.58	0.53	0.46						0.69
		62	95	144	114	55	80	59	24						79.1
6	Size of twig Depositing Number	1.05	0.88	0.87	0.77	0.75	0.72	0.65	0.60	0.57	0.51	0.44			0.71
		15	29	32	45	50	55	29	25	31	34	9			32.2
7	Size of twig Depositing Number	0.98	0.85	0.80	0.74	0.69	0.66	0.62	0.59	0.53	0.53	0.52	0.44	0.38	0.64
		5	19	18	39	41	52	28	28	26	58	72	78	19	37.2
8	Size of twig Depositing Number	0.92	0.82	0.79	0.71	0.68	0.60	0.50	0.45	0.36					0.66
		16	14	33	35	54	44	34	9	8					27.4
9	Size of twig Depositing Number	0.92	0.86	0.83	0.80	0.70	0.69	0.68	0.58						0.76
		90	64	136	178	148	200	155	51						127.1

考 察

STEINER (1938) によれば *T. pomaria* の越冬卵は樹勢のよい枝に多いというが、今回の調査においても同様の傾向がみられた。なお新梢の先端から中央部にかけて産卵の多い理由は明らかでないが、産卵時における成

虫の寄生部位ならびに寄主植物の生理、生態的性質によりいくぶん左右されるものと考えられる。特に2次伸長枝上の多産にはこのような新梢の表皮が比較的脆弱なことから、晩秋にいたるまで落葉しないため成虫の生息に適していることなどが関連しているものと思われる。

9. 産卵時期とふ化時期

越冬卵の産卵は9月上旬から12月までの長期にわたるが、これが翌春のふ化期と関係するかどうかを知るため次の調査を行なった。

材料および方法

1963年9月～12月にわたり国光25年生の徒長枝における産卵数を約1週間毎に調査するとともにその後のふ化状態を観察した。すなわち、9月5日徒長枝を寒冷紗でおおってほ場における対しょう以外のヨコバイの産卵を防ぐと同時に、かこいの中に各時期の成虫を100～300頭

放飼して1～2週間産卵させた後、成虫および徒長枝の葉をすべて除去した。そしてこの間にえられた越冬卵を翌年までそのまま自然状態におき、越冬卵のふ化消長調査におけると同方法で4月8日これらを試験管に収容し、直射日光の当たらない網室に放置してふ化消長を調査した。

結果および考察

調査結果は第22表に示す通りで、越冬卵の産卵期のうちいは翌春のふ化期にあまり影響しないようである。すなわち、前年の9年9日から12月10日までの間に産卵さ

Table 22. The influence for hatching time at next spring owing to difference of depositing time.

Date Deposited	Date Hatched ± 99% fiducial limits	Commencement of hatching	Last of hatching	Standard deviation	Number Hatched
1963, 9. 9 ~ 9.16	1964, 5, 18.1 ± 1.7	5. 9	5.28	4.55	50
9.16 ~ 10. 1	19.4 ± 1.8	5. 8	6. 1	5.91	76
9.23 ~ 10. 7	16.3 ± 1.5	5. 7	5.25	4.21	59
9.30 ~ 10.15	16.1 ± 0.9	5. 8	6. 2	4.28	149
10. 1 ~ 10.12	19.2 ± 1.0	5.11	6. 2	5.24	191
10. 7 ~ 10.21	17.1 ± 0.9	5. 8	6. 1	4.03	134
10.15 ~ 10.29	19.1 ± 0.8	5. 9	6. 3	5.13	277
10.21 ~ 11. 4	17.3 ± 0.5	5. 8	6. 3	4.50	469
10.29 ~ 11.11	16.8 ± 0.6	5. 9	5.30	4.59	370
11.11 ~ 11.26	16.5 ± 1.0	5.11	6. 1	4.06	106
11.18 ~ 12.10	18.0 ± 1.9	5.11	6. 1	6.26	76

れた越冬卵のふ化始めは5月8～11日で、ふ化の終期は5月25日～6月3日、平均ふ化日は5月16～19日となっている。したがってこのさい産卵時の環境条件の相違が翌春のふ化に影響するというよりもむしろ休眠中に越冬卵の発育が産卵時期によらず齊一になり、翌春のふ化も比較的同時期に行なわれるものと考えられる。

10. 晩秋における幼虫の経過

第3世代幼虫は10月下旬以降に生存しないのが普通であるが、まれに11月に入っても生息することがある。こうした幼虫がどのような経過をたどるかを知るためつぎの調査を行なった。

材料および方法

1963年11月15日、県りんご試験場ほ場において幼虫を

採集し、プラスチック製のブリーダーで個体飼育した。この場合ブリーダーは25年生国光の2次伸長した若い葉に装置した。

結果と考察

調査結果は第23表に示す通りで、飼育個体の30%は老令幼虫期で死亡し、残りの70%は11月中～下旬に羽化したがこれらも12月上旬にすべて死亡した。死亡雌の卵巣の所検ではこれらはいずれも未発達の状態にあった。11月下旬の羽化個体が第4世代成虫かあるいは第3代の遅発成虫であるかは明らかでない。しかし komodoriヨコバイが暖地において主として成虫越冬するという福田(1961)の報告と異なり、インダヒメヨコバイの場合にはこのようなことはみられず、すべての幼虫は秋期に死亡し、卵以外の形態で越冬するものは認められていない。

Table 23. Ability of emergence from the nymphs which remained until late autumn.

Individual No.	Date Investigated				Date Investigated 4/XII	7	12	17	23
	18/XI	21	25	30					
1					Dead (fifth instar)				
2		Emerged							Dead, female
3				Emerged	Dead, male				
4			Emerged		Dead, female				
5		Emerged			Dead, female				
6					Dead, (fifth instar)				
7	Emerged	Dead female							
8		Emerged							Dead, female
9		Emerged			Dead, male				
10							Dead, (fifth instar)		
11			Emerged		Dead, female				
12		Emerged						Escape	
13		Emerged			Dead, female				
14		Emerged						Dead, female	
15					Dead (fifth instar)				
16				Dead (fourth instar)					
17					Dead (fifth instar)				
18			Emerged				Dead, female		
19		Emerged							Dead, female
20						Emerged		Escape	

VIII 天 敵

本邦におけるウンカおよびヨコバイ類の天敵としてはこれまで多くの種類が報告されているが（江崎・橋本，1937；石井，1938；川瀬・石崎，1956；小林，1960），一般的なものとして卵寄生蜂のタマゴヤドリバチ科（*Trichogrammatidae*）およびホソバネヤドリコバチ科（*Mymaridae*），幼虫および成虫に寄生するカマバチ科（*Dryinidae*）および撚翅目（*Strepsiptera*）捕食昆虫のハナダカバチモドキ科（*Stizidae*）およびアタマアブ科（*Pipunculidae*），寄生線虫のシヘンチエウ科（*Mermittidae*）のほか，各種のクモ類および成虫に対する寄生

菌をあげることができる。しかし *Typhlocyba* 属の天敵調査が進んでいない現在これらがイシダヒメヨコバイの天敵として重要性があるかどうかについては不明な点が多かった。筆者らの調査によればこれまでに確認されたイシダヒメヨコバイの天敵の種類とそれら寄生率ならびに *Anagrus* sp. の生態の一端は次の通りである。

1. 天敵の種類とその寄生率

(1) *Anagrus* sp. (Hymenoptera: Mymaridae)

1962~1964年において越冬卵から多数羽化した本種は九州大学農学部安松京三博士により同定されたもので、単寄生性、越冬卵の寄生率は5~20%程度であるが(第15表)、ヨコバイの発地域に広く分布し、越冬卵のほか夏卵にも寄生する。夏卵での寄生率は明らかでない。

(2) *Dryinidae* の1種 (*Hymenoptera*)

ヨコバイ幼虫の第1腹節側面に本種幼虫の頭部が食い

込んでいるのを観察することができる。老熟幼虫の体長は約5mm、乳白色。成熟すると寄主を離れて地上に落下する。まだ本種の羽化に成功しないため種名は明らかでないが、寄主の状態ならびに寄生幼虫の形態、習性からおしてカマバチの1種(*Dryinidae*)とみなされる。なお津軽地方における寄生率は第24表に示す通りで、地域的に高低があるが概していえば寄生率の高い方ではない。

(3) クサカゲロウ科の1種 (*Chrysopidae*)

本科に属する1種の幼虫がイシダヒメヨコバイの幼虫を捕食しているものを認めた。

(4) クモ類

ハエトリグモ科の1種(*Solitiadae*)がイシダヒメヨコバイの成、幼虫を捕食しているのを数回にわたって観察した。その他造網性クモ類の網に付着して活動力を失ったものをしばしば発見した。

(5) ダニの1種

Fig 13. Transition of emergence of *Anagrus* sp.

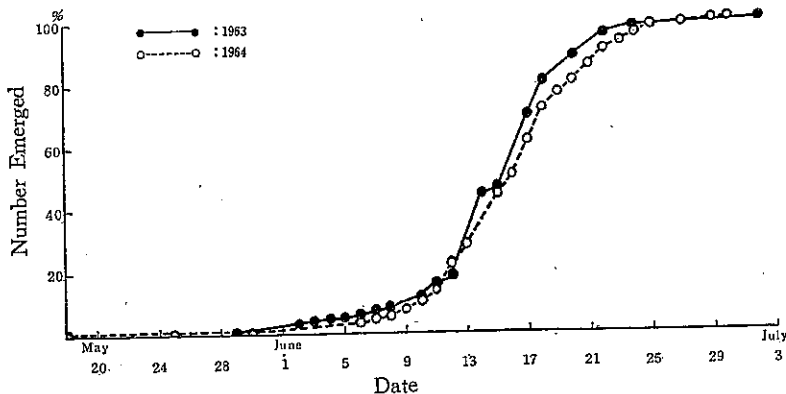


Table 24. Parasitic percentage to *T. ishidae* adult of *Drinidae* sp.

