

苗畑害虫の防除に関する研究—I

コガネムシ類幼虫の生態ならびに薬剤防除 に関する研究

藍 野 祐 久⁽¹⁾
山 田 房 男⁽²⁾
後 閑 暢 夫⁽³⁾

I 緒 言

苗畑害虫には多くの種類があるが、苗木の地下部を加害する土壌昆虫が多く、なかでもコガネムシ類の幼虫は林業上はもちろん、農業上も重要な害虫である。これらのコガネムシ類の被害は古くより問題となつていて、幼虫による苗木の被害と成虫による林木の被害とは、林業経営が集約化されるにつれて被害度を増してきたようである。その被害程度は幼虫の棲息密度によつて異なり、極端に棲息密度の高い場合は8、9月ころまでに播種苗も移植苗もその大半は枯損するか、あるいは枯死しないまでも苗の成長はきわめて悪く、地肌に見えるような激害を受けるものである。こうした激害地は、著者ら自から昭和27年4月に山形県真室川苗畑および神奈川県渋沢苗畑において観察しているが、特に真室川苗畑では幼虫の棲息密度が高く、惨憺たる被害を受けていた。なお、農業方面では1929～1930年の十勝および根釧原野のスジコガネ、1934～1935年の胆振、日高および渡島地方におけるヒメコガネによる被害は甚大であり、特に根釧原野においては農作物以外に雑草類まで根部を食害されたため、牛馬の放牧に困難を生ずるほどであった。また、最近林地に植栽されたカラマツの苗木が山間に棲息するオオスジコガネの幼虫によつて被害を受け、多数枯死することが判明し、成虫による林木の被害のほかに、幼虫による被害を防除しなければならない状況に立ちいたつた。

こうした苗畑の重要害虫であるコガネムシ類幼虫に対する防除試験は古くから行われており、その防除方法も毒剤、燻蒸剤、接触剤等の殺虫剤によるもの、忌避剤によつて産卵防止をするもの、誘致剤による方法、天敵微生物による方法、機械的な殺虫法、あるいは耕種的方法等によつてコガネムシ類幼虫の棲息密度を低め、その被害防止に貢献してきた。

薬剤防除については、肱黒(1925)はナフタリン、青酸加里、二硫化炭素、クロールピクリン、アプテライトおよび砒酸鉛を、明永(1925)は二硫化炭素、ナフタリン、青酸加里および青化加里を、宮下(1929)はナフタリンを、丸毛(1930, 1932)はフロライトおよびクロールピクリン乳剤を、千林および小泉(1937)は砒酸鉛を、沢(1940)は砒酸鉛、砒酸石灰、二硫化炭素、クロールピクリンのほかに接触剤として硫酸ニコチン、ネオトン、デリス石鹼、カンコウ殺虫剤、煙草粉、煙草浸出液、青酸加里液、石油乳剤、除虫菊加用石油乳剤、機械油乳剤、後藤デシン、クレオリンおよび片脳油を使用して防除試験を行つてい

(1) 保護部昆虫科長・農学博士 (2) 保護部昆虫科昆虫研究室員
(3) 元保護部昆虫科昆虫研究室員・現東京農業大学助手

る。また、アメリカにおいては輸入害虫であるマメコガネの被害が激甚で、牧野ならびに果樹園での被害を防除すべく各種の防除試験が行われてきた。

すなわち、その防除法には天敵利用の試験、ゲラニオールおよびユーヂエノールのような成虫誘引物質による試験および殺虫剤による試験等がある。殺虫剤について二、三の例を示すと、HINDS (1924) は二硫化炭素を、FLEMING (1928, 1930, 1932) は砒酸鉛、二硫化炭素、ナフタリンを、METZGER (1933) は硅弗化バリウム石灰を、STONE & CAMPBELL (1933) はクロールピクリンおよびその乳剤を、LIPP (1934) はパラデイクロールベンゼンおよびナフタリンを使用して相当の防除効果を挙げている。しかるに第 2 次大戦を契機として殺虫剤に一大進歩がもたらされた。それは安定で残効性に富み、接触剤であると同時に毒剤であつたり、あるいは燻蒸の性格をももっている DDT や BHC のような有機殺虫剤の合成に成功したことである。その後欧米における合成殺虫剤の発見はきわめて多く、塩素系のものとしてクロールデン、アルドリン、デイルドリン、エンドリン等が登場してくる以外に、有機燐剤のバラチオン剤、浸透性殺虫剤あるいは土壌害虫の燻蒸剤として D-D が製造されるようになった。その結果欧米においては 1940 年台よりすでに DDT, BHC およびクロールデンを使つて土壌害虫であるコガネムシ類の幼虫、ハリガネムシおよびハムシ等の幼虫に対する防除試験を行つている。しかし、わが国におけるこれらの薬剤による試験研究ははるかに遅れ、DDT は昭和 22 年、BHC は 23 年ころから試験されるようになった。

著者らは昭和 26 年より、全国的に苗畑付近に棲息するコガネムシ類および苗畑に棲息加害するコガネムシ類幼虫の種類、発生期ならびに発生量の調査を行うと同時にその生態を研究し、加害害虫の質量とその生態を全国的に把握して、合理的な防除法の確立を進めてきた。今まで内地において、苗畑付近に棲息するコガネムシ類および苗畑に棲息加害するその幼虫の種類、発生量および土壌中の幼虫の季節的垂直移動に関する調査報告は比較的少なかつたが、本調査によつて苗畑害虫の種類とその発生量が判明してきた。したがつて室内殺虫試験には苗畑における優占害虫を供試し、殺虫剤には人畜に害の少ない塩素系の合成殺虫剤を使用した。防除試験に際しては、室内殺虫試験結果に基いて中間の金網柵による防除試験と野外試験を行い、その結果に応じて昭和 27 年度より愛知(伊藤技師)、京都(安村技師)、兵庫(松本技師)、岡山(植月技師)、神奈川(加藤技師)、石川(野崎技師)、新潟(安部技師)等の諸県の保護専門技術普及員に依頼して、同一設計のもとに現地適応試験を実施した。

本試験ならびに調査に当つては、林野庁研究普及課、業務課、各営林局造林課、各営林署、各県の保護専門技術普及員ならびに支場の保護研究室の各位から協力を得た。ここに感謝の意を表する。

なお、本場における試験研究にあつては昆虫研究室の各位、高知大学農学部助教授小島圭三氏およびポーラグラフにより γ -BHC の定量の労をわずらわした三共 K K 農業部の熊沢正義氏等の諸氏に感謝の意を表する。

Ⅱ 苗畑におけるコガネムシ類の種類とその生態

1. 青色螢光誘蛾燈に誘殺されたコガネムシ類の種類

成虫は直接苗畑において加害することは少ないのであるが、産卵する可能性があるためその種類、発生消長および発生量の調査を行つた。さいわいコガネムシ類には陽性の趨光性のある種類が多いので、20 ないし 30 ワツトの青色螢光誘蛾燈を苗畑内に点灯して成虫の誘殺を行つた。しかし、各種類の趨光性がま

だ研究されておらず、コガネムシ類のなかにはマメコガネのように陽性の趨光性をもっていないものもあるので、この誘殺虫で直ちに苗畑付近に棲息するコガネムシの種類と発生量を推定することはできないが、大体の傾向を知ることができる。コガネムシ類についてはその生活史の未だ不明なものもあり、クロコガネ、オオクロコガネおよびピロウドコガネ亜科のものは成虫で越冬するが、多くの種類は幼虫で越冬し、6、7月ごろから羽化成虫となり、交尾産卵を終って成虫の発生が終るのは9月上、中旬である。ただ、有効積算温度から考えても、東北地方に比較して中国、四国、九州での発生は早くなるのが当然である。なお、成虫で越冬する種類はピロウドコガネ亜科のもののように概してその発生は早い。本州、四国、九州の各営林局署ならびに県に依頼して点灯採集してもらったコガネムシ類のうち、本州で採集したものを表示すると第1表のごとくである。採集方法については、茨城県友部苗畑および石川県火打谷苗畑は連夜点灯採集であるが、他は1週1夜の採集調査である。したがって点灯日数の少ないことと、現地の点灯時期が設計の点灯時期すなわち5月下旬よりはるかに遅れているところが多いので、第1表に記録もれのしている種類もかなりあるものと考えられる。

第1表で判明するように、採集されたコガネムシ科の昆虫は33種類であり、そのうち苗木を食害する可能性のあるものは30種以内と考えられる。発生量の最も多いと推測される種類はヒメコガネで、8箇所のうち5箇所において優占種となっており、他の3箇所においても第2位が2箇所、第4位が1箇所とヒメコガネの棲息密度が圧倒的に高いことが推察される。秋田県本庄の苗畑においてはヒメサクラコガネが最も多く、次がヒメコガネとなっており、石川県火打谷の苗畑においてはスジコガネが最も多く、ヒメコガネが第2位となつている。また、島根県松江の苗畑においてはアオドウガネが最も多く、チャイロコガネ、ドウガネブイブイについてヒメコガネは第4位となつている。こうしたコガネムシ類の質的また量的変動は種分布および苗畑の環境条件に左右されるものであるが、ヒメコガネはいずれの苗畑においても優占種か、または亜優占種あるいは亜優占種の発生量に近く、きわめて適応性の強い害虫と考えられる。ヒメコガネに比較してその発生量は少ないが、いずれの苗畑においても採集されている種類にスジコガネ、ハンノヒメコガネ、サクラコガネ、ドウガネブイブイ、アカピロウドコガネの5種類があり、次に述べるようにハンノヒメコガネ以外の前記5種類の幼虫はいずれの苗畑からも採集されていることから、広く分布する苗畑害虫ということができよう。

2. 苗畑に棲息加害するコガネムシ類幼虫の種類と生態

苗畑に棲息加害するコガネムシ類幼虫の種類、生態ならびにその発生量を知ることは防除に必須の基礎資料である。しかるに今までに充分の資料が得られなかつたのは、他の一般土壌昆虫におけるごとく、調査方法が困難であつたためである。著者らは試験場における調査以外に昭和27年度より各営林局署ならびに県の保護専門技術普及員に依頼して3、4月に苗畑の掘取調査を行い、1 m^2 ごとに掘り取ったコガネムシ類幼虫を送付してもらっている。それらについて分類同定した結果の一部を表示すると第2表のごとくである。

第2表は特別の場合を除いて、1 m^2 深さ40cmの場所を10箇所掘取り調査した結果で、苗畑に棲息するコガネムシの種類と発生量を知る一つの資料である。東北から九州までの12箇所の苗畑から以上のような方法で掘り取ったコガネムシ類幼虫の種類は、ヒメコガネ、ドウガネブイブイ、サクラコガネ、セマダラコガネ、スジコガネ、クロコガネ、オオクロコガネ、マメコガネ、ナガチャコガネおよびピロウドコガネ亜科に属する種類である。そのうちピロウドコガネ亜科の幼虫は、現段階において分類同定ができな

Table 1. 苗畑において点灯
May beetles collected by the

Species	Prefecture Period lighted	Akita (Honjō)	Yamagata (Mamurogawa)
		1/VII~20/IX, 1953	12/V~31/VIII, 1953
<i>Serica boops</i> WATERH.	ヒゲナガビロウドコガネ	—	—
<i>S. japonica</i> MOTSCH.	ビロウドコガネ	—	1
<i>S. orientalis</i> MOTSCH.	ヒメビロウドコガネ	—	35
<i>S. similis</i> LEWIS	カバイロビロウドコガネ	—	19
<i>S. spissigrada</i> BRENSKE	オオビロウドコガネ	—	48
<i>Autoserica castanea</i> ARROW	アカビロウドコガネ	22	488
<i>Au. secreta</i> BRENSKE	マルガタビロウドコガネ	—	5
<i>Apogonia amida</i> LEWIS	ヒメカンシヨコガネ	—	—
<i>Lachnosterna picea</i> WATERH.	クロコガネ	—	22
<i>L. kiotonensis</i> BRENSKE	クロコガネ	19	36
<i>L. morosa</i> WATERH.	オオクロコガネ	—	—
<i>Granida albolineata</i> MOTSCH.	シロスヂコガネ	5	—
<i>Heptophylla picea</i> MOTSCH.	ナガチヤコガネ	28	144
<i>Melolontha japonica</i> BURM.	コフキコガネ	278	—
<i>M. frater</i> ARROW	オオコフキコガネ	115	—
<i>Anomala albopilosa</i> HOPE	アオドウガネ	—	—
<i>A. costata</i> HOPE	オオスヂコガネ	—	—
<i>A. cuprea</i> HOPE	ドウガネブイブイ	450	78
<i>A. daimiana</i> HAROLD	サクラコガネ	29	181
<i>A. geniculata</i> MOTSCH.	ヒメサクラコガネ	5,393	—
<i>A. lucens</i> BALLION	ツヤコガネ	219	6
<i>A. multistriata</i> MOTSCH.	ハンノヒメコガネ	23	30
<i>A. rufocuprea</i> MOTSCH.	ヒメコガネ	1,847	697
<i>A. viridana</i> KOLBE	ヤマトアオドウガネ	366	—
<i>A. orientalis</i> WATERH.	セマダラコガネ	—	—
<i>A. flavilabris</i> WATERH.	ヒメスヂコガネ	—	1
<i>A. splendens</i> GYLLENH.	コガネムシ	—	—
<i>A. testaceipes</i> MOTSCH.	スヂコガネ	110	150
<i>Adoretus tenuimaculatus</i> WATERH.	チャイロコガネ	192	77
<i>Allomyrina dichotoma</i> L.	カブトムシ	—	—
<i>Rhomborrhina japonica</i> HOPE	カナブン	—	—
<i>Onthophagus</i> sp.	エンマコガネ属	—	15
<i>Bolbocerosoma nigroplagiatum</i> WATERH.	ムネアカセンチコガネ	4	—
Total		9,100	2,033

いが、大体 15 種内外と考えられる。しかも、そのうち *Anomala* 属のものが 5 種類もいることは、林業害虫がやはり農業害虫でもあることを示すものである。なかでもヒメコガネ幼虫は全部の苗畑から採集されており、かつ 10 個所の苗畑において優占種となつている。しかもヒメコガネが優占種となつていない 2 個所、すなわち、愛媛県湯山の苗畑における優占種はセマダラコガネ、滋賀県岩根の苗畑の優占種はクロコガネであるが、いずれも第 2 位の発生量を占めている種類はヒメコガネである。また、ヒメコガネの

誘殺されたコガネムシ類

fluorescent light-trap in the nursery.

Yamagata (Tsuruoka)	Yamagata (Oguni)	Niigata (Honai)	Ishikawa (Hiuchidani)	Shimane (Matsue)	Ibaragi (Tomobe)
21/VI~2/IX, 1953	1/VII~31/VIII, 1953	15/VII~8/VIII, 1953	6/V~26/VII, 1953	13/VII~7/IX, 1953	27/VI~12/IX, 1951
—	2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—
—	7	—	4	—	—
—	—	—	128	—	1
109	193	31	155	37	212
2	—	5	—	—	1
—	—	—	5	—	15
—	—	—	3	—	5
4	—	5	457	—	10
—	—	—	73	—	—
301	—	1	—	—	3
—	62	—	227	2	10
6	—	—	1	—	171
64	—	19	8	—	—
—	—	—	—	657	—
1	—	—	8	12	2
2,624	22	161	10	271	1,294
56	18	35	62	150	1,432
12,624	—	279	615	102	6
8	30	—	—	—	13
253	1	12	5	8	5
18,013	1,825	551	2,196	198	10,359
1,716	—	27	2	15	2
—	—	1	—	—	3
—	2	—	—	—	—
—	—	—	2	—	16
33	32	48	3,595	45	940
—	58	1	161	397	11
—	—	—	1	—	—
—	—	—	3	1	—
82	22	1	8	—	—
—	—	—	8	7	—
35,897	2,274	1,177	7,737	1,902	14,511

優占程度も秋田県本庄の苗畑の 43.5% を除いて、他の苗畑においてはいずれも 50% 以上であり、その最高は千葉県旭町苗畑の 96% となつている。第2に採集率の高い種類はピロウドコガネ亜科およびクロコガネで9個所、第3はサクラコガネの7個所、第4はドウガネブイブイおよびマメコガネの5個所となっている。以上の比較的採集率の高い6種類のうちヒメコガネ、ピロウドコガネ亜科、サクラコガネ、ドウガネブイブイは、採集年度に一部一致しない場合があるにしても、成虫の灯火誘殺の結果 (Table 1) に

Table 2. 苗畑におけるコガネムシ類
White grub population of several species

Species	Prefecture Area researched (m^2)	Akita (Ōmagari, 1952)		Akita (Honjō, 1951)		Akita (Kakudate, 1952)		Yamagata (Mamuro- gawa, 1952)		Yamagata (Oguni, 1953)	
		10		10		10		10		10	
<i>Anomala rufocuprea</i> MOTSCH. ヒメコガネ		66	89.2	81	43.5	56	72.7	56	50.5	24	82.8
<i>A. cuprea</i> HOPE ドウガネブイブイ		—	—	6	3.4	—	—	4	3.6	—	—
<i>A. daimiana</i> HAROLD サクラコガネ		—	—	—	—	—	—	31	28.0	—	—
<i>A. orientalis</i> WATERH. セマダラコガネ		—	—	—	—	—	—	1	0.8	—	—
<i>A. testaceipes</i> MOTSCH. スジコガネ		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lachnosterna kiotonsis</i> BRENSKE クロコガネ		—	—	6	3.4	—	—	9	8.1	—	—
<i>L. morosa</i> WATERH. オオクロコガネ		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Popillia japonica</i> NEWMAN マメコガネ		—	—	18	9.7	—	—	4	3.6	2	6.9
<i>Heptophylla picea</i> MOTSCH. ナガチャコガネ		—	—	—	—	—	—	4	3.6	—	—
<i>Sericinae</i> ビロウドコガネ亜科		8	10.8	75	40.0	21	27.3	2	1.8	3	10.3
Total		74	100.0	186	100.0	77	100.0	111	100.0	29	100.0

おいていずれの苗畑にも棲息している種類である。セマダラコガネは愛媛県湯山の苗畑においては優占害虫となつているが、採集箇所は4箇所、オオクロコガネおよびナガチャコガネは3箇所、スジコガネは1箇所から採集されているにすぎない。なお、島根県松江の苗畑からは、1954年多数のアオドウガネの幼虫が採集された。こうした苗畑の幼虫掘取り調査を行つた結果、幼虫が苗畑に棲息加害する種類は、苗畑で灯火誘殺できる成虫の種類の約半数である。しかも成虫・幼虫ともに凡ての苗畑において採集率高く、優占種か亜優占種となつている種類はヒメコガネであり、優占種とはなり得ないが比較的慢性的に広い範囲にわたつて棲息加害するものにビロウドコガネ亜科に属する種類がある。また、苗畑で灯火誘殺されたコガネムシ類成虫の種数に比較して、掘取り幼虫の種数の少ないことは、調査面積が少なかったこと以外に種類による棲分け、すなわち産卵場の相違があるためと考えられる。