Place Collected	Number Investigated	Number Parasitic	Per Cent Parasitic	Date Investigated
Nagahashi, Goshogawara-city	479	19	4.0	1964. 10. 13
Nagamae, Hirosaki-city	238	4	1.7	"
Mawarizeki, Tsuruda-mach	105	0	0	"

全体橙色のダニの1種がイシダヒメヨコバイの背部をおおうようにして1頭ずつ着生しているのを観察した。これは津軽地方の各地で稀に認められ、その寄生率は1%内外である。

(6) 寄生菌の1種

1963年6月弘前市長前のリンゴ園において本菌の寄生により死亡した成虫をみとめたがこの場合死亡成虫は葉裏に付着したまま硬化し、体内は多数の胞子で充たされる。なお本菌の寄生率はかなり高く1葉当たり数頭、多いものでは10頭以上におよんだ。

考 察

今回イシダヒメヨコバイの天敵として6種類を確認したが、*Anagrus* 属の1種、*A. armatus* は *Typhlocyba pomaria* の重要な寄生蜂で、北アメリカにおける調査によれば7月の夏卵で65~82%、越冬卵では70~95%の

寄生率を示したという (HAROLD & STEINER, 1938)。

また VERESHCHAGINA V. V. (1962) はソ連において *Typhlocyba rosae* の越冬卵および夏卵の主要寄生蜂として *Anagrus* sp. をみとめ、殺虫剤を散布しているリンゴ園では夏卵の17.4%が、マルメロの無散布園におけるそれでは74.7%が本種の寄生をうけたと述べており、さらに DUMBLETON (1934) はニュージーランドにおけるリンゴの害虫として知られている *T. australi* FROGG. の重要な天敵として *Anagrus armatus* をあげている。他にも *Typhlocyba* 属に対する *Anagrus* 属の寄生例はかなり報告されている。このような事実から *Anagrus* sp. はイシダヒメヨコバイの天敵としてかなり有力なものとみなされる。このさい青森県における寄生率が海外の例に比して低かったのは薬剤散布が徹底に行なわれたためと考えられる。

これに関連してカマバチの1種も *Typhlocyba* 属の天敵として古くから注目された。STEINER (1936) は北アメリカで *T. pomaria* に寄生する *Aphelopus typhlocybae* は若令期のヨコバイの前腹に産卵し、寄生が外観的に確認されるのはヨコバイの羽化後1~3週間目であることを明らかにしている。しかし本種の幼虫は老熟すると寄主を脱して地中で蛹化するので、羽化期直前に圃地を耕起するとヨコバイに対する寄生率が低下するというから、高率の寄生をこれに期待することは無理のようである。

ここでは捕食虫としてのクモ類、クサカゲロウの1種およびダニの1種の天敵としての役割を評価するところまでいかなかった。しかし小林(1960)は水田におけるヨコバイ類の天敵としてクモ類の重要性を力説しており、福島(1961a, 1961b)もリンゴ園で10科27属36種、ナシ園で40種のクモ類を採集しているので果樹園においてヨコバイ類の天敵として活動するクモ類にかんする知見を今

後さらに集積すべきであろう。

次に寄生菌の1種は *Typhlocyba* の天敵として古くから知られており、WINGARD (1963) は *Entomophthora sphaerosperma* が *Typhlocyba pomaria* に寄生することを報告している。SCHOENE (1938) によるとこの寄生菌は多雨の年に多発し、その発生は地域的に集中する傾向がある。青森県における例では密植園でわりあい多湿のところ菌類の発生をみたが、このことは上の事実を裏がきしている。なお *Entomophthora sphaerosperma* の増殖力はかなり大きい、季節の初期に石灰硫黄合剤により、後期にはボルドー液のような殺菌剤を散布すると繁殖が抑えられることも SCHOENE (1938) によって明らかにされている。従って平年の気象条件下ではインダヒメヨコバイに対する寄生菌の侵害はある程度限定された地域でのみおこると考えられる。今現在までに海外で確認された *Typhlocyba* 属に対する主な天敵を表示すると第25表の通りである。

Table 25. Natural enemies of *Typhlocyba* spp. in bibliography.

Name of natural enemies	Name of leafhopper	Author
<i>Anagrus armatus</i>	<i>T. prunicola</i>	MULLA (1956)
"	<i>T. pomaria</i>	SCHOENE (1938)
"	<i>T. australis</i>	DUMBLETON (1934)
<i>A. armatus</i> var. <i>nigriventris</i>	<i>T. pomaria</i>	STEINER (1938)
<i>Anagrus epos</i>	<i>T. rosae</i>	ACKERMAN (1919)
"	<i>T. prunicola</i>	MULLA (1955, 1956)
<i>Anagrus</i> sp.	<i>T. rosae</i>	VERESHCHAGINA (1962)
<i>Aphelopus typhlocybae</i>	<i>T. pomaria</i>	Jap. Jour. Appl. Ent. Zool. (1939)
<i>Aphelopus melaleucus</i>	<i>T. rosae</i>	STEINER (1938)
<i>Aphelopus</i> sp.	<i>T. pomaria</i>	GIARD (1890)
<i>Ateleneura spuria</i>	<i>T. rosae</i>	SCHOENE (1938)
Trombidiids	<i>T. rosae</i>	GIARD (1890)
Dryinidae	<i>T. rosae</i>	VERESHCHAGINA (1962)
<i>Diaphnidia pellucida</i>	<i>T. pomaria</i>	VERESHCHAGINA (1962)
<i>Hyaliodes vitripennis</i>	<i>T. pomaria</i>	STEINER (1938)
Miridae	<i>T. pomaria</i>	STEINER (1938)
Reduviid	<i>T. pomaria</i>	STEINER (1938)
Small Spiders	<i>T. pomaria</i>	STEINER (1938)
<i>Entomophthora sphaerosperma</i>	<i>T. pomaria</i>	WINGARD (1936)
		SCHOENE (1938)
Small Mite	<i>T. pomaria</i>	STEINER (1938)

2. *Anagrus* sp. の生態に関する2, 3の調査(1) 第1回成虫の羽化時期
材料および方法

V節1において述べたヨコバイ越冬卵のふ化消長調査と同じ方法で同時に *Anagrus* sp. の羽化期を調べた。このさい1963, 1964年の4月に弘前市青女子から採集した材料を供試した。

結果

第26表の通り、羽化は5月20日頃より6月末まで続いたが、その最盛期は6月中旬で、兩年の平均羽化日は寄主の平均ふ化日より約5週間遅れて、いずれも6月17日であった。また年によらず雄の方が雌よりも2日早く出現したが、この頃はヨコバイの第1回成虫の産卵時期と一致する。

考察

以上のように本種の羽化期が寄主であるインダヒメヨコバイの産卵期と一致することは興味をひく。すでに

~~MARSHALL~~ STEINER (1938) は北アメリカで少数の *Anagrus armatus* が *T. pomaria* のふ化直前の4月下旬～5月上旬に羽化し、ついで多数のものが6月中旬～7月中旬に出現するが、これは寄主の第1回の産卵期にあたることを明らかにしている。寄主と寄生バチにおける経過の関連性は同時にインダヒメヨコバイとその寄生蜂の相互間においてもみとめられるが、これはヨコバイの防除適期を選定する上にきわめて大きな意義を有する。

Table 26. Time of emergence of *Mymarid* egg-parasite.

Year	Hatching average of overwintering eggs of the leafhopper $\pm 99\%$ fiducial limits	<i>Anagrus</i> sp.			
		Sex	Date of average emergence $\pm 99\%$ fiducial limits	Average of total emergence	Number Emerged
1963	May 12.5 \pm 0.3	female	June 17.7 \pm 1.5	June 16.5 \pm 0.9	96
		male	15.7 \pm 1.2		134
1964	May 12.7 \pm 0.3	female	June 18.4 \pm 0.9	June 17.3 \pm 0.7	189
		male	16.1 \pm 1.1		171

(2) 休眠期における *Anagrus* sp. と寄主の發育材料および方法

1962～1963年、インダヒメヨコバイ越冬卵の發育調査法(第V節, (4))に準じ、ヨコバイ越冬卵を5°Cに保存後加温月日を定期的にかえて20°Cで処理しヨコバイのふ化と同時に蜂の羽化を調査した。また野外における越冬卵を定期的に20および15°Cに加温し上と同様な経過を観察した。

結果

5°Cに保存中の期間の長短が20°Cに加温後ヨコバイのふ化ならびにハチの羽化におよぼす影響は第27表の通り

で、低温期間の長い程卵期間および羽化までの日数が短かくなることがわかった。すなわち、5°Cの期間が40～140日では、ヨコバイのふ化日とハチの羽化日との間に約20日のずれがみられ、自然状態下の越冬卵における定期的加温処理でも第28表に明らかのように前回同様後期に加温したも程ヨコバイのふ化ならびにハチの羽化が早く行なわれた。この場合両者間の日差は1～4月ではあまり変化せず、15°C加温で約35日、20°Cで約20日となり、ここで寄生蜂と寄主の發育における平行性が立証された。

Table 27. Termination of exposure at 5°C. and number of days until emergence of overwintering larvae of *Anagrus* sp.

Days at 5°C	Date Heated at 20°C	Days until emergence of <i>Mymaridae</i>	Number Emerged	Days of difference between hatching of leafhopper and emergence of <i>Mymaridae</i>	Incubation period in days after heating for the eggs of the leafhopper
0	1962. 11. 19	—	—	—	39.9 \pm 2.1
20	12. 9	—	—	—	33.2 \pm 1.2
40	12. 29	53.0 \pm 4.4	28	23.4	29.6 \pm 0.9
60	1963. 1. 18	45.6 \pm 2.5	34	19.4	26.2 \pm 0.7
80	2. 7	44.8 \pm 1.5	97	23.0	21.8 \pm 0.6
100	2. 27	41.6 \pm 1.1	86	20.2	21.4 \pm 0.5
120	3. 19	38.2 \pm 2.1	84	21.9	16.3 \pm 0.4
140	4. 8	38.3 \pm 7.1	12	23.2	15.1 \pm 0.6
161	4. 29	39.1 \pm 1.9	69	27.7	11.4 \pm 0.4

Table 28. The influence of temperature to overwintering eggs under natural condition.

Heating at 15°C				
Date Heated	Days untill emergence of <i>Mymaridae</i> after heating	Number Emerged	Days of difference between hatching of leafhopper and emergence of <i>Mymaridae</i>	Incubation period in days after heating for the eggs of the leafhopper
1. 1	95.7±4.3	106	43.6	52.1±1.1
1. 18	79.3±1.9	164	34.4	44.9±0.7
2. 7	77.0±1.6	126	34.2	42.8±0.9
2. 27	80.7±3.0	47	42.3	38.4±0.7
3. 19	75.0±1.5	234	40.2	34.8±0.4
4. 8	60.8±1.1	120	33.2	27.6±0.4
4. 29	51.1±1.1	159	31.2	19.9±0.8

Heating at 20°C				
Date Heated	Days untill emergence of <i>Mymaridae</i> after heating	Number Emerged	Days of difference between hatching of leafhopper and emergence of <i>Mymaridae</i>	Incubation period in days after heating for the eggs of the leafhopper
1. 1	55.6±1.7	196	20.6	35.1±1.0
1. 18	45.1±0.8	235	17.4	27.7±0.5
2. 7	43.0±1.9	23	18.3	24.7±0.5
2. 27	42.1±1.5	77	20.3	21.8±0.4
3. 19	39.7±1.5	133	21.3	18.4±0.2
4. 8	38.2±0.6	230	22.6	15.6±0.3
4. 29	34.7±1.5	89	24.8	9.9±0.3

考察

ある種の寄主とその寄生者の休眠性が平行することは従来から知られているがイシダヒメヨコバイとその寄生バチとの間でも同様なことがいえよう。また恐らく

Anagrus sp. はイシダヒメヨコバイ 卵に秋寄生するものと思われ、このことは両者における休眠経過の類似性と相まって本種の応用価値を一層高めるものと考えられる。

VIII 寄主植物

1. 寄主植物の種類

材料および方法

(1) 1961~1964年、ヨコバイ越冬卵の産下されている植物の枝をできるだけ採集し、これよりふ化後羽化した成虫の種名を同定した。

(2) イシダヒメヨコバイの多発リンゴ園における下草、周囲の植物等に寄生している幼虫および成虫を採集し、同時にヨコバイによる特種の吸収痕をもつ植物を採集して種名を同定した。