優占害虫であるヒメコガネは東京付近においては満1年で1世代を終る。成虫の発生期間は6月下旬から9月中旬で、その最盛期は8月上・中旬である。土壤中に産付された卵から孵化した幼虫の多くは、年内に1~2回の脱皮をして2令あるいは3令幼虫となつて冬を越す。翌春3、4月ごろ地温が上昇するに従つてふたたび摂食加害し、5、6月ごろより前蛹期を経て蛹化し、つづいて羽化成虫となる。なお1世代を経過するに要する年数は、北海道においては満2~3年であることはすでに研究されているが、東北地方および中部高冷地帯においては満2年あるいは3年を要するであろうことは、有効積算温度および周年幼虫掘取り調査からも推測できるところである。また、薬剤防除試験を行うにあつて、試験地におけるコガネムシ類幼虫の令期とその割合を知つておくことは、施用薬量に深い関係のあることから、1951年3月8~14日に茨城県友部苗畑において100 m^2 の掘取り調査を行つた。その結果、ヒメコガネ幼虫が866頭で、全掘取り幼虫数の96.5%であつた。そのヒメコガネ幼虫の令期別百分率は1令幼虫2%, 2

幼虫の種類別棲息数 (3~4 月)

collected in the nursery from March to April.

Chiba (Asahi- machi, 1952)		Ibaraki (Tomobe, 1952)		Shiga (Iwane, 1954)		Ishikawa (Hiuchi- dani, 1952)		Shimane (Matsue, 1953)		Ehime (Yuyama, 1954)		Saga (Kawakami, 1954)	
10		45		10		10		10		10		1	
	%		%		%		%		%		%		%
97	96.0	914	82.9	5	22.7	77	57.0	106	67.9	66	40.7	11	57.9
1	1.0	—	—	—	—	—	—	2	1.2	—	—	2	10.5
1	1.0	31	2.8	—	—	7	5.2	17	10.9	3	1.9	5	26.3
—	—	—	—	4	18.2	—	—	2	1.2	88	54.3	—	—
—	—	14	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1.0	9	0.8	9	40.9	14	10.4	1	0.6	3	1.9	1	5.3
—	—	—	—	1	4.5	17	12.7	20	11.8	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	8	5.9	4	2.4	—	—	—	—
—	—	—	—	3	13.6	1	0.7	—	—	—	—	—	—
1	1.0	134	12.2	—	—	11	8.1	4	2.4	2	1.2	—	—
101	100.0	1102	100.0	22	100.0	135	100.0	156	100.0	162	100.0	19	100.0

令幼虫 66%, 3 令幼虫 32% で, 2 令幼虫が過半数を占めていることが判明した。また, 1951 年 4 月における神奈川県渋沢苗畑の掘取り調査ではヒメコガネ 2 令幼虫 71%, 3 令幼虫 29% であつた。由来コガネムシ類幼虫による苗木の被害は, 3 令幼虫による被害が甚大である。したがって, 東京付近の苗畑においては秋には 2 令幼虫が多いので, 秋の被害は比較的少なく, その薬剤防除試験も 2, 3 令幼虫を対象にして移植時期の 4 月に防除試験を行った。

つぎにコガネムシ類幼虫の棲息密度であるが, その分布はきわめて不規則で, 同一苗畑において, また同一樹種植栽地において掘取り調査を行つても正規分布をしていない。これらの原因については不明の点が多く, 今後の研究にまつものが多い。1952 年 4~5 月に行つた東北から九州にわたる 10 県下の苗畑における 180 m² の掘取り調査の結果では, 1 m² 当り 0~129 頭, 平均 1 m² 当り 14.7 頭であつた。1 m² 当り 129 頭というと棲息数は, 1940 年茨城県下の大豆畑にヒメコガネが大発生した時の 1 m² 当りの幼虫棲息数 80 頭よりはるかに多いものであり, 苗畑における被害の激甚さを推測することができる。

つぎに加害時期であるが, 越冬期を除いて 4~10 月までは一般に加害される可能性はある。しかし 1・2 令幼虫による被害は比較的軽微で, 3 令幼虫による加害が最も激甚である。したがって幼虫の棲息密度にもよるが, 3 令幼虫の多い時期ががいして加害の著しい時期である。前述したように, 茨城県友部苗畑における 3 月の調査では, ヒメコガネの 2 令幼虫が 66%, 神奈川県渋沢苗畑における 4 月調査では, 2 令幼虫が 71% を占めている。このように, 2 令で越冬する幼虫の多い苗畑における最もはなはだしい加害時期は, 3 令幼虫の多い 5~6 月の 1 回である。しかるに, 三重県津市の試験苗畑における 1953 年 4 月の調査では, ヒメコガネの 3 令幼虫が 82% で, 越冬幼虫による春の被害のほか, 夏期新しく孵化した幼虫が年内に多く 3 令になつて加害し, 被害は春秋の 2 回に表われた。

こうした現象は、1952年度に鹿児島県出水の苗畑にも認められたことから、日本南部の温暖な地帯の苗畑では、ヒメコガネは年内に3令になる幼虫が多く、加害のはなはだしい時期は春季であるが、秋季にも相当の被害のあるものと推測される。

コガネムシ類幼虫による苗畑の被害量については、今までに正確な数字が少ないので、1952年度より広

Table 3. コガネムシ類幼虫
Seasonal vertical population of

No. (Per m ²)	Date Depth (cm)	21/XI, 1952					20/XII, 1952					20/I, 1953				
		0~10	10~20	20~30	30~40	Total	0~10	10~20	20~30	30~40	Total	0~10	10~20	20~30	30~40	Total
1		5	25	7	0	37	2	32	19	0	53	4	2	16	3	25
2		13	5	0	0	18	4	23	19	4	50	0	0	3	0	3
3		8	7	0	0	15	1	18	0	0	19	35	84	35	3	157
4		6	7	9	0	22	16	29	31	0	76	7	14	7	0	28
5		16	20	13	0	49	10	4	5	0	19	3	3	2	2	10
6		4	10	4	0	18	8	28	3	0	39	8	16	0	0	24
7		2	0	0	0	2	12	13	8	0	33	5	3	0	0	8
8		6	5	3	1	15	8	7	3	0	18	4	30	13	0	47
9		0	2	1	0	3	14	21	0	0	35	13	19	5	1	38
10		0	0	0	0	0	8	4	0	0	12	7	2	0	0	9
Total		60	81	37	1	179	83	179	88	4	354	86	173	81	9	349
Per Cent		33.5	45.2	20.7	0.6	100.0	23.4	50.6	24.9	1.1	100.0	24.6	49.6	23.2	2.6	100.0
Soil Temp. (°C) at 10~12 a.m.		10.0		12.0			6.4		8.3			1.4		3.6		
Air Temp. (°C) at 10~12 a.m.				11.4					4.2					0.6		

No. (Per m ²)	Date Depth (cm)	22/V, 1953					27/VI, 1953					22/VII, 1953				
		0~10	10~20	20~30	30~40	Total	0~10	10~20	20~30	30~40	Total	0~10	10~20	20~30	30~40	Total
1		3	1	0	0	4	1	1	1	0	3	2	0	0	0	2
2		2	5	0	1	8	2	1	0	0	3	1	0	0	0	1
3		1	0	0	0	1	4	0	0	0	4	5	4	0	0	9
4		1	4	2	0	7	1	0	0	0	1	2	1	0	0	3
5		39	9	10	0	58	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
6		1	2	0	0	3	7	3	10	5	25	18	10	6	6	40
7		0	0	0	0	0	2	9	2	0	13	31	8	0	0	39
8		17	2	2	0	21	1	2	0	0	3	1	1	0	0	2
9		5	2	0	0	7	2	0	0	0	2	89	12	5	0	106
10		3	0	0	0	3	9	1	0	0	10	20	3	0	0	23
Total		72	25	14	1	112	29	17	13	5	64	175	39	11	6	231
Per Cent		64.3	22.3	12.5	0.9	100.0	45.3	26.6	20.3	7.8	100.0	75.7	16.9	4.8	2.6	100.0
Soil Temp. (°C) at 10~12 a.m.		17.4		17.0			22.6	22.1	21.2	20.0		23.8	23.7	23.5	22.8	
Air Temp. (°C) at 10~12 a.m.				19.3					19.7					22.5		

範囲にわたってコガネムシ類による1回床替苗木の枯損および被害苗木の数量調査をはじめた。しかし、調査地(200~800 m^2)の枯損および翌春の掘取り全苗の被害調査を行えたのは6果にすぎなかつた。コガネムシ類幼虫の加害による満1年生ヒノキの年間枯損率は、棲息幼虫数が多く加害のはなはだしかつた茨城県友部苗畑で24.7%, 神奈川県渋沢苗畑で21.4%を示し、最低枯損率は兵庫県山崎町の苗畑の3.8%,

棲息深度の季節的变化

white grubs in the nursery.

Hiuchidani Nursery, Ishikawa Pref.