結果

方法(1)によりイシダヒメヨコバイの越冬卵を確認した植物は次の通りである。

バラ科

ハナカイドウ

Malus halliana KOHNE*M. transitoria* SCHNEIDER

リンゴ

M. pumila MILLER

ワリンゴ

M. asiatica NAKAI

マルバカイドウ

M. prunifolia BORKHAUSENvar. *ringo* ASAMI

ナガサキズミ

M. micromalus MAKINO*M. platycarpa* MILLER*M. theifera* REHDER

ニレ科

ハルニレ

Ulmus Davidiana PLANCHvar. *japonica* NAKAI

ヤナギ科		キク科	
カワヤナギ	<i>Salix gracilistyla</i> MIQ.	ヒマワリ	<i>Helianthus annuus</i> L.
ナガバカワヤナギ	<i>Salix gilyiana</i> SEEMEN	ナス科	
クルミ科		ナス	<i>Solanum melongena</i> L.
オニグルミ	<i>Juglans mandshurica</i> MAXIM. var. <i>sieboldiana</i> MAKINO	ウリ科	
		カラスウリ	<i>Trichosanthes cucumeroides</i> MAXIM.
		タデ科	
		ギシギシ	<i>Rumex japonica</i> HOUTTUYN
		シヨウガ科	
		ミヨウガ	<i>Zingiber mioga</i> ROSC.
		考 察	
これらのうち、寄生の特に多かったものは、ハルニレ、リンゴ、ワリンゴ、ナガバカワヤナギおよびオニグルミで、いずれにおいても一般に発育良好な一年枝が産卵対象になっている。なお産卵は対象植物のいかににかかわらず、表皮下に多く行なわれるが、ハルニレの枝の表面は微毛に富んでいるのでこれをふきとれば卵の観察は容易である。この場合越冬卵の産下植物は同時に成、幼虫の寄主植物となる。			これまでイシダヒメヨコバイの食草についてほとんど報告されていない。さきに MATSUMURA (1931) は札幌市円山公園のカシワ (<i>Quercus dentata</i> THUNB.) から採集した個体によってイシダヒメヨコバイを記載したが、イシダヒメヨコバイの寄主植物としては明記していないし、これまでの調査においても本種がカシワを食害しているのみをみたことはない。また大発生時には同属のコナラへの寄生をみとめたが、これも例外に属する。したがって成、幼虫が多く寄生するハルニレ、リンゴおよびヤナギ類が一般的な寄主植物で、ついでオニグルミ、ノイバラおよびズミが主要なものと思われる。前述のように大発生時に対象となったその他多くの植物は単に発生密度の高いときに他の昆虫においてもよくあるような一時的な寄主とみなされ、これらの植物でヨコバイが数世代にわたって経過するかどうかもきわめて疑わしく、特に夏卵の産卵対象となるものはそれほど多くはないと考えられる。以上のことから本種の一般的な寄主植物は越冬卵の産下される種類とみなしてよく、これらの植物には夏卵も産卵されるから世代の経過は完全に行なわれる。
次に方法(2)による幼、成虫の寄主植物の調査結果は次の通りで、大発生時のイシダヒメヨコバイはかなりの多くの植物上に生息することがわかる。しかしこれらの植物上でヨコバイが順調に世代を繰返すかどうかは明らかでない。			
バラ科			
ウメ	<i>Prunus mume</i> SIEB. et ZUCC.		
ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i> THUNB.		
ナシ	<i>Pyrus scrotina</i> REHDER		
ナワシロイチゴ	<i>Rubus parvifolius</i> L.		
キイチゴ (モミジイチゴ)	<i>Rubus palmatus</i> THUNB. form <i>coptophyllus</i> MAKINO		
ヤナギ科			
ポプラ	<i>Populus</i> sp.		
イヌコリヤナギ	<i>Salix integra</i> THUNB.		
クワ科			
クワ	<i>Morus bombycis</i> KOIDZ.		
ニレ科			
ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i> MAKINO		
クルミ科			
サワグルミ	<i>Pterocarya rhoifolia</i> SIEB. et ZUCC.		
ブナ科			
コナラ	<i>Quercus serrata</i> THUNB.		
カエデ科			
カエデの1種	<i>Acer</i> sp.		
マメ科			
ウスバヤブマメ	<i>Amphicarpaea Edgeworthii</i> BENTH. var. <i>trisperma</i> OHWI		
ニセアカシヤ	<i>Robinia pseudo-Acacia</i> L.		
		2. <i>Malus</i> 属植物における越冬卵の密度	
		材料および方法	
		同様な栽培管理下にある県りんご試験場の <i>Malus</i> 属植物見本園において1965年4月に調査した。すなわち調査樹はいずれも40年生以上のもので、各樹より20本の新梢を任意にとり、各枝の中央部10cm間に産卵されたイシダヒメヨコバイの越冬卵数を記録した。	
		結 果	
		寄生新梢数および調査対象新梢数20本当りの越冬卵数は第29表の通りである。この場合2樹以上を調査しても産卵の全く認められなかったものは <i>M. sieboldii</i> R. <i>M. scheideckri</i> Z. および <i>M. baccata</i> S. で、調査樹1	

Table 29. Density of overwintering eggs in *Malus* spp. as host plants of the leafhopper.

Plant-name	Numbr of surveyed tree	Number of deposited tree	Percentage of deposited new twig	Numbers of eggs per new twig
<i>Malus halliana</i> KOEHNE	4	2	20	0.8
<i>M. scheideckri</i> ZABEL	2	0	0	0
<i>M. transitoria</i> SCHNEIDER	1	1	40	1.4
<i>M. sieboldii</i> REHDER	7	0	0	0
<i>M. prunifolia</i> BORKHAUSEN var. <i>ringo</i> ASAMI	4	2	5	0.1
<i>M. baccata</i> BORKHAUSEN	3	0	0	0
<i>M. asiatica</i> NAKAI	2	2	85	9.5
<i>M. micromalus</i> MAKINO	1	0	0	0
<i>M. yunnanensis</i> SCHNEIDER	1	0	0	0
<i>M. theifera</i> REHDER	1	1	60	2.0
<i>M. pumila</i> MILL. var. <i>paradisiaca</i> SCHNEIDER	5	5	78	8.0
French Crab	2	2	60	2.8

本以内では *M. micromalus* M. および *M. yunnanensis* S. に産卵しなかった。しかしその他の調査樹はいずれも産卵され、特にワリンゴ、リンキ、*M. platycarpa* MILLER および Malling type のものには多数産卵された。

考察

イシダヒメヨコバイは主としてリンゴ、ニレ、ヤナギ等に産卵するが、もともとこれらの植物は必ずしも近縁種ではなく、むしろ産卵植物として分類学的にみれば違和感を抱かせるものであり、またリンゴ属 (*Malus*) の植物でもすべて産卵対象になるということもない。1例をあげれば *Malus sieboldii* R. および *M. baccata* S. には産卵しないか、あるいはごくまれにしか行なわない。形態的にみれば *Malus* 属植物の葉は比較的小形でしかも一見浅薄、厚みがなく、全体的に繁茂しない傾向をもっている。このことからするとイシダヒメヨコバイの産卵は寄主植物の分類学的な類縁関係に依存することよりも、葉、枝の形態、生態および化学的性質のいかに影響される方が大きいように考えられる。

3. リンゴにおける越冬卵密度の品種間差異

材料および方法

1961年4月、弘前市種市における前年の多発地域から A, B, C の3園を選び、各品種につき1樹20新梢の中央部5 cm間の卵数を調査した。

結果および考察

調査の結果は第30表の通りで、越冬卵数の多少は国光印度、デリシヤスおよび紅玉の順に並び、他にマルバカイドウにもわずかながら産卵されたが、スモモには全く産卵をみとめなかった。

産卵の品種間差異にはどのような要因が関連するのかわ明らかではないが、福田(1952)によればフタテンコミドリヨコバイ (*Chlorita biguttula*) の産卵はナスの品種による葉の厚角組織の性質のちがいが、毛茸の密度の多少および葉の輻射熱吸収の程度によって左右されるということである。

Table 30. Number of overwintering eggs in each variety of apple.

Varieties of apple	A	B	C	Average
Rall's Janet	29.5	27.3	22.1	25.1
Delicious	22.0	19.7	9.9	17.2
Jonathan	5.4	9.2	7.8	7.5
Indo	—	—	28.2	28.2
<i>Malus prunifolia</i> BOR. var. <i>ringo</i> A.	—	4.4	—	4.4

IX 防 除

現在までの知見からすればイシダヒメヨコバイは新害虫の立場にあるため、これを主対象にした防除法は全く講じられなかった。しかし、一般作物に寄生する各種のヨコバイ類、リンゴにおけるミドリヒメヨコバイや *T. pomaria* 等の防除はかなり積極的に行なわれた。もつとも、ヨコバイの経過、習性は種類によって多少ちがうので、このさい画一的な防除法を適用することは当然ひかえなければならぬが、既往の防除法を参照しながらイシダヒメヨコバイの防除を進めてみるのも一案と考えられる。

1. 越冬卵に対するマシン油の影響

材料および方法

1963年4月11日越冬卵の産卵されている新梢にコンブ

Table 31. The effect of machine oil emulsion for overwintering eggs of the leafhopper.

Treatment	Number of leafhopper hatched	Number of <i>Anagrus</i> sp. emerged
Machine oil emulsion		
A, 8 %	112	126
B, 4 %	252	197
C, 4 %	190	50
Check	197	276

A: Skelsin made by Nihon-noyaku

B: Toa-machine made by Toa-noyaku

それも極く微量であろうから全卵の殺卵を到底期待することはできない。なお、ここで応用上特に注目されるのはマシン油の散布が卵寄生蜂の羽化に対してほとんど影響しないことで、これは寄生蜂保護の立場から他害虫の防除薬剤を選択するにあたって注意すべきことを示唆する。CHAPMAN, et al. (1932) も oil 散布およびタール処理は共に *Typhlocyba pomaria* の越冬休眠卵に対して殺卵効果を示さないと述べており、この点において本結果と一致する。

2. 剪定枝上の越冬卵

ヨコバイのふ化前に剪定作業によって切りとられた枝は園地附近に集積放置されることが多いので、これがふ化源となって後の大発生を招くことも考えられる。今剪

定枝からのふ化をつぎの方法によつてたしかめた。レッサーによるスプレーガンで所定薬液を散布した。つぎに処理枝を14cmの長さに切り、径3cm、長さ15cmの試験管に収容後、これに少量の水を加え、第VI節のふ化消長調査におけると同じ方法でヨコバイのふ化および *Anagrus* sp. の羽化状態を観察した。

結 果

本試験の結果は第31表の通りで、8%および4%のマシン油はともにヨコバイならびにその寄生蜂にあまり影響しないことがわかった。

考 察

実験結果から殺卵効果の低いのは越冬卵が常に新梢の表皮下にあるため、マシン油に直接接触することがないためであろう。この場合産卵管の挿入によつてつけられた枝の傷痕から薬液の浸透することも考えられるが、

定枝からのふ化をつぎの方法によつてたしかめた。

材料および方法

1963年3月25日弘前市青女子から越冬卵をふくむ新梢を採集し、これをなお残雪に充たされたりんご試験場の網室に放置し越冬卵のふ化期を通じて毎日ふ化を観察した。また、野外でヨコバイがふ化を終了する6月6日に上記の枝を14cmの長さに切ったものを2本ずつ径3cm、長さ15cmの試験管に入れ、少量の水を加えて *Anagrus* sp. の羽化を調査した。

結果および考察

3月25日に採集した剪定枝上の越冬卵からは一頭もふ化せず、同様に *Anagrus* sp. の羽化も全くみとめられなかった。一般にリンゴの剪定は2月から3月にわたつて行なわれ、剪去枝は消雪するまで雪上に放置されるか

ら越冬卵もこれと運命をともにすることになるが、この状態がヨコバイのふ化ならびに *Anagrus* sp. の羽化に直接影響するとは考えられない。それよりもむしろ剪去枝の乾燥に起因するようと思われるが、この場合乾燥そのものがヨコバイおよび寄生蜂の死亡原因となるのか、或は第2次的に枝の乾燥により表皮からの脱出が困難となるためかはたしかめていない。

3. 各種殺虫剤の幼虫に対する効果

従来より市販されている各種殺虫剤と新殺虫剤のイシダヒメヨコバイに対する効果を検知するため以下の試験を行なった。

材料および方法

(1)、所定の薬液を散布したリンゴ新梢の中位葉を1葉ずつ径9cmのシャーレーに入れ、これに第4~5令幼虫を移してから濾紙をはさんで蓋をした後、20°Cの定温器に収容して1日後の死虫率を調査した。

(2)、リンゴ新梢の中位葉を水を入れた三角コルベンに挿してから第3~5令の幼虫を放ち、これに所定の薬液をコンプレッサーによるスプレーガンで散布した後、大型のガラスポットに収容して金網蓋を施し、1日後の死虫率を調査した。このさい(1)、(2)法によらず微針で幼虫を転倒させてもなお動かないものを死虫とみなした。

結果

本試験は1962~1963年にわたり、また幼虫も第1および3世代に限定して行なわれたが、ここで年次および世代のちがいで薬剤に対する感受性がかわるようなことはなかった。(1)法による殺虫試験結果は第32~34表の通りで、殺虫効果の高かったデナボン、DDT、エンドリンペスタン、ジブロム、改良メタシトックスおよびキルバールのうち、デナボンと浸透性殺虫剤の改良メタシトックスおよびキルバールはともに残効性が長いばかりでなく、特に前二者は散布5日後の供試虫に対しても効力を示した。一方ペスタン、ジブロムおよびデブテレックスの残効性はいずれも短かい欠点をもっている。したがって使用薬剤の濃度、残効性およびその他の点から見てこのさいデナボンがイシダヒメヨコバイの殺虫力において最もすぐれているといえる。本虫の薬剤に対する感受性の1特徴は一般有機りん製剤に対して耐性を示すことで、試験の結果は、ホリドールをはじめPM、マラソン、スミチオン、バイジット、ダイアジノン、ジメトエート、アツパ等の殺虫効果はいずれも低率であった。この傾向は試験の施行年、幼虫の世代および室の内外にかかわらず、りんご試験場から約20km以上離れた2圃場(南津軽郡田舎館村と北津軽郡鶴田町)の幼虫に対しても共通した現象であった。

つぎに(1)法はニコチン剤の試験には不相当と思われたので(2)法にしたがって実施した試験の結果を示せば第35表の通りである。すなわち、ネオニコチン、ブラックリーフともに他に類例のないほどよい殺虫効果を示した。

Table 32. Effect of insecticides on control of third generation nymphs of the leafhopper (1962).^a

Material	Dilution	Offering examination the day of its spraying		Offering examination after 3 days of its spraying		Offering examination after 5 days of its spraying	
		Number of examined leafhopper	Mortality Per Cent	Number of examined leafhopper	Mortality Per Cent	Number of examined leafhopper	Mortality Per Cent
Denapon 50wp	500	37	100	39	100	32	100
Microdenapon 85wp	1300	31	100	34	100	36	100
Foridol	2000	36	8.3	37	10.8	32	9.4
PM (Parathion Malathion)	2000	39	30.8	37	2.7	—	—
Malathion	1500	32	0	34	0	—	—
Sumithion	1000	31	54.8	33	6.1	—	—
Bygid wp	350	42	66.7	39	76.9	31	9.7
" E	1000	37	16.2	34	2.9	32	6.3
Pestan	800	32	96.9	33	75.8	39	2.6
Dibrom	1000	30	100	44	11.1	31	12.9
Metasystox	1000	43	100	28	100	30	93.3
Diazinon	1000	32	59.4	41	7.3	34	0
Lindane (penetrated)	800	46	2.2	32	0	—	—
Losen	500	42	59.5	31	74.2	30	53.3
D D T 20E	800	34	79.4	33	75.8	33	72.7
D D T 50wp	1000	57	94.7	32	100	31	90.3
Endrin	500	36	100	32	100	34	55.9
Check	—	33	0	41	2.4	36	0

a. Spray treatments applied September 21.

Table 33. Effect of insecticides on control of third generation nymphs of the leafhopper (1962).^a

Material	Dilution	Offering examination after 1 day of its spraying		Offering examination after 2 days of its spraying	
		Number of examined leafhopper	Mortality Per Cent	Number of examined leafhopper	Mortality Per Cent
Denapon 50wp	1000	33	100	35	100
"	2000	35	100	36	100
"	4000	31	100	36	100
"	8000	33	72.7	39	92.3
D D T 50wp	1500	32	93.8	36	97.2
"	2000	32	87.5	39	82.1
Endrin	800	31	100	33	100
"	1000	37	97.3	37	100
Metasystox	1000	32	100	31	96.8
"	2000	32	100	32	81.3
Bygid E	500	37	73.0	41	85.4
"	1000	39	30.8	33	33.3
Foridol E	250	32	65.6	37	94.6
"	500	32	50.0	37	59.5
"	1000	31	16.1	30	3.3
Depterex	1500	35	100	30	96.7
Dimethoate	1000	37	56.8	38	42.1
Lindane (penetrated)	600	33	3.0	37	8.1
Check	—	34	8.8	31	3.3

a. Spray treatments applied September 26.
Temperature of the insecticidal fluid was 18°C.

Table 34. Effect of insecticides on control of first generation nymphs of the leafhopper (1963).^a

Material	Dilution	Offering examination the day of its spraying		Offering examination after 1 day of its spraying	
		Number of examined insect	Mortality Per Cent	Number of examined insect	Mortality Per Cent
Dibrom	1000	62	100	57	100
"	1500	68	100	57	100
Nikabrom	1000	53	100	54	100
"	1500	52	100	51	100
Foridol	2000	55	18	55	31
Denapon 50wp	800	59	100	50	100
Sumithion E	1000	54	33	51	45
"	1500	46	24	51	29
"	2000	54	7	—	—
Sumithion (penetrated)	500	61	8	—	—
"	1000	57	14	—	—
Appa	1500	53	2	—	—
"	2000	67	0	—	—
Thiocron	500	62	3	—	—
"	1000	54	2	—	—
Vamidothion	1000	76	100	57	100
"	2000	54	98	52	100
Check	—	60	2	60	15

a. Spray treatments applied June 7.

Table 35. Effect of Neonicotine (Anabashin Sulphate) on control of third generation nymphs of the leafhopper (1963).

Material	Dilution	Number of examined leafhopper	Mortality Per Cent
Neonicotine	500	111	94.6
"	800	105	100
"	1500	100	93.0
"	500 ^a	101	90.1
"	800 ^a	126	90.5
"	1000 ^a	109	82.6
Black leaf	800	104	92.3
Foridol	2000	108	40.7
Check	—	107	0

a. These were combined with limestone 65 gram per 10 liter.

一方前法におけると同様に本法においてもホリドールの効果は低く、41%の殺虫率にとどまった。以上のことから、イシダヒメヨコバイの一般有機りん製剤に対する感受性は低いがカーバメイト系殺虫剤ならびに浸透性殺虫剤と硫酸ニコチンに対するそれはかなり高いことがわかった。

なお、2, 3の有機りん製剤、デナポンおよびエンドリンに対する幼虫の感受性をさらにくわしく知るために

南津軽郡田舎館村と北津軽郡鶴田町廻堰産の幼虫を供試して(1)法により検定した結果は第36表の通りである。すなわち各薬剤における幼虫の感受性に著しい地域差は認められず、ホリドール、E P N、マラソン、スミチオン等の効果は依然として低く、特にパラチオン剤は250倍の高濃度においてさえも充分な殺虫効果を示さなかった。これに反しデナポン、エンドリンおよびデプテレックスにおいては高率の効果をえた。

Table 36. Difference of susceptibility for some insecticides of the leafhopper nymphs from Inakadate-mura aud Tsuruda-mach. ^a

Material	Dilution	from Inakadate		from Tsuruda	
		Number Sampled	Mortality Per Cent	Number Sampled	Mortality Per Cent
Depterex	2000	71	100	66	98.3
"	4000	61	100	64	96.5
"	8000	61	67.2	65	33.9
"	16000	60	0.1	64	16.5
Foridol	125	69	95.1	65	87.2
"	250	61	63.5	68	36.5
"	500	54	26.5	68	36.5
"	1000	61	1.6	—	—
E P N	125	66	91.4	67	32.7
"	250	67	45.3	64	21.2
"	500	62	10.4	63	0.2
"	1000	—	—	65	0
Makathion	125	63	92.7	61	70.0
"	250	64	43.6	68	44.2
"	500	65	39.0	60	22.6
"	1000	73	9.2	66	0
Bygid	250	63	98.3	61	100
"	500	61	66.7	59	98.1
"	1000	61	44.6	62	89.1
"	2000	64	29.3	—	—

Material	Dilution	from Inakadate		from Tsuruda	
		Number Sampled	Mortality Per Cent	Number Sampled	Mortality Per Cent
Sumithion	250	65	49.7	66	78.2
"	500	70	45.8	65	79.4
"	1000	70	8.5	65	49.8
"	2000	64	3.5	67	24.4
Methyl - Dimeton	2550	66	98.5	—	—
"	5000	71	94.0	—	—
"	10000	66	67.8	—	—
"	20000	63	19.5	—	—
Denapon	5000	—	—	63	96.8
"	10000	65	95.3	63	93.3
"	20000	74	91.5	61	79.6
"	40000	66	76.0	63	51.9
Endrin	1000	61	100	—	—
"	2000	71	98.7	—	—
"	4000	64	96.7	—	—
"	5000	—	—	64	68.4
"	8000	65	66.0	—	—
"	10000	—	—	66	47.2
"	20000	—	—	66	29.7
"	40000	—	—	64	4.3

a. Mortality per cent was showed by ABBOT's correct value and insects were total number of two block.