22/II, 1953					27/III, 1953					22/IV, 1953				
0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	Total	0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	Total	0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	Total
3	3	0	0	6	0	2	2	0	4	20	17	2	0	39
8	46	3	0	57	0	22	8	0	30	4	3	9	2	18
14	21	7	0	42	0	2	1	0	3	15	17	3	0	35
2	10	0	0	12	5	4	0	0	9	106	8	1	0	115
0	0	0	0	0	2	5	0	0	7	6	12	17	0	35
1	2	0	0	3	17	6	1	0	24	1	1	0	0	2
3	6	0	0	9	2	10	3	0	5	11	9	7	0	27
0	8	11	0	19	12	22	12	5	51	13	6	2	1	22
2	0	0	0	2	18	29	6	5	58	5	10	0	0	15
7	6	0	0	13	5	3	2	0	10	9	7	0	0	16
40	102	21	0	163	61	105	35	10	211	190	90	41	3	324
24.5	62.6	12.9	0.0	100.0	28.9	49.8	16.6	4.7	100.0	58.6	27.8	12.7	0.9	100.0
1.9		3.4			7.1		8.0			10.2		11.3		
1.8					5.6					10.4				

21/VIII, 1953					22/IX, 1953					20/X, 1953				
0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	Total	0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	Total	0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	Total
4	0	0	0	4	7	2	0	0	9	5	12	4	3	24
0	5	0	0	5	38	10	8	0	56	43	17	83	22	165
36	8	4	0	48	24	4	5	0	33	3	1	2	0	6
33	15	0	0	48	49	18	12	4	83	16	183	13	0	212
0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	5	0	0	6
14	5	0	0	19	32	5	4	0	41	2	0	0	0	2
9	24	5	0	38	11	3	10	3	27	13	26	7	0	46
30	12	3	0	45	8	3	1	0	12	1	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	12	10	4	26	6	1	0	0	7
0	0	0	0	0	17	3	2	0	22	9	5	0	0	14
127	69	12	0	208	186	60	53	11	310	99	250	109	25	483
61.0	33.2	5.8	0.0	100.0	60.0	19.3	17.1	3.6	100.0	20.5	51.7	22.6	5.2	100.0
27.3	27.0	26.3	25.3		20.0	22.9	21.5	22.0		15.3	16.7	17.3	17.1	
28.3					22.2					16.1				

平均枯損率は 13.0% である。しかし、翌春掘り取った全苗について、コガネムシ類幼虫等の根部食害害虫の加害によって廃苗となつたものを枯損率に加えると、その被害率は友部苗畑で 59%、渋沢苗畑で 53% となり、3～4 月の掘り取り調査で平均 $1m^2$ 当り幼虫の棲息数が 30 頭内外の場合、満 1 年生のヒノキ苗は 50% 内外の被害を受ける可能性がある。満 1 年生スギ苗の枯損率は、新潟県保内苗畑の調査では 22.2% であつた。

3. コガネムシ類幼虫棲息深度の季節的变化、加害時期ならびに被害量

土壤昆虫には、季節的に垂直移動を行うもののあることは古くより知られている。コガネムシ類の幼虫についても、季節的垂直移動の調査研究はすでに新島、富木、楠(1917)、明永(1925)、沢、田村(1940)、中島(1952)、田村(1952)、PLINZ (1928)、KOSMACHEVSKII (1937)、SCHWERDTFEGER (1939) 等に

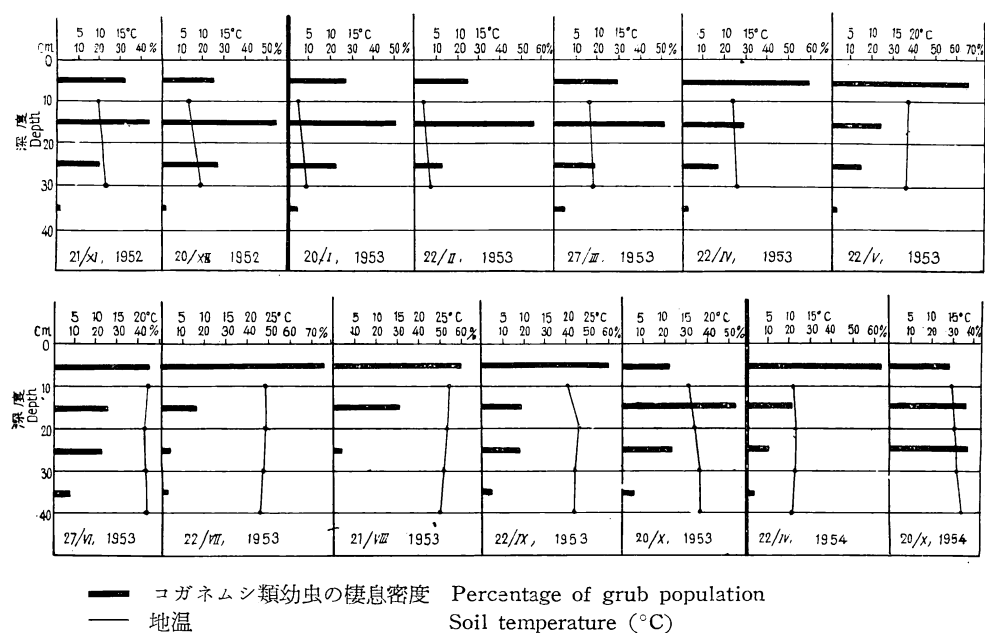


Fig. 1. コガネムシ類幼虫の棲息深度
Seasonal grub population in the soil.

Hiuchidani Nursery,
Ishikawa Prefecture.

Table 4. 春季苗畑における
Vertical grub population

Prefecture	Date	Akita (Ōmagari)				Akita (Honjō)		Akita (Kakdate)			Yamagata (Mamurogawa)	
		III-IV, 1952		V, 1952		III-IV, 1952		III-IV, 1952		VI, 1952	III-IV, 1952	
Depth	cm	%		%		%		%		%	%	
0~10	27	25.5	71	95.9	171	91.9	24	64.9	52	67.5	89	44.3
10~20	44	41.5	2	2.7	14	7.5	12	32.4	19	24.7	59	29.4
20~30	35	33.0	1	1.4	1	0.6	1	2.7	6	7.8	53	26.3
30~40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	106	74	186	37	77	201						

よつて行われている。この季節的垂直移動は地温と大きな関係をもっており、晩秋になつて地温が低下すると苗木の根部を食害することを中止して下方に移行し、翌春地温の上昇にともなつて上方に移行して摂食活動をはじめめる。したがつて苗畑におけるコガネムシ類幼虫の周年にわたる棲息深度を知つておくことは、防除上重要なことである。前記のようにこの垂直移動の大きな要因が地温であることから、同じ苗畑といつても東北、北海道と四国、九州とでは季節的に相違のあることは当然である。つぎに、石川県火打谷苗畑において行つた周年掘り取り調査のうち、1952、1953 および 1954 年の結果を示すと第3表、第1図のごとくである。

この調査は 1952 年 11 月より現在まで 続行しており、休閑地を利用して、毎月 $1 m^2$ ずつ $10 m^2$ を $10 cm$ ごとに $40 cm$ まで調査した結果である。上の図表で判明するように、10 月下旬になつて地温が $14\sim 17^{\circ}C$ になると、棲息密度の最も高かつた $0\sim 10 cm$ の幼虫は下方に移行をはじめ、 $10\sim 20 cm$ の幼虫棲息密度が最も高くなる。ついで、地温がますます低下して $6\sim 8^{\circ}C$ となる 12 月下旬には $10\sim 20 cm$ の棲息密度は最も高く、 $0\sim 10 cm$ の棲息密度が減じて $20\sim 30 cm$ の棲息密度とほぼ同程度となる。 $1\sim 2$ 月の地温が $1.4\sim 3.6^{\circ}C$ に低下してもやはり $10\sim 20 cm$ の棲息密度は最も高く、次が $0\sim 10 cm$ および $20\sim 30 cm$ で、 $30\sim 40 cm$ の棲息密度はきわめて低い。3 月下旬地温が $7\sim 8^{\circ}C$ くらいに上昇しても、 $10\sim 20 cm$ の棲息密度が最も高く、 $0\sim 10 cm$ の棲息密度がやや高くなつてくるようである。しかし 4 月下旬になつて地温が $10.2\sim 11.3^{\circ}C$ になると上方に移行するものが多くなり、 $0\sim 10 cm$ の棲息密度が最も高く、60% 近くに増加する。こうした現象は 1954 年 4 月下旬の調査結果にも示されており、地温 $10.8\sim 11.8^{\circ}C$ になると地表部に移行するものが多くなり、 $0\sim 10 cm$ の棲息数が最も多く、63% となっている。石川県をはじめ多くの県において、コガネムシ類幼虫が活動を開始して、摂食加害すべく地表部の $0\sim 10 cm$ に最も多く棲息するところに苗畑事業をはじめめることは、苗木の活動時期とコガネムシ類幼虫の活動時期とが大体一致しているものと考えてよいと思う。その後地温が高くなつて、5月の $17\sim 17.4^{\circ}C$ 、6月の $20\sim 22.6^{\circ}C$ 、7月の $22.8\sim 23.8^{\circ}C$ 、9月の $20\sim 22.9^{\circ}C$ の間では $0\sim 10 cm$ の棲息密度がきわめて高く、下方に行くにしたがつて棲息数は減少している。しかるに 10 月下旬になつて地温が $15.3\sim 17.1^{\circ}C$ に降下しはじめると、コガネムシ類幼虫は下方に移行し、その過半数が $10\sim 20 cm$ の深さに棲息するようになる。このような現象は 1954 年 10 月 20 日の調査においても見られ、地温 $14.1\sim 15.7^{\circ}C$ に降下するとコガネムシ類幼虫は下方に移行をはじめ、 $10\sim 20 cm$ の棲息密度が最も高くなつてゐる。すなわち、第1図からうかがわれるように、コガネムシ類幼虫が春季冬眠状態を脱して上方に移行をはじめ

コガネムシ類幼虫の深度別棲息密度

in the nursery in spring.