考 察

従来イシダヒメヨコバイそのものを対象とする殺虫剤の試験は津川ら (1964) によって始めて行なわれたが、一般果樹を加害するヒメヨコバイ類の防除試験はこれまでにかなりの数に上っている。すなわち、DDTを始めとする有機合成殺虫剤が実用化される前には主として硫酸ニコチン、デリス剤および除虫菊が頻繁に使用され、かつその効果においても確固たる地歩を築いていた。例えば CHAPMAN ら (1932) は *Typhlocyba pomaria* 幼虫には硫酸ニコチンが著効を示すが、他にピレトリンの効果も軽視できないといっており、GARMAN (1934) は硫酸ニコチンが最も経済的かつ効果的な薬剤であることを指摘している。なお、ボルドー液について REED (1932) はリンゴを加害するミドリヒメヨコバイに対して 2-2-50以上の濃度で用いれば有効であるとのべているが、CHAPMAN (1932) は本剤の効果を全くみとめていない。これに関連した今回のイシダヒメヨコバイ幼虫に対する小実験ならびには場観察においてはボルドー液の効果はみとめられなかった。同様なことは砒酸鉛の場合にもいえることで、CHISWELL (1964) は本剤の有効性をみとめていない。ひるがえって、我が国でも過去において硫酸ニコチン、デリス剤および除虫菊はミドリヨコバイ、フタテンヒメヨコバイ *Erythroneura apicalis* N. およびミドリヒメヨコバイによくきくといわれたが、その記

録によつてみても有効性はヒメヨコバイ類にかなり普遍的なものと考えられる。その後、有機合成殺虫剤が導入されるにおよんで多数の薬剤が相ついで市場に進出したため、これらのヨコバイ類に対する効果試験も逐年大規模に行なわれた。その主なるものは福田 (1961) によるミドリヒメヨコバイに対する DDT、エンドリン、デルドリン、ダイアジノン、E P N、デプレックス等の有効性の確認であり、また、CHISWELL (1964) がヨコバイ 6種の発生するリンゴ園においてえたところの 0.1% Carbaryl, 0.04% azinphosmethyl, 0.6% ライアニアおよび 0.1% DDT 乳剤の効果の記録である。しかし、この場合 0.02% ダイアジノンは *Typhlocyba frogatti* と *T. rosae* の若令幼虫にいくぶん効果を示すが、0.1% DDT 水和剤には両種の第 2 世代幼虫の抑圧をあまり期待できないということである。これらと期を同じくして行なわれた VERESHCHAGINA (1962) の試験においてもリンゴを加害する *T. rosae* に対するデメトンおよびメチルデメトンの効果のみとめている。このように上記の数例において明らかのように、一般にヒメヨコバイ類に対する有機リン製剤の効果の高いことはわかるが、イシダヒメヨコバイにかんする限り、ジブロム、メチルデメトン、バミドチオンおよびデブテレックスの殺虫効果が高いにもかかわらず、パラチオン剤およびその類縁化合物のそれが低いのはこのさい特異な現象というほかは

ない。これが他のヨコバイと異なるイシダヒメヨコバイの薬剤に対する生理的特性によるものか、あるいはパラチオンに対する抵抗性個体群の発達によるものかにはわからず、現在のところ後者の疑いが濃厚である。しかし、抵抗性個体群の存在を証明するにはなおいくたの解決すべき問題があり、とりあえず常発地である津軽地方以外から採集したヨコバイ個体群と前者のそれとにおける薬剤感受性のくわしい比較検討が必要である。

4. イシダヒメヨコバイの防除法に関する一般考察

これまでに行なわれた防除試験ならびに生態に関する調査結果から、現在のリンゴ栽培体系においてイシダヒメヨコバイの防除を推進するための問題点を指摘しておきたい。

まずその第1は直接の防除法としての薬剤散布と天敵の保護増殖である。これについてはすでに STEINER (1938) が *Typhlocyba pomaria* の防除における天敵の活動を高く評価しており、特に *Anagrus* sp. をとりあげ、接触剤の散布にまさる有効性を強調している。しかし、当時におけるリンゴ害虫に対する防除薬剤は砒酸鉛、ニコチン、ピレトリン等が主体をなしており、昨今のように強力な有機合成殺虫剤を散布する場合はかなりおもむきを異にしている。現在、リンゴ園でヨコバイ以外の害虫防除に使用される殺虫剤は多数のほり、これがヨコバイ類の天敵を低密度に抑えていると思われるので、殺虫剤散布期間中における天敵の活動に多くを期待できないことは明らかである。すなわち、*Anagrus* sp. の活動時期は寄主であるイシダヒメヨコバイの産卵から幼虫のふ化にいたる6月下旬、8月上旬および10月の3期までであるが、このうち6月下旬と8月上旬には、ハダカシ防除のために強力な殺虫剤が散布されるから天敵の活動も必然的に阻止されるものとみななければならない。同様のことは *Aphelopus* sp. や寄生菌の場合についてもいえることであって、防除目的中にヨコバイ以外の害虫をふくむ限り、防除法の主体はあくまでも薬剤散布に依存するものと考えてよいであろう。この意味から、使用薬剤の種類について論及すれば、殺虫効果の低

いパラチオン、スミチオン、パイジット、マラソン、E PN、ダイアジノン、BHC、DDD等は除外されることになり、人畜に対する毒性においてメチルデメトンおよびエンドリンにも期待できないとすれば、今のところデナボン、DDT、キルバール、デブテレックス、硫酸ニコチン等を取りあげるのが最良の策と考えられる。

次に薬剤散布時期の問題であるが、幼虫期に薬剤に対する感受性が高く、移動性も少ないからこの時期に防除の焦点をしばることが大切であろう。この場合、3回にわたる幼虫発生時期のうちどの時期を防除適期とすべきかは一概にいえない。さきに GARMAN (1934) は年2回発生の *Typhlocyba pomaria* に対して1回だけの防除を行なう場合は第1世代よりも第2世代幼虫期を対象にすればより効果的で、しかも翌年の第1世代の発生率が低いと述べている。年3回発生するイシダヒメヨコバイ幼虫の最も整一な発生は越冬卵のふ化完了期にみられ、これはまたリンゴの落花直後にあたるから、本期における防除に最も高い効率を望むことができると思われる。しかし、付近にある他の発生源を放置しておくことと秋期までには発生初期と同程度まで密度が高くなるから軽視できないし、それに7月中旬に多発する第2世代幼虫に対する防除も第1世代のそれを欠くときは是非必要になってくる。9月上旬に多発する第3代幼虫の発育は不揃いで、防除効率は一般に劣るが発生の著しいときにはこれまた薬剤散布の必要に迫られる。このさい収穫時期の薬剤処理には収穫物の毒性に関連する問題がからむのでこの点を充分考慮すべきことは論外である。

以上述べたことから要約すると、最も効果的なイシダヒメヨコバイの防除は第1回幼虫の発生期に行なうのがよく、特に高密度の越冬卵を保有する園には本期の薬剤散布は不可欠であり、同時に効率をさらに一層高めるためには全発生園にわたる一斉防除が重要条件となることはいうまでもない。

第3に防除の補助手段として大切なことは発生環境の整備である。なかでも園地付近にあるリンゴ以外の寄主植物（ハルニレ、ヤナギ類）を除去するのみならず、場合によってはこれらにも散布を実施することが好ましい。

X 摘 要

イシダヒメヨコバイは1960年頃から青森県のリンゴ園に大発生し、現在慢性化の傾向にある害虫の1つである。本報では大発生に至る経過を述べると同時に本種の形態、生態ならびに防除法について研究し、概要つぎの結果をえた。

1. 本種は従来よりリンゴに寄生していたが、恐らくミドリヒメヨコバイおよびコマドリヨコバイと混同されていたため、独立種として識別するまでにいたらなかったものと考えられる。したがって、分類学上なお論議すべき問題点が多く、今のところ海外における *Typhlocyba* 属のものとの関連性を検討して種名を決定すべき段階にある。
2. 今回の青森県における大発生は、農薬による害虫一天敵の均衡の破かいと、パラチオン抵抗性系統の出現の2要因によって生起されたものと思われる。
3. 本種はリンゴの葉裏に寄生して吸汁するため、被害痕は葉表より黄色の斑点としてみとめられ、発生の甚しいときは1樹の全葉が黄変し、葉の機能を低下させる。また、成、幼虫の排泄物は果面および葉表面に黒かつ色の斑点として付着するため、葉の機能障害をおこすばかりでなく、果実の外見を著しく損する。
4. 本種は年3回の発生、卵態で越冬し、越冬卵は5月上～下旬にふ化、その最盛期は紅玉の満開期頃にあたる。そして、第1世代成虫は6月上旬～7月上旬に出現し、第2世代幼虫は7月上旬～8月上旬、その成虫は7月中旬～8月中旬に羽化、ついで第3世代幼虫は8月中旬～10月中旬にあらわれ、成虫の羽化は9月中旬～12月に行なわれ、このものによる越冬卵は9月下旬から12月にわたって産卵され、その最盛期は10月中旬～11月中旬となっている。
5. 第1～2世代成虫は主として葉脈中に産卵し、第3世代越冬卵は新梢の皮下に産下される。
6. 幼虫は5令を経過する。このさい令期の進行にともなつて生長する翅芽の先端と腹節の相対関係から令期を判定できる。また、頭幅の成長過程に対して DYAR, GAINES & CAMPBELL, TOKUNAGA 3式のうち DYAR の式が最もよく適合する。
7. 成虫は全体淡黄白色、翅を含め体長は3～4mm。翅は無斑、翅脈はかなり変異にとみ、翅脈の異常型は全体の10%前後をしめる。また、体形も世代により異なり、第1、2世代は小形、第3世代は大形となるいわゆ

る季節型を示す。

8. 夏卵期間は約2週間、越冬卵のそれは180～210日、第1世代幼虫期間は32～33日、第2世代は16日、第3世代では約30日である。

9. 新梢における越冬卵は基部に少なく、先端から中央部にかけて多い傾向がある。

10. 10月における交尾は午前10時から午後3時までの主として温和な日中に葉裏で行なわれる。交尾時間はかなり長く、40～110分にわたり、このものによる越冬卵の多くは午後2時から午後5時頃に産下され、1卵の産下に3～20分を要する。

11. 越冬卵の産卵期間は9月下旬から11月下旬にわたり、その最盛期は10月中旬～11月中旬である。このさい越冬卵を蔵する成虫の多発期と新梢上における越冬卵の急増期との間には約4週間のずれがあり、前の期間が産卵前期間とみなされる。雌1頭の産卵数は10～20個である。

12. 越冬卵を定期的に25、20、15および10°Cで加温すると、いずれの時期においても温度の高いほど、そして加温時期の遅いものほど早くふ化する。加温後1月～2月と4月以降の2回にわたり急激に卵期間の短縮する時期があり、25および20°Cよりもむしろ15および10°Cの低温においてふ化率の高くなる傾向がある。

13. 越冬卵を11月19日から5°Cに保存し、定期的に20°Cに加温後の卵期間では、5°Cにおける保存日数60～80日以上のもののがそれが一定となり、ふ化率もよい。

14. 成虫の性比をみると世代にかかわらず発生初期に雄が多く、中期に1:1となり、後期では反対に雌が雄よりも多くなる。3世代間では性比の逆転期が越冬卵の産下時期と一致する。しかし、卵からふ化した幼虫を直ちに隔離飼育すると成虫の性比はほぼ1:1となる。

15. 第3世代成虫の寿命は他世代のそれに比して著しく長く、約2ヶ月間生存し、降雪期にいたるまで産卵を続ける。

16. ヨコバイの発生園においてえられた天敵は *Anagrus* sp., *Aphelopus* sp., 寄生菌の1種、成、幼虫を捕食するハエトリグモ、その他のクモ類、クサカゲロウの1種、ダニの1種等で、このうち *Anagrus* sp. は最も強力でその寄生率は5～20%にのぼった。

17. ヨコバイ越冬卵から *Anagrus* sp. の羽化する時期は5月下旬～6月下旬、最盛期は6月中旬で、これは

ヨコバイの第1回成虫の多発期にあたる。また、越冬卵に寄生中の *Anagrus* sp. をそのまま5°Cに保存して定期的に加温した場合のハチの羽化は同条件下におかれたヨコバイのふ化後一定期間を経て行なわれた。このことから越冬卵の発育と *Anagrus* sp. のそれは平行的に進行するものと思われる。

18. 越冬卵の産下植物として12種をあげることができる。すなわち、ハナカイドウ, *Malus transitoria* SCHNEIDER, リンゴ, ワリンゴ, マルバカイドウ, シカイドウ, *Malus platycarpa* MILLER, *Malus theiëra* REHDER, ハルニレ, カワヤナギ, ナガバカワヤナギおよびオニグルミで、他に成、幼虫を認めた植物として13科19種がある。

19. 春季剪去されたリンゴ枝上の越冬卵は、そのまま放置されると枝の乾燥によりふ化を完了することができない。

20. 越冬卵に対するマシン油の効果は油分を8%にあげた場合でもあらわれず、同時に寄生バチの *Anagrus* sp. に対しても毒性をみとめがたい。

21. 試験の結果ではデナボン, DDT, エンドリン, ペスタン, ジプロム, ニカプロム, 改良メタシストックス, 硫酸ニコチンおよびバミドチオンは著効を示すが、現在一般に使用されているホリドール, PM, マラソンスミチオン, バイジェット, ダイアジノン等の有機りん製剤にはいずれも多くの効果を期待できない。

参 考 文 献

- 青木 清 1959
昆虫病理学, 技報堂, 493 P.
- ARMSTRONG, T. 1935
The white leafhopper, *Typhlocyba pomaria* MCATEE. Canadian Jour. Res. B sect. D : 72-84
- BAKER, H. 1952
Spider mites, insects and DDT. U. S. Dept. Agric. Yearbook, 1952, 562-567
- BEIRNE, B. P. 1956
Leafhoppers (Homoptera : Cicadellidae) of Canada and Alaska. Canadian Ent. 88, Suppl. 2 : 77 P.
- CHAPMAN, P. J., T. W. REED & R. H. FOX 1932
Some notes on the control of the apple leafhopper *Typhlocyba Pomaria* MCATEE. Jour. Econ. Ent. 25 : 582-586
- CHRISTIN, P. 1953
A revision of the North American species of *Typhlocyba* and its allies (Homoptera, Cicadellidae). Univ. Kansas Sci. Bull., 35, Part II : 1103-1277
- CHURCH, N. S. & R. W. SALT 1952
Some effects of temperature on development and diapause in eggs of *Melanoplus bivittatus* (SAY) (Orthoptera : Acrididae). Canadian Jour. Zool. 30 : 173-184
- COOK, W. C. 1941
The beet leafhopper. U. S. D. A. Farmer's Bull. 1886, 21 P.
- CHISWELL, J. R. 1964
Observations on the life histories some leafhoppers (Homoptera : Cicadellidae) occurring on apple trees, and their control with insecticides. Jour. Hort. Sci. 39 : 9-23
- DUMBLETON, L. J. 1934
The apple leaf-hopper (*Typhlocyba australis* FROGG.). New Zealand Jour. Sci. & Tech., 16 : 30-38
- 園芸試験場盛岡支場虫害研究室 1963
果樹園内の昆虫相の調査研究
I, リンゴ園害虫相の変遷に関する研究 昭和37年度試験成績(2) (とう写)
- _____ 1964
リンゴ園害虫相に関する調査研究
昭和38年度試験成績 (とう写)
- ESAKI, T. & S. ITO 1954
A tentative catalogue of *Jassoidea* of Japan, and her adjacent territories. The Japan Society for the promotion of Science, Ueno Park, Tokyo, 315 P.
- 福田仁郎 1961
果樹害虫編, 養賢堂, 527 P.
- GABBUTT, P. D. 1959
The inster of the wool cricket *Nemobius sylvestris* (BOSC.) (Orthoptera : Gryllidae). Proc. Roy. Ent. Soc. London Ser. A, 34 : 37-43
- GARMAN, P. 1934
Studies on control of the white apple leafhopper in Connecticut. Jour. Econ. Ent., 27 : 361-

- 364
- 17 平田貞雄 1955
ヨトウガ幼虫の令期数とその成長比 応用昆虫,
11: 63-65
- 18 広瀬健吉 1960
最近のリンゴ園害虫相の変化について 長野園試
報告, 2: 21-43
- 19 HUKUSIMA, S. 1961
Studies on the insect association in crop field
XXI. Notes on spiders apple orchards. Japanese
Jour. Appl. Ent. Zool., 5: 270-272
- 20 福島正三, 武田 享 1961
ナシ園のバンド内における昆虫相 北日本病害虫
研究会年報, 12: 90-93
- 21 ISHIHARA, T. 1953
A tentative check list of the superfamily *Cica-*
dellidae of Japan (*Homoptera*)
- 22 岸本良一 1956
ウンカ類の翅型に関する研究 応用昆虫, 12: 56
-61; 202-210
- 23 小林 尚 1960
薬剤散布と害虫の異常な増殖 応動昆 第4回シ
ンポジウム講演 討論要旨, 61-64
- 24 MATSUMURA, S. 1931, 1932
A revision of the palaearctic and oriental *Typh-*
locybid-genera with descriptions of new species
and new genera. *Insecta Matsumurana* 6: 55-
91, 93-120
- 25 MULLA, M. S. & H. F. MADSEN 1955
A new leafhopper attacking prunus in Califor-
nia. *Jour. Econ. Ent.* 48: 476
- 26 _____ 1956
Two Mymarid egg parasites attacking *Typhlo-*
cyba species in California. *Jour. Econ. Ent.* 49
: 438-441
- 27 MÜLLER, H. J. 1958
The taxonomic value of the male genitalia in
leafhoppers in the light of new studies on the
seasonal forms of *Euscelis*. *Proc. Tenth Inter-*
national Congress Ent., 1: 357-362
- 28 RAINE, J. 1960
Life history and behavior of the bramble leafhop-
per, *Ribautiana tenerrima* (H. -S.) (*Homoptera:*
Cicadellidae). *Canadian Ent.* 92: 10-20
- 29 _____ & N. V. TONKS 1960
Control of three species of leafhoppers, on rubus
in British Columbia. *Proc. Ent. Soc. Brit. Co-*
lumbia, 57: 23-26
- 30 SCHOENE, W. J. 1938
Ecological studies of the white apple leafhopper,
Typhlocyba pomaria MCATEE. *Jour. Econ. Ent.*
31: 229-232
- 31 STEINER, H. M. 1938
Effect of orchard practices native enemies of
the white apple leafhopper. *Jour. Econ. Ent.*
31: 232-240
- 32 末永 一 1963
セジロウンカ, トビイロウンカの異常発生機構に
関する生態学的研究 九州農試彙報, 8(1): 1-152
- 33 _____ 1963
稲ウイルスを媒介するウンカ, ヨコバイ類に關す
る研究 九州農試彙報, 8(2): 153-349
- 34 TONKS, N. V. 1960
Life history and behavior of the leafhopper
Macropsis fuscula (ZETT.) (*Homoptera: Ci-*
cadellidae) in British Columbia, *Canadian Ent.*
92: 707-713
- 35 津川 力 1961
りんごの主要害虫 木村甚弥編, りんご栽培全編,
729-814, 養賢堂
- 36 _____, 山田雅輝, 白崎将英, 小山信行
1964 イシダヒメヨコバイ (*Typhlocyba ishidae*
MATSUMURA) の年間発生消長 北日本病害虫
研究会年報 15: 120-121
- 37 _____, _____, _____, _____ 1964
イシダヒメヨコバイ (*Typhlocyba ishidae*
MATSUMURA) の殺虫試験 北日本病害虫研究
会年報, 15: 190-191
- 38 VERESHCHAGINA, V. V. 1964
Typhlocyba rosae L. in the orchards and nurs-
eries of Moldavia (*Homoptera: Typhlocybinae*).
Rev. Appl. Ent. 52, Ser. A(6): 257-258
- 39 WINGARD, S. A. 1936
Parasitism of the apple leafhopper, *Typhlocyba*
pomaria by *Entomophthora*. *Phytopathology*
26: 113
- 40 横浜税関植物検査課調査係 1939
苹果の白積這に就いて 応用昆虫 1: 5 233-235

Biology and control of the leafhopper, *Typhlocyba ishidai* MATSUMURA in apple orchards

CHIKARA TSUGAWA, MASATERU YAMADA, SHŌEI SHIRASAKI
and NOBUYUKI OYAMA

(Aomori Apple Experiment Station.)

Summary

The leafhopper, *Typhlocyba ishidai* MATSUMURA has become a serious pest in apple orchards in Aomori Prefecture, northern Japan, since 1960.

In this paper, we have reported a study of the life history and the control measure as well as the progress of an outbreak of this pest conducted on Tsugaru area from 1960 to 1963.

The results obtained are summarized as follows :

1. This leafhopper has occurred in apple orchards from old time, but it had been confused with *Empoasca flavescens* FABRICIUS or *E. onukii* MATSUDA until recently, so it seems that this has not yet been identified as an independent species. Although there are some problems to be discussed in taxonomy, now is the time to decide the name of species in connection with *Typhlocybinae* which is well known in foreign countries. We will proceed here with the biological discussion this species as *Typhlocyba ishidai* MATSUMURA.

2. It seems that such severe occurrence in recent years due to destruction of balance with natural enemies to injurious insects owing to much application of some organic insecticides and development of resistant strain to Parathion.

3. This leafhopper attacks the under surface of the leaves of apple and in consequence on lightly infested leaves show small yellowish specks on the surface of them and on heavily infested ones the entire surface of them become yellowish brown in colour and unhealthy in appearance.

The principal damage is caused, not only by the sucking of insects, but also by the sooty mold fungus, which grows on the excrement given off by the adults or nymphs of this leafhopper. This fungus practically causes serious damage the function of the leaves and the fruits become dirty with soot.

4. There are three generations each year and overwintering eggs begin to hatch from early April and complete the end of this month and the peak of hatching is from 10th to 15th of May.

The first generation of adults emerge from early June to early July and the second generation of nymphs emerge from early July to early August, the adults emerge from mid-July to mid-August.

The third generation of nymphs emerge from mid-August to mid-October and the adults emerge from mid-September to December.

The overwintering eggs are deposited from late September to December and the peak of deposition is from mid-October to mid-November.

5. The eggs, which are pale white in colour, about 0.80 mm. in length and 0.24 mm. in width are laid in the vein of the leaves or the leafstalks during the first and second generation (summer eggs), but are pushed just beneath the bark of twigs in the third generation (overwintering eggs).

6. The nymphs are milky white in colour and there are five nymphal instars. The classification of instars should be decided between apex of wing bud and segment of abdomen.

Among three formulae for growth of head width, that is, DYAR's TOKUNAGA's and GAINES & CAMPBELL's formulae, it was found that DYAR's formula best fits the case.

7. The adults are light yellowish white in colour and body length is 3 to 4 mm. including wings. Wings have no spot and there are some variations in wing venation and the individuals which have abnormal venation are about 10 per cent as a whole. Each part of body vary in length in generation.

8. An incubation period is about 2 weeks in summer and is 180 to 210 days in overwintering e gs.

Time from hatching to adult is 32 to 33 days in May and is 16 days during June to July.