Per $10 m^2$

Yamagata (Oguni)	Yamanashi (Narusawa)	Toyama (Yasunoya)	Ishikawa (Hiuchidani)	Tokyo (Kinuta)	Chiba (Mohara)
V, 1953	VI, 1952	VI, 1952	IV, 1953	IV, 1951	IV, 1952
%	%	%	%	%	%
258 94.5	135 65.9	11 39.3	180 59.0	179 72.8	105 80.8
13 4.8	56 27.3	13 46.4	81 26.6	52 21.2	18 13.8
2 0.7	13 6.3	4 14.3	41 13.4	13 5.3	7 5.4
—	1 0.5	—	3 1.0	2 0.8	0 0.0
273	205	28	305	246	130

る温度は 10.2~11.8°C で、多くの昆虫の活動開始温度帯に属する温度である。しかるに 10 月下旬に幼虫が下方に移行する時の地温は 14.1~17.1°C で、春の上方移行時の地温よりも高い。しかも第 1 図に示すように、冬眠期間の地温は上方が低く、温度傾斜は皆左に傾いているが、幼虫が上方移行をはじめる 4 月は深さによる地温の差が少なくなつて、深さ別温度曲線は垂直に近くなり、その後地温は逆転する。そして地温のますます上昇する 5~8 月の深さ別地温は冬眠時とは逆に地表部が高く、温度曲線は右に傾いてくる。しかし 9 月下旬になると、深さ別温度の差が少なくなり、温度曲線は垂直に近くなり、その後逆転してふたたび左に傾く。このように越冬してきたコガネムシ類幼虫は 10~12°C、その年に発生したコガネムシ類幼虫は 14~17°C の温度に反応して、それぞれ上方または下方移動を行うものであるが、それらの移動は上記の絶対温度以外に温度傾斜の程度によつても、ある程度移動を開始する温度が変つてくるのではないかと考えられる。

つぎに苗畑事業開始時期前後のコガネムシ類幼虫の深度別棲息状況を知るために、営林局署および県に依頼した調査結果を示すと第 4 表のごとくである。

調査地は秋田県大曲営林署、本庄営林署、角館営林署、山形県真室川営林署、小国営林署、山梨県鳴沢、富山営林署、石川県果打谷、東京都砧および千葉県茂原の 10 箇所 12 回の調査結果である。調査地によつては適期をやや逸したものもあるが、12 回の調査のうち、10 回までは 0~10 cm における幼虫の棲息密度が最も高く、10~20 cm、20~30 cm と下にゆくにしたがつて棲息密度は低下し、30~40 cm には棲息しない場合が多い。したがつてコガネムシ類幼虫は播種および移植時期には、苗木の根部を食害しやすい土壌の浅い部分に最も多く棲息していることになる。

Ⅲ 防 除 試 験

苗畑に棲息加害するコガネムシ類の種類、優占種および防除に必要な幼虫の生態的研究と平行して、優占害虫であるヒメコガネの幼虫について室内殺虫試験を行い、その結果に基いて一定条件下の金網枠試験および野外試験を行つた。

1. 室内殺虫試験

a. 供試昆虫 苗畑の優占害虫と考えられるヒメコガネの 2 および 3 令幼虫で、越冬中のものならびに越冬してきたものを供試した。

b. 供試薬剤 γ -BHC 0.5% および DDT 10% 粉剤（三共農薬）をあらかじめポーラログラフで試験し、所定の有効成分を含有するものを使用して殺虫試験を行つた。

c. 試験方法 一定重量の風乾壤土に所定の薬量、すなわち 11 段階の薬量を加えてよく混合し、水を加えて湿度を 70% とした処理土壌 100 g に 1 g の落葉を加え、これを腰高シャーレ内に設置した。処理土壌の薬剤含有量は、 γ -BHC 0.5% および DDT 10% とともに重量比で 1, 0.5, 0.2, 0.1, 0.06, 0.03, 0.02, 0.01, 0.008, 0.006, 0.004, 0.001% である。

各試験区のシャーレ数は 10 個、各シャーレには 1 頭ずつのヒメコガネ幼虫を放飼して、14°C~15°C の地下トンネル内に置いた。殺虫効果の調査は 4 日間隔に行い、土壌内のヒメコガネ幼虫の生死鑑別を行つた。トンネル内の湿度はほとんど 100% に近く、試験中における処理土壌の湿度変化は少なかった。なお試験中腰高シャーレの蓋は半開きとし、BHC の不自然な燻蒸効果を除去した。

d. 試験結果 BHC および DDT のような塩素系の有機合成殺虫剤のヒメコガネ幼虫に対する毒作

用は、他の昆虫における場合と同一経過で、毒作用を受けると最初に軽微な麻痺が起る。この麻痺によつて歩行は不活潑となり、腹部をすつて歩くようになる。一層毒作用が進むと歩行は困難となり、土を掘つたり、または摂食することができなくなり、ついに死の転機をとるに至る。ヒメコガネの 2, 3 令幼虫に対する BHC および DDT の殺虫試験結果を示すと第 2 図のごとくである。なお本図には殺虫に至らなかつた麻痺虫は含まれていない。

すなわち、 γ -BHC 0.5% 粉剤による殺虫試験において、2 令幼虫は薬量 1~0.06% までは 8 日目で 100% 死んでいるが、0.03% の薬量では 8 日目に 90%、

26 日目に 100% の殺虫率となつている。そしてなお薬量の低下した 0.01% では 90% の殺虫率を得るのに 36 日を要している。薬量が低下して 0.008~0.001% になると 44 日目になつても殺虫率は 60~20% を示すにすぎない。つぎに、2 令幼虫よりもはるかに大形の 3 令幼虫の BHC に対する抵抗力は著しく増大する。すなわち、薬剤含有量の多い 1~0.1% までは 2 令幼虫とほぼ同様な殺虫効果を示すが、0.06% の薬量で 90% の殺虫率を得るには 16 日を、0.03% の薬量で 100% の殺虫率を得るのに 44 日を要する。薬量 0.02% では 44 日で 60% の殺虫率、0.01% の薬量では 2 令幼虫における 90% 殺虫率に比較して、3 令幼虫では殺虫率 10% となつている。

つぎに DDT 10% 粉剤の殺虫効果を見ると、第 2 図で判明するように BHC に比較して遅効性である。すなわち、2 令幼虫に対しては、DDT の含有量 0.5% で 100% の殺虫率を得るのに 8 日、薬量 0.1% で 12 日、0.03% で 20 日、0.01% で 36 日を要し、2 令幼虫に対しては BHC 同様 0.01% の薬量でほぼ同一程度の殺虫効果を示す。しかし、薬量が低下して、0.008~0.001% になるとやはり殺虫率は 60~20% に低下する。つぎに抵抗力の増大している 3 令幼虫に対する DDT の殺虫効果を見ると、第 2 図で明かなように、その殺虫力のはるかに BHC に劣っており、薬量 0.06% でも 90% の殺虫率を得るのに 28 日を要している。

以上室内殺虫試験の結果から、コガネムシ類幼虫に対しても BHC 粉剤は DDT 粉剤より速効的に作用する。食害のはなはだしい 3 令幼虫は 2 令幼虫に比較して薬剤に対する抵抗力が大きい。すなわち、 γ -BHC 0.5% 粉剤に対して 3 令幼虫は 2 令幼虫のほぼ 3 倍の抵抗力があり、DDT 10% 粉剤に対して 3 令幼虫は 2 令幼虫の約 6 倍もの抵抗力をもっている。

なお、 γ -BHC 0.5%、DDT 10% 粉剤のほか、 γ -BHC 1% および 3%、デイルドリン、グロールデン、アルドリンの粉剤を 100 g の壤土 (湿度 70%) に重量比で 0.01% 混入して室内殺虫効果の比較試験を行つた。その詳細な結果については他日発表するが、殺虫効果の最も勝れているのは γ -BHC 3% で

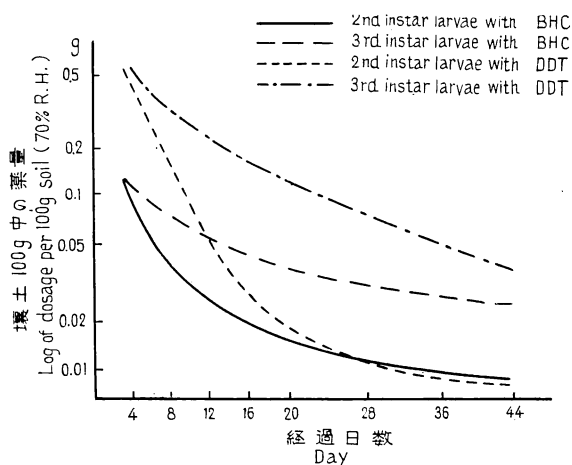


Fig. 2. BHC および DDT 粉剤によるヒメコガネ 2, 3 令幼虫の 90~100% 殺虫率曲線
90~100% mortality curve of the larvae of *A. rufocuprea* MOTSCH. with γ -BHC 0.5% and DDT 10% dust.

あり、次は γ -BHC 1% であった。

しかし、野外での薬剤効果は関係する因子が複雑で、施用時期、施用方法、害虫の種類、虫態、令期、土壌の種類および薬剤施用後の気象条件等によつて左右され、室内試験結果のように簡単には考えられない。

2. 金網枠による防除試験

前記室内試験の結果を基礎にして土壌、令期別供試幼虫数、植栽苗木数を一定にし、一定面積の金網の枠を利用して繰り返し防除試験を行つた。室内殺虫試験に使用した 1 シャーレ内の土壌 100 g の体積は、春の移植時期にコガネムシ類幼虫の棲息密度の最も高い表土 10 cm 1 反歩の土壌体積の約 100 万分の 1 であり、同一湿度の土壌と仮定すると 10 cm 1 反歩の土壌重量は 7.5~10 万 kg と算定される。したがつて、薬量（重量比）0.01% の室内シャーレ試験の土壌に混入された γ -BHC 0.5% 粉剤と同一の薬量は、1 m²×10 cm の表土に対しては γ -BHC 0.5% 粉剤 7.5~10 g、1,000 m²×10 cm の表土に対しては同薬剤を 7.5~10 kg 施用したこととほぼ等しい。

a. 試験方法 上記の計算に基いて金網の枠試験には、1951 年 4 月に 1 m² 当り γ -BHC 0.5% および DDT 10% 粉剤 7.5, 15.0, 22.5 g 施用区を、1952 年 4 月には 1 m² 当り γ -BHC 1% 粉剤 1.5,

Table 5. 1 m² の金網枠内で行つたヒメコガネ 2 令幼虫の薬剤防除試験結果（生存虫数）

Effect of soil treatment in the spring with γ -BHC 0.5% dust for control of white grubs (No. of survival).

Treatment	Block	幼虫数 No. of larvae	前蛹数 No. of prepupae	蛹数 No. of pupae	Total	捕食性昆虫 Entomophagous insects	他の土壌昆虫 Other soil insects
γ -BHC 0.5% 粉剤 平米当 7.5 g 区 γ -BHC 0.5% dust 7.5 g per m ²	I	0	0	0	0	1	0
	II	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	1	0
γ -BHC 0.5% 粉剤 平米当 15 g 区 γ -BHC 0.5% dust 15 g per m ²	I	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	0	0
γ -BHC 0.5% 粉剤 平米当 22.5 g 区 γ -BHC 0.5% dust 22.5 g per m ²	I	0	0	0	0	1	2 Wireworm
	II	0	0	0	0	0	1 Wireworm
	III	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	1	3
無処理区 Control	I	12	0	1	13	1	0
	II	14	0	2	16	0	1 <i>Sericinae</i>
	III	12	0	2	14	0	0
	Total	38	0	5	43	1	1

Wire-screen cage 100 cm×100 cm×60 cm.

20 2nd instar larvae of *A. rufocuprea* MOTSCH. were released in each cage.

No. of transplants (one-year-old Hinoki) 36 per cage.

Treatment 25—26/IV, 1951.

Digging 11/VII, 1951.

2.5, 5.0, 7.5 g および DDT 10% 粉剤 2.5, 5.0, 7.5 g 施用区を設け、殺虫効果および経済効果の比較試験を行った。

試験に使用した $1 m^2$ の金網枠は $100 cm \times 100 cm \times 60 cm$ で、横は金網張りの排水口を設けた板張りとし、底面は $1 mm$ 目、上面は $3 mm$ 目の金網を張つて放飼コガネムシ類の脱出および天敵の侵入を防いだ。設置場所は場内の苗畑で、地中 $30 cm$ の深さに枠を設置し、枠内の表土約 $10 cm$ に上記の各種葉量をほぼ均等に施用混入してから、1年生のヒノキ苗を9本ずつ4列計36本植栽した。こうした金網枠に供試した種類はヒメコガネ2令幼虫で、1951年度には1枠当たり20頭を、1952年度にはそれぞれ30頭を4月下旬に放飼し、毎月2回被害苗を調査しつつ、成虫の羽化前7月上旬に掘取りを行つて残存虫数と、苗木の被害程度を調査した。なお上記の金網枠試験は乱塊法で3回繰返しとした。

b. 試験結果 試験結果を示すと第5, 6, 7, 8表のごとくである。

Table 6. $1 m^2$ の金網枠内で行つたヒメコガネ2令幼虫の薬剤防除試験結果
(被害苗木本数)

Effect of soil treatment in the spring with γ -BHC 0.5% dust for control of white grubs (No. of damaged transplants).

Treatment	Block	健全苗数 No. of healthy transplants	中被害苗数 No. of middle grade damaged transplants	激被害苗数 No. of seriously damaged transplants	全被害苗数 Total of damaged transplants
γ -BHC 0.5% 粉剤 平米当 7.5 g 区 γ -BHC 0.5% dust 7.5 g per m^2	I	34	1	1	2
	II	36	0	0	0
	III	35	1	0	1
	Total	105	2	1	3
γ -BHC 0.5% 粉剤 平米当 15 g 区 γ -BHC 0.5% dust 15 g per m^2	I	35	0	1	1
	II	36	0	0	0
	III	36	0	0	0
	Total	107	0	1	1
γ -BHC 0.5% 粉剤 平米当 22.5 g 区 γ -BHC 0.5% dust 22.5 g per m^2	I	36	0	0	0
	II	36	0	0	0
	III	36	0	0	0
	Total	108	0	0	0
無処理区 Control	I	30	4	2	6
	II	36	0	0	0
	III	36	0	0	0
	Total	102	4	2	6

上表は1951年度の試験結果で、そのうち第5, 6表はBHCの試験結果である。すなわち γ -BHC 0.5% 粉剤の $1 m^2$ 当り 7.5, 15.0, 22.5 g 施用区においては、7月の掘取り調査時に生存虫が全くないのに反して、薬剤無施用の対照区においては43頭(71.7%)が生存しており、上記薬剤施用量で2令幼虫を防除することができる。また苗木の被害率(枯損、中および激被害生存苗)は施用量 $1 m^2$ 当り 7.5 g 区において2.8%、15 g 区において0.9%、22.5 g 区においては無被害であるのに反して、対照区は5.6%の被害を受けている。

つぎに DDT 10% 粉剤の防除試験結果は第7, 8表で、7月掘取りの生存虫数は施用量 $1 m^2$ 当り

Table 7. $1 m^2$ の金網枠内で行ったヒメコガネ 2 令幼虫の薬剤防除試験結果
(生存虫数)

Effect of soil treatment in the spring with DDT 10% dust for control of
white grubs (No. of survival).

Treatment	Block	幼虫数 No. of larvae	前蛹数 No. of prepupae	蛹数 No. of pupae	Total	捕食性昆虫 Entomo- phagous insects	他の土壌昆虫 Other soil insects
DDT 10% 粉剤 平米当 7.5 g 区 DDT 10% dust 7.5 g per m^2	I	0	0	0	0	1	0
	II	0	0	0	0	0	0
	III	1	0	0	1	0	1 Wireworm
	Total	1	0	0	1	1	1
DDT 10% 粉剤 平米当 15 g 区 DDT 10% dust 15 g per m^2	I	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	0	0
DDT 10% 粉剤 平米当 22.5 g 区 DDT 10% dust 22.5 g per m^2	I	0	0	0	0	1	2 Wireworm
	II	0	0	0	0	0	0
	III	1	0	0	1	0	0
	Total	1	0	0	1	1	2
無処理区 Control	I	12	0	1	13	1	0
	II	14	0	2	16	0	1 <i>Sericinae</i>
	III	12	0	2	14	0	0
	Total	38	0	5	43	1	1

Treatment 25—27/IV, 1951.

Digging 11/VII, 1951.

7.5 g 区において 1 頭 (1.7%), 15 g 区において 0, 22.5 g 区において 1 頭 (1.7%) に低下しているのに反して, 薬剤無施用の対照区においては 43 頭 (70.2%) が生存しており, DDT 10% 粉剤は上記の施用量でヒメコガネ 2 令幼虫を駆除することができる。また, 苗木の被害率を見ても $1 m^2$ 当り 7.5 および 15 g 区において 0.9%, 22.5 g 区において無被害であるのに比して, 対照区は 5.6% の被害率を示している。このように金網枠試験においては γ -BHC 0.5% および DDT 10% 粉剤を $1 m^2$ 当り 7.5 g 以上 10 cm 内外の表土に混入施用すれば, ヒメコガネ 2 令幼虫を殺すことができ, 室内の殺虫試験結果とはほぼ一致することが判明した。

なお, このような中間枠試験は, 薬剤の効果が気象条件等に影響されやすいと考えられるので, 1952 年度においては γ -BHC 1% 粉剤および DDT 10% 粉剤を使用し, 供試虫も 10 頭増加して各枠ごとにヒメコガネ 2 令幼虫 30 頭を放飼して試験を繰り返した。その試験結果を示すと第 9, 10 表のごとくである。

1952 年度は γ 量が 2 倍になっているので, 試験には施用量 $1 m^2$ 当り 1.5, 2.5, 5.0, 7.5 g 区を設置した。その結果が第 9 表で, 7 月上旬に掘取り調査を行つた時のヒメコガネの生存虫数は, 薬剤無施用の対照区において 53 頭 (58.9%) であるのに比して, 1.5 g 施用区は 19 頭 (21.1%), 2.5 g 施用区は 18 頭 (20.0%) で対照区と 5% の危険率で有意の差を示し, 5.0 および 7.5 g 施用区では生存虫は 1 頭 (1.1%) で 1% の危険率で有意の差を示している。

Table 8. 1 m^2 の金網枠内で行ったヒメコガネ 2 令幼虫の薬剤防除試験結果
(被害苗木本数)

Effect of soil treatment in the spring with DDT 10% dust for control of
white grubs (No. of damaged transplants).