These phenomenon coincide with the result of breeding in the thermostat, that is 34 days in 15 degrees C. and is 16 days in 25 degrees C. Nymphal period is about a month in mid-August to mid-September and is about 20 days in the thermostat of 20 degrees C.

9. Observing the distribution of overwintering eggs on the twigs, there are very few on the bases but are laid much where the size is 0.4 to 0.7 cm. in diameter. Number of deposition is 5 to 15 eggs per 1 square cm. in cases where high populations exist and the most abundant instance is 20 eggs per 1 square cm.

10. The leafhoppers usually mate on the undersides, of the leaves under the mild condition during 10 a.m. to 3 p.m. in October.

Mating couples remain paired for 40 to 110 minutes. Most overwintering eggs are laid from 2 to 5 p.m., the female adults grasp parallel to the new twigs and deposit the eggs with their head down. Oviposition requires 3 to 20 minutes.

11. Overwintering eggs are laid from end of September to end of November and their peak was from mid-October to mid-November.

There are 4 weeks between the time to increase in number of winter females and overwintering eggs. This seems to be the pre-oviposition period which has required mating and maturation of eggs. In the insectary winter females laid an average of 10 to 20 eggs.

12. Heating up periodically the overwintering eggs at 25, 20, 15 and 10 degrees C. respectively, the higher temperature is, the more they hatch rapidly whenever the time it may be and furthermore, the later time to heat up becomes, also the more they hatch rapidly whatever degrees of the temperature it may be. There are two declining times during January to February and after April in incubation period when heated up the overwintering eggs.

These times appear to that diapausing development of the overwintering eggs complete and embryonic development reopen as a result of the temperature rising. On the contrary, a rate of hatching is higher in keeping at low temperature such as 15 and 10 degrees C. than 25 and 20 degrees C.

13. Observing the incubation period of the overwintering eggs which have been preserved at 5 degrees C. from November 19th and after that have removed in the thermostat of 20 degrees C. periodically, it should have become constant and the rate of hatching should have been increased when they had been kept more than 60 to 80 days in 5 degrees C.

Even when the overwintering eggs have preserved at 5 degrees C. more than 100 days, the incubation period have become decrease gradually after heating up, but this means that embryonic development of them have progressed barely even at 5 degrees C.

14. The males predominated at the beginning of each generation and an equal sex ratio was present when the population reached a peak, after which females became increasingly predominant. A reversing period of sex ratio in the third generation coincide with the ovipositing period of overwintering eggs.

15. Adults of the third generation appeared to live longer than the other two generations and they could live about 2 months and should be continued to lay eggs until snowfalls had begun. A few nymphs occurring after October shall be emerged until end of November at latest, but most of them have died before oviposition.

16. Some predatory and parasitized specimens were collected in the orchards which the leafhoppers have occurred, that is, *Anagrus* sp. as a parasitic wasp and a certain fungus for adults, jumping spider and other spiders as a predator for adults and nymphs, larva of a lace-winged fly as a predator for nymphs and a certain mite as a parasite for nymphs.

Among these predators and parasites *Anagrus* sp. which parasitic for overwintering eggs seems to most dominant and the rate of parasite was 5 to 20 per cent.

17. Adults of *Anagrus* sp. come from within the overwintering eggs of the leafhopper at end of May to end of June and the peak of emergence is mid-June. Time of emergence of the first generation of the leafhopper coincide with the peak of emergence of *Anagrus* sp.

When incubate periodically the *Anagrus* sp. preserving at 5 degrees C. which is parasitic into the

overwintering eggs of the leafhopper, the wasps emerge at regular intervals after hatching of the leafhopper which has been left under the same condition and this means that the development of the overwintering eggs of the leafhopper run parallel to the development of *Anagrus* sp.

18. The host plants are *Malus halliana* KOEHNE, *Malus transitoria* SCHNEIDER, *Malus pumila* MILLER, *Malus asiatica* NAKAI, *Malus Prunifolia* BORKHAUSEN var. *ringo* ASAMI, *Malus micromalus* MAKINO, *Malus platicarpa* MILLER, *Malus theifera* REHDER in *Rosaceae*; *Ulmus Davidiana* PLANCH var. *japonica* NAKAI in *Ulmaceae*; *Salix gracilistyla* MIQ., *Salix Gilgiana* SEEMEN in *Salicaceae*.

Besides we have found many other host plants extending 19 species in 13 families which have been observed nymphs and adults.

19. The overwintering eggs on the new twigs which has been pruned down in dormant time, they could never hatch because of drying when the twigs have left as they were.

20. Most effective insecticides to kill nymphs and adults of the leafhopper are Denapon (Japanese name of Sevin, 1-naphthyl N-methyl-carbamate), DDT, Endrin, Pestan (ethyl-n-(diethyl-dithiophosphoryl acetyl) n-methyl carbamate), Dibrom (dimethyl 1, 2, -dibromo 2, 2-dichloethyl phosphate), Metasystox (0, 0-dimethyl 0-2-ethylmercapto-ethylthionophosphate), Nicotine sulphate and Vamidotion (N-methyl-0, 0-dimethyl-tiolphosphoryl-5-thia-3-methyl-2-valeramide).

Among them, Denapon, DDT and Vamidotion are of practical use considering to residual effectiveness and low toxicant harm to man and beast. On the contrary, most of the available phosphorous insecticides such as Paration, Malathion, Sumithion and Diazinon which could be used for some leafrollers, fruit moth and some scale insects control could not be effective for this leafhopper.

Plate I. Adults of the leafhopper, *Typhlocyba ishidaï* MATSUMURA

Fig. a. Dorsal view of adult

Fig. b. Mating adult

Fig. c. Adult on the twig

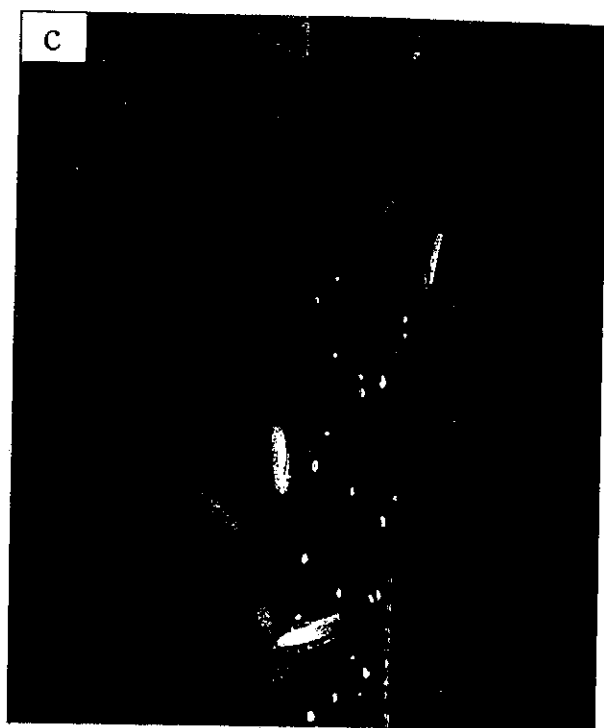
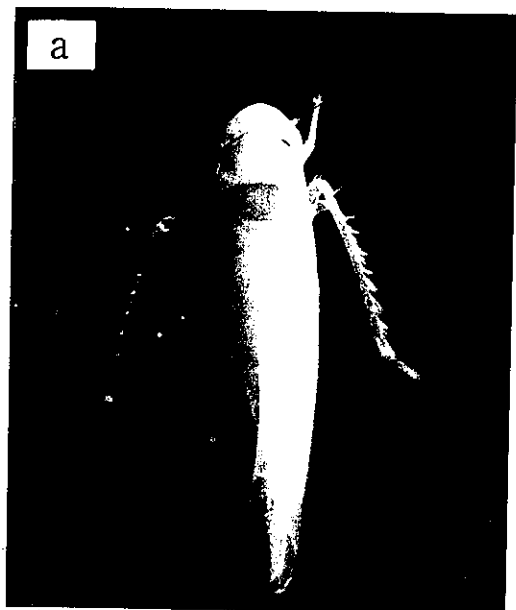


Plate II. Nymphs and eggs of the leafhopper

Fig. a. Nymphs of each instar

Fig. b. Summer egg just before hatching

Fig. c. Overwintering eggs under the bark of twig

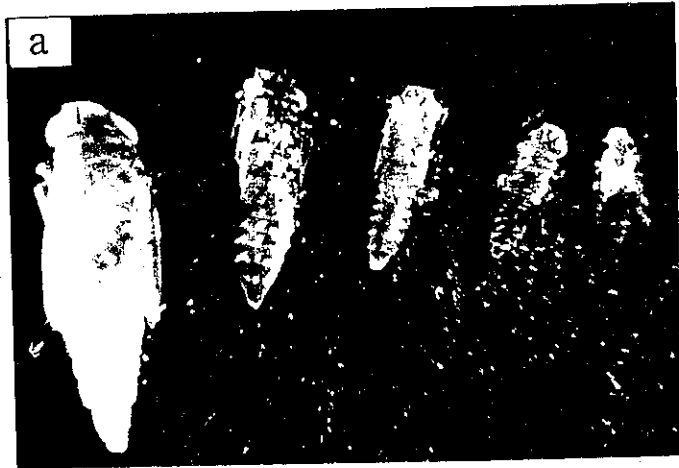


Plate III. Injured apple.

Fig. a. Apple fruit injured by the leafhopper

Fig. b. Apple leaves injured by the leafhopper

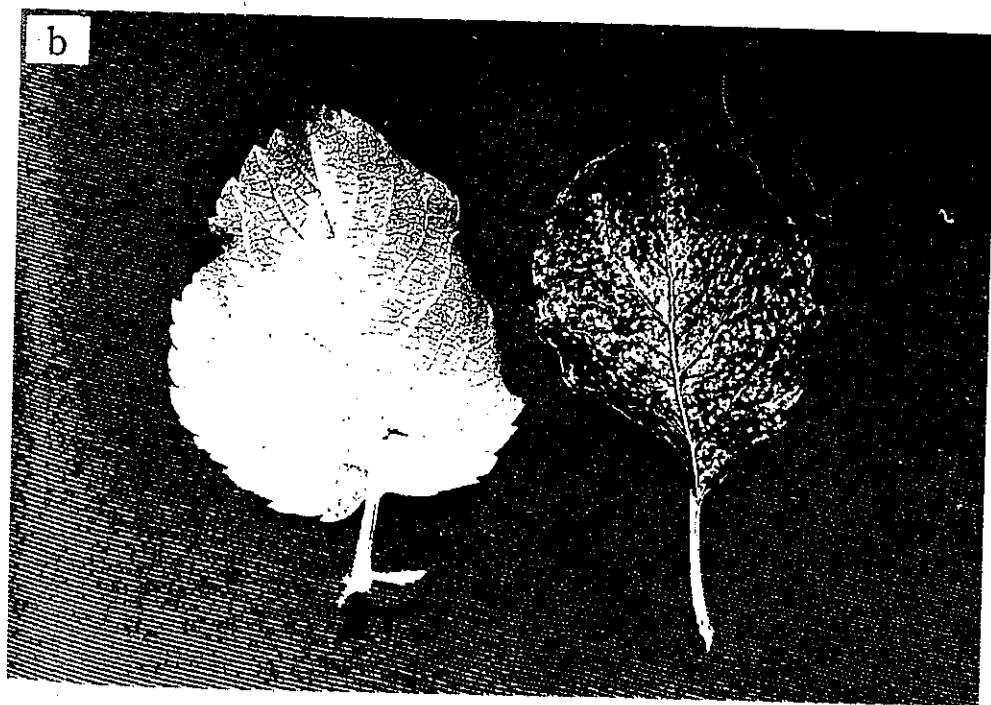


Plate IV. Natural enemies

- Fig. a. Female adult of egg-parasite, *Anagrus* sp.
Fig. b. Male adult of egg-parasite, *Anagrus* sp.
Fig. c. Nymphs of *Aphelopus* sp.
Fig. d. *Aphelopus* sp. on adult of the leafhopper
Fig. e. Small mite on nymph of the leafhopper
Fig. f. Dead adults caused by a certain parasitic fungi

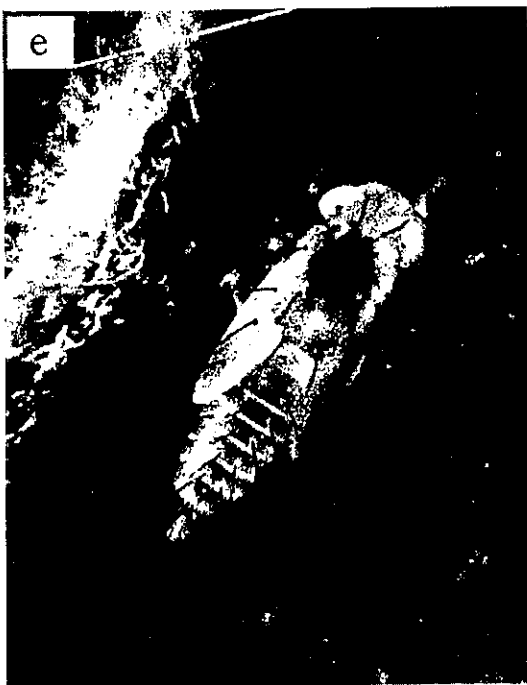
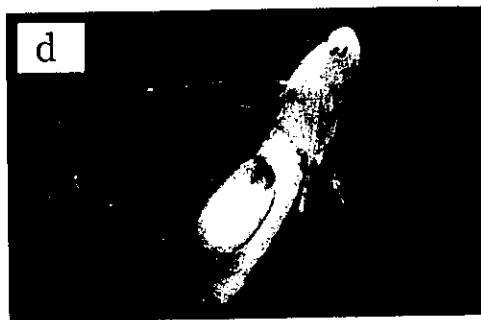
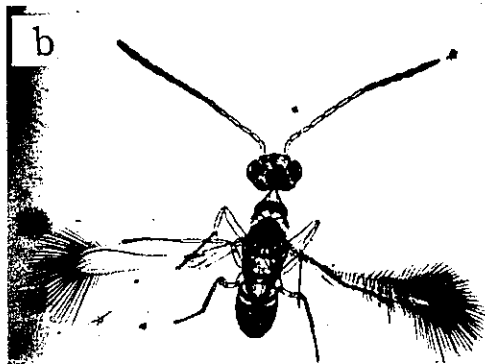
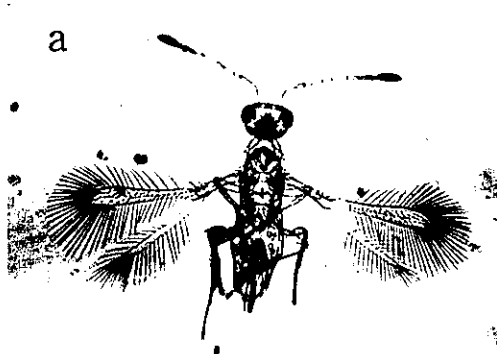


Plate V. Form of the parts of adult

Fig. a. Dorsal view of adult
Fig. c. Front leg
Fig. e. Hind leg

Fig. b. Front view of head of adult
Fig. d. Mid leg
Fig. f. Antenna

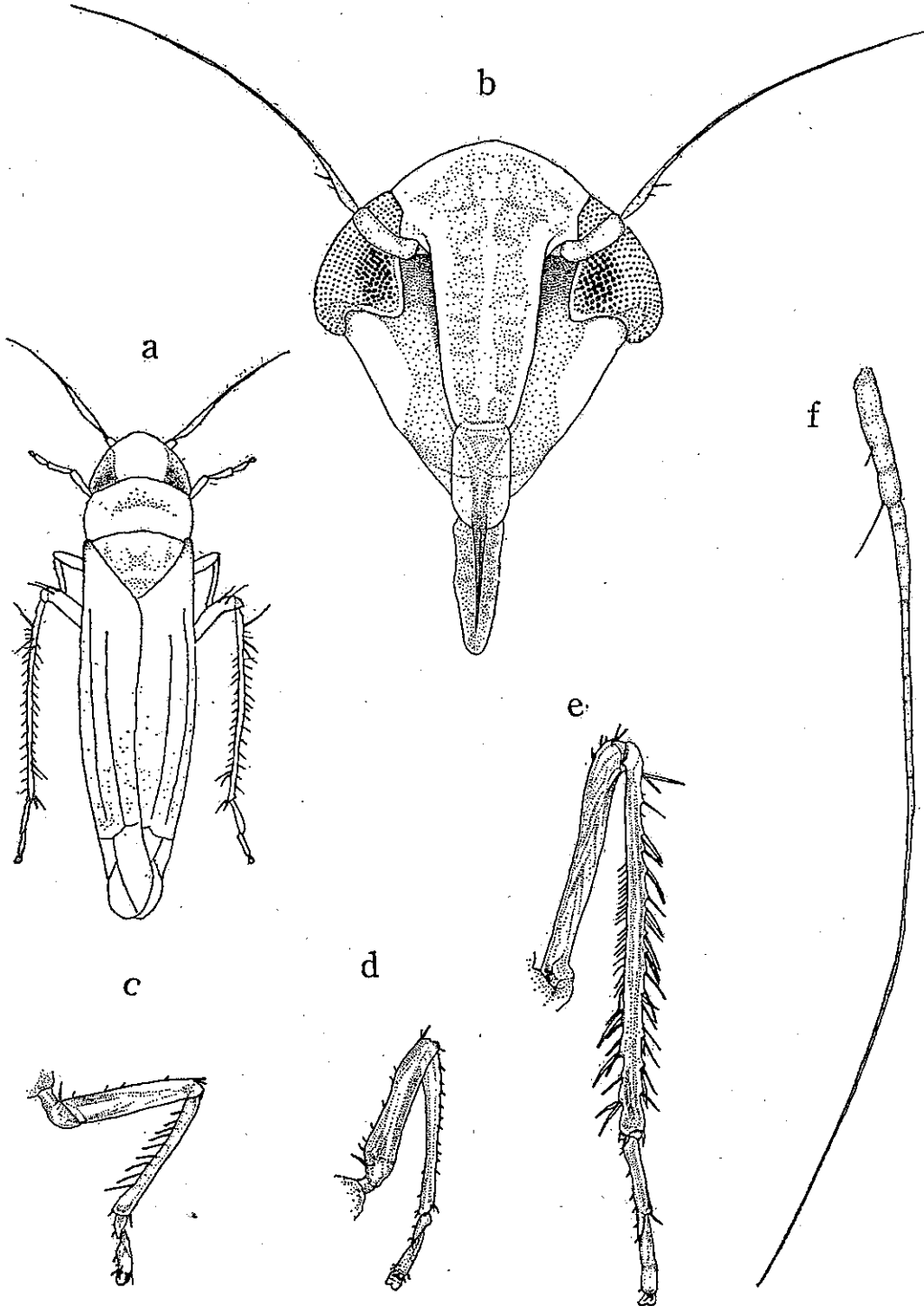


Plate VI. Anal segment of adult

- Fig. a. Anal segment of female
- Fig. b. Anal segment of male
- Fig. c. Ovipositor
- Fig. d. Aedeagus
- Fig. e. Styles

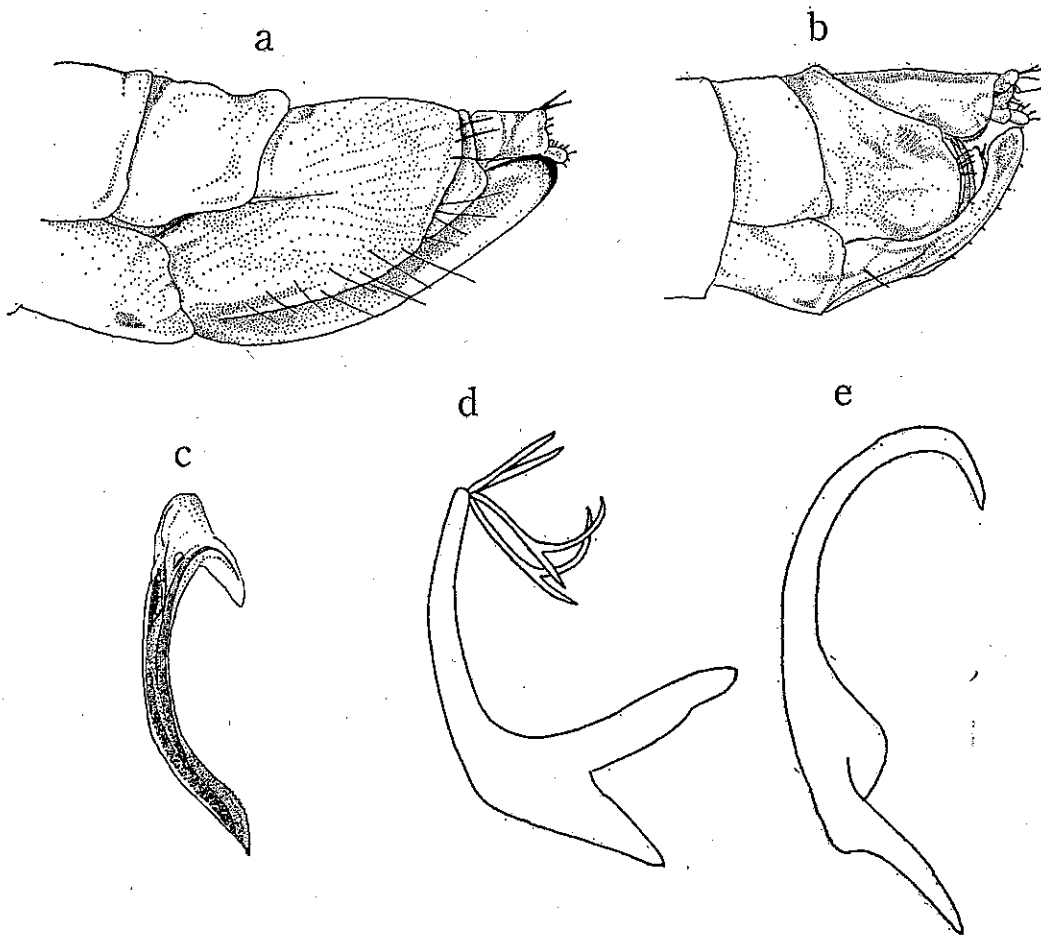


Plate VII. Gonads of adult

- Fig. a. Female
- Fig. b. Male