Treatment	Block	健全苗数 No. of healthy transplants	中被害苗数 No. of middle grade damaged transplants	激被害苗数 No. of seriously damaged transplants	全被害苗数 Total of damaged transplants
DDT 10% 粉剤 平米当 7.5 g 区	I	35	0	1	1
	II	36	0	0	0
	III	36	0	0	0
	Total	107	0	1	1
DDT 10% 粉剤 平米当 15 g 区	I	36	0	0	0
	II	35	0	1	0
	III	36	0	0	0
	Total	107	0	1	0
DDT 10% 粉剤 平米当 22.5 g 区	I	36	0	0	0
	II	36	0	0	0
	III	36	0	0	0
	Total	108	0	0	0
無処理区 Control	I	30	4	2	6
	II	36	0	0	0
	III	36	0	0	0
	Total	102	4	2	6

つぎに DDT 10% 粉剤による殺虫試験は前年度の繰返し試験であるが、施用薬量の少ない 1 m^2 当たり 2.5, 5.0 g および 7.5 g の試験を行った。その結果は第 10 表に示すごとくで、掘取り生存虫数は 2.5 g 区では 15 頭 (16.7%) で対照区と 5% の危険率で有意の差を示し、5.0 g 区では 1 頭 (1.1%) で 1% の危険率で有意の差を示している。すなわちこれらの枠試験結果から、DDT 10% 粉剤は 1 m^2 当たり γ -BHC 1% 5 g の場合と同様、 1 m^2 当たり 5 g を表土約 10 cm に混入施用すれば、ヒメコガネ 2 令幼虫を充分防除しうることが判明した。

なお、第 5~10 表の中の天敵とはシオヤアブの幼虫であり、他の土壌昆虫とはハリガネムシおよびヒメコガネ以外のコガネムシ類が主である。

また、1952 年度における苗木の被害状況に関しては、7 月の掘取り調査時に入夫が試験区別苗木を混同してしまったので調査することができなかった。

3. 野外防除試験

昭和 26 年度は予備的に笠間営林署管内の友部苗畑において、 γ -BHC 0.5% および DDT 10% 粉剤を 4 月苗木植栽前に反当り 5, 10, 15, 20 kg の割合で苗畑の表土 10 cm 内外に混入して防除効果を試験し、その結果についてはすでに東京営林局技術研究第 3 号に報告してある。すなわち、26 年度の試験結果では、薬剤無施用の対照区に比較して処理区のコガネムシ類幼虫数ならびに移植ヒノキ苗の被害率は著しく減少している。しかし、面積の関係で繰返して試験が行えなかつたので、昭和 27 年度には、DDT

Table 9. 1 m^2 の金網枠内で行ったヒメコガネ2令幼虫の薬剤防除試験結果 (生存虫数)Effect of soil treatment in the spring with γ -BHC 1% dust for control of white grubs (No. of survival).

Treatment	Block	幼虫 No. of larvae	前蛹数 No. of prepupae	蛹数 No. of pupae	Total	捕食性昆虫 Entomo- phagous insects	他の土壌昆虫 Other soil insects
γ -BHC 1% 粉剤 平米当 1.5 g 区 γ -BHC 1% dust 1.5 g per m^2	I	3	0	4	7	1	3 <i>Sericinae</i>
	II	2	0	5	7	0	2 <i>Sericinae</i>
	III	1	0	4	5	0	0
	Total	6	0	13	19*	1	5
γ -BHC 1% 粉剤 平米当 2.5 g 区 γ -BHC 1% dust 2.5 g per m^2	I	4	0	1	5	0	0
	II	4	0	4	8	0	0
	III	1	0	4	5	0	0
	Total	9	0	9	18*	0	0
γ -BHC 1% 粉剤 平米当 5 g 区 γ -BHC 1% dust 5.0 g per m^2	I	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	1	1	0	0
	Total	0	0	1	1**	0	0
γ -BHC 1% 粉剤 平米当 7.5 g 区 γ -BHC 1% dust 7.5 g per m^2	I	1	0	0	1	0	0
	II	0	0	0	0	1	1 <i>A. cuprea</i>
	III	0	0	0	0	0	1 <i>A. cuprea</i>
	Total	1	0	0	1**	1	2
無処理区 Control	I	4	0	12	16	2	5 { 1 <i>A. cuprea</i> 4 <i>Sericinae</i>
	II	4	0	21	25	0	3 <i>Sericinae</i>
	III	1	0	11	12	1	1 <i>Sericinae</i>
	Total	9	0	44	53	3	9

Wire-screen cage $100\text{ cm} \times 100\text{ cm} \times 60\text{ cm}$.30 2nd instar larvae of *A. rufocuprea* MOTSCH. were released in each cage.

No. of transplants (one-year-old Hinoki) 36 per cage.

Treatment IV, 1952.

Digging VII, 1952.

* 5% の有意差 Significant difference at 5% level

** 1% の有意差 Significant difference at 1% level

粉剤よりも防除効果のすぐれている BHC 粉剤を使用して繰返し試験を行った。

a. 試験方法 植栽樹種には1年生のヒノキ苗を用い、供試した γ -BHC 0.5% および 1% 粉剤の反当り施用量は、室内試験および中間枠試験結果に基づいて決定した。すなわち、第1試験には γ -BHC 0.5% 粉剤を使用し、その試験区は反当り 5, 10 kg および対照区の3区である。第2試験には、 γ -BHC 1% 粉剤を使用し、 γ 含有量を第1試験と同一にして試験区を反当り 2.5, 5 kg および対照区とした。1試験区の面積は 750 m^2 、1試験区は3プロットからなり、各プロットの面積は 250 m^2 である。いずれも3回繰り返しのラテン方格法により配列した。苗畑に BHC 粉剤を施用するに当つては、所定量の粉剤を風に吹き飛ばされないように予め作つておいた風乾土によく混ぜ、その土壌で増量された BHC 粉剤をヒノキ苗植栽前に試験地にはほぼ均一に散布し、それを 10 cm 内外の表土に鋤き込んでから苗木の植栽を行

Table 10. 1 m^2 の金網枠内で行ったヒメコガネ 2 令幼虫の薬剤防除試験結果
Effect of soil treatment in the spring with DDT 10% dust for control of white grubs (No. of survival).

Treatment	Block	幼虫 No. of larvae	前蛹数 No. of prepupae	蛹数 No. of pupae	Total	捕食性昆虫 Entomophagous insects	他の土壌昆虫 Other soil insects
DDT 10% 粉剤 平米当 2.5 g 区 DDT 10% dust 2.5 g per m^2	I	3	0	7	10	0	8 ² <i>A. cuprea</i>
	II	2	0	1	3	1	6 ¹ <i>Sericinae</i>
	III	2	0	0	2	0	0
	Total	7	0	8	15*	1	8
DDT 10% 粉剤 平米当 5 g 区 DDT 10% dust 5.0 g per m^2	I	1	0	0	1	0	7 <i>Sericinae</i>
	II	0	0	0	0	1	4 <i>Sericinae</i>
	III	0	0	0	0	0	5 ¹ <i>A. cuprea</i>
	Total	1	0	0	1**	1	16 ⁴ <i>Sericinae</i>
DDT 10% 粉剤 平米当 7.5 g 区 DDT 10% dust 7.5 g per m^2	I	0	0	0	0	0	2 <i>Sericinae</i>
	II	0	0	0	0	0	0
	III	1	0	1	0	0	0
	Total	1	0	1	1**	0	2
無処理区 Control	I	4	0	12	16	2	5
	II	4	0	21	25	0	3
	III	1	0	11	12	7	1
	Total	9	0	44	53	3	9

Treatment IV, 1952.

Digging VII, 1952.

つた。また、 γ -BHC 1% 粉剤を供試した理由は主に経済効果からである。すなわち、 γ 含有量を 0.5% 粉剤と同一にして施用した場合、薬量が 1/2 であつてもうましく均一散布ができてしかも防除効果に変わりなければ、経済的には γ 1% の粉剤を使用した方が有利である。

b. 調査方法 試験地の設定が終了するとともに、施業前に各試験区ごとにランダムに 1 m^2 ずつ、試験区面積の 2% に当たる 15 m^2 について、深さ 30 cm までのコガネムシ類幼虫の棲息数を調査した。かかる幼虫の棲息密度調査は施業後の 6 月および 11 月にも同様方法で調査し、棲息幼虫に対する BHC の効果を調査した。枯損苗木については施業後、すなわち 5~10 月まで毎月調査し、コガネムシ類幼虫によるものとはかの原因によるものとを鑑別記録して行つた。そして生き残つた苗木については、12~4 月の苗木の掘取時に全苗の根腐食害状況を調査記録し、地上長の測定ならびに廃苗の選定を行つた。また、苗木調査は 4, 6, 8, 11 月に各試験区ごとにランダムに 300 本の生立苗木について調査したものである。

なお、友部苗畑以外の神奈川、愛知、京都、兵庫、岡山および新潟県下の苗畑で行つた試験は、われわれが設計し、その設計書に基いて保護の専門普及員が試験を実施し、かつ調査を行つた結果である。

c. 試験結果

i 友部苗畑における防除試験結果

友部苗畑で薬剤処理を行つたのは 4 月下旬である。各試験区内の薬剤処理前におけるコガネムシ類幼虫の棲息密度は 3 月 26~29 日に、薬剤処理 2 カ月後の棲息密度は 6 月 24~28 日に、約 6 カ月後の棲息密度は 11 月 18~22 日に行つた。その調査結果を示すと第 11 表のごとくである。

Table 11. $1 m^2$ 当りコガネムシ類幼虫の棲息密度

Mean grub population per sq. meter.

Kasama Nursery, Ibaraki Pref., 1952.

Treatment	Date	26~29/III	24~28/VI	18~22/XI
		施 薬 前 Before treatment	施 薬 後 After treatment	
γ-BHC 0.5% 粉剤 反当 5 kg 区 γ-BHC 0.5% dust 5 kg per 1,000 m ²		34	6**	29
γ-BHC 0.5% 粉剤 反当 10 kg 区 γ-BHC 0.5% dust 10 kg per 1,000 m ²		28	6**	18
無 処 理 区 Control		31	12	16
γ-BHC 1% 粉剤 反当 2.5 kg 区 γ-BHC 1% dust 2.5 kg per 1,000 m ²		22	3**	15
γ-BHC 1% 粉剤 反当 5 kg 区 γ-BHC 1% dust 5 kg per 1,000 m ²		23	2**	14
無 処 理 区 Control		31	12	8

掘取り面積は各プロットごとに 2%

Total dug area is 2% in each plot.

** は 1% の危険率で有意差

** Significant difference at 1% level.

Table 12. 施薬後の枯損苗木数

Number of died transplants after treatment.

Area of each treatment consisted of 3 plots is 750 m².

Tomobe Nursery, Ibaraki Pref.

Species	Treatment	植栽本数 Total number of trans- plants	コガネムシ類幼虫による枯損本数 Number of died transplants infested by white grubs and other injurious insects.							虫害以外の原因による枯損 本数 Number of died transplants by other causes
			21 / V	24 / VI	21 / VII	26 / VIII	22 / IX	18 / X	Total	
									%	%
One- year- old Hinoki.	γ-BHC 0.5% 粉剤 反当 5 kg 区 γ-BHC 0.5% dust 5 kg per 1,000 m ²	32,072	17	140	21	910	565	160	1,813 (5.65)*	118 (0.36)
	γ-BHC 0.5% 粉剤 反当 10 kg 区 γ-BHC 0.5% dust 10 kg per 1,000 m ²	32,298	6	50	2	565	400	68	1,091 (3.38)*	159 (0.49)
	無処理区 Control	32,240	20	469	86	3,086	736	552	4,949(15.35)	74 (0.22)
	γ-BHC 1% 粉剤 反当 2.5 kg 区 γ-BHC 1% dust 2.5 kg per 1,000 m ²	31,896	20	41	19	1,242	633	164	2,119 (6.64)*	523 (1.63)
	γ-BHC 1% 粉剤 反当 5 kg 区 γ-BHC 1% dust 5 kg per 1,000 m ²	32,032	19	34	20	1,395	788	142	2,398 (7.49)*	396 (1.23)
	無処理区 Control	31,832	72	200	156	4,506	301	1,669	7,874(24.74)	344 (1.08)

Field tests applied in April, 1952.

* 5% の危険率で有意差

* Significant difference at 5% level.

移植苗木は満1年生ヒノキ

One-year-old Hinoki were planted.

上表の棲息数は各試験区における $15 m^2$ 内に棲息する幼虫 $1 m^2$ 当り平均棲息数で、施薬前には第 1, 2 試験地ともに $1 m^2$ 当り 30 頭内外の幼虫が棲息しており、この棲息数では相当の被害の起ることが予想された。6 月下旬の幼虫掘取り調査の結果では、無処理区の $1 m^2$ 当り平均棲息数が処理前の平均棲息数の 39% に減少しているのに比較して、 γ -BHC 0.5% 粉剤を施用した第 1 試験の処理区では処理前の 19% に、 γ -BHC 1% 粉剤を施用した第 2 試験の処理区では処理前の 9% に減少している。すなわち、処理区はいずれも対照区に対して 1% の危険率で有意差が認められる。しかし、処理区間に有意差は認められない。

つぎに、薬剤処理後の 5~10 月までのコガネムシ類幼虫による枯損苗木数および他の原因による枯損苗木数を調査した結果を示すと第 12 表のごとくである。

処理前後における棲息幼虫数の調査結果から、処理区の被害が対照区に比して軽減されるであろうことはすでに推測されたのであるが、調査結果は上表で明瞭なように、第 1 および第 2 試験ともに処理区の被害量は対照区の被害量よりははなはだしく少なくなっている。すなわち、第 1 試験においては、 γ -BHC 0.5% 粉剤反当り 5 kg 区の被害枯損率 5.65%, 10 kg 区の 3.38% に比して対照区の被害枯損率は 15.35% に増大している。そして処理区の枯損率は対照区の枯損率に対して 5% の危険率で有意の差を示している。また、 γ -BHC 1% 粉剤施用の第 2 試験においては、被害枯損率は反当 2.5 kg 区では 6.64%, 5 kg 区では 7.49% であるのに比して対照区では 24.74% に高まり、処理区の枯損率は対照区のそれに対して同様 5% の危険率で有意差を示しており、第 1, 2 試験結果ともに BHC の防除効果の顕著なることを示している。なお、5~10 月の枯損数の状況を見ると、概して 8~9 月における枯損数が最も大きく、それより前後の枯損数は少なくなっている。越冬してきたコガネムシ類幼虫の加害時期は概して 5~7 月であるが、枯損率の増大するのは入梅後の 8~9 月である。

つぎに第 1, 2 試験における 4, 6, 8, 11 月の苗木の地上部 (第 1 側根より) の長さを測定し、11 月までの成長率を示したものが第 13 表である。

Table 13. 4~11 月の平均苗長
Average above ground length of transplants in each treatment.

Tomobe Nursery, Ibaraki Pref., 1952.

Treatment	Date	15/IV	25/VI	25/VIII	18/XI Growth ratio	
		cm	cm	cm	cm	%
γ -BHC 0.5% 粉剤 反当 5 kg 区						
γ -BHC 0.5% dust 5 kg per 1,000 m^2		12.0	16.7	22.1	27.7	(131)
γ -BHC 0.5% 粉剤 反当 10 kg 区						
γ -BHC 0.5% dust 10 kg per 1,000 m^2		12.0	17.2	21.8	27.7	(131)
無 処 理 区 Control		12.0	14.7	16.4	20.1	(70)
γ -BHC 1% 粉剤 反当 2.5 kg 区						
γ -BHC 1% dust 2.5 kg per 1,000 m^2		9.0	12.8	17.3	22.4	(149)
γ -BHC 1% 粉剤 反当 5 kg 区						
γ -BHC 1% dust 5 kg per 1,000 m^2		9.0	13.9	17.3	18.8	(109)
無 処 理 区 Control		9.0	11.6	11.9	17.1	(90)

平均苗長は各試験区について任意抽出した苗木 300 本の平均である。

Average length of 300 transplants randomized in each treatment.

第 13 表の結果は、無作意に各試験区の 300 本について各期に測定した苗長および 4~11 月までの成長率である。第 1 試験においては対照区の苗木が平均 70% 成長しているのに比較して、 γ -BHC 0.5%

粉剤による処理区の苗は平均 131% を示している。また、第 2 試験においては対照区の成長率が 90% であるのに比して、 γ -BHC 1% 粉剤 2.5 kg 区では 149%, 5 kg 区では 109% を示し、苗の成長量は増大している。このように枯損しない苗の成長率が対照区で悪く、処理区でよいのは、対照区においてはコガネムシ類幼虫の棲息密度が高く、苗は枯死しないまでも根部を加害される結果、その成長を阻害されているものと考えられる。処理区間に差が認められなかつたり、また逆の結果が出ているのは幼虫棲息密度のばらつきが大きく、この程度の薬量差では意味がない結果の出ていることは、前年度の試験結果と同様である。

つぎに、12 月に全苗の掘取り調査を行つたのであるが、12 月までの枯損および廃苗数を示すと第 14 表のごとくである。

Table 14. 12 月までの被害苗木数
Number of died and useless transplants from May to December.
Tomobe Nursery, Ibaraki Pref., 1952.

Treatment	植 栽 本 数 Total number of transplants	コガネムシ類幼虫等による枯損および廃苗数 Number of died and useless transplants infested by white grubs and other injurious insects	他の原因による枯損および廃苗数 Number of died and useless transplants by other causes
γ -BHC 0.5% 粉剤 反当 5 kg 区 γ -BHC 0.5% dust 5 kg per 1,000 m ²	32,072	6,058 (19)*	394 (1)
γ -BHC 0.5% 粉剤 反当 10 kg 区 γ -BHC 0.5% dust 10 kg per 1,000 m ²	32,298	3,530 (11)*	514 (2)
無 処 理 区 Control	32,240	12,727 (39)	192 (1)
γ -BHC 1% 粉剤 反当 2.5 kg 区 γ -BHC 1% dust 2.5 kg per 1,000 m ²	31,896	6,343 (20)*	1,566 (5)
γ -BHC 1% 粉剤 反当 5 kg 区 γ -BHC 1% dust 5 kg per 1,000 m ²	32,320	6,914 (22)*	1,143 (4)
無 処 理 区 Control	31,832	18,989 (59)	594 (2)

すなわち、第 1 試験における被害率は無処理区が 39% であるのに比して、 γ -BHC 0.5% 粉剤 5 kg 区では 19%, 10 kg 区では 11% に低下しており、処理区は無処理区に対して 5% の危険率で有意差を示している。また、第 2 試験における被害率は無処理区の 59% に対して、 γ -BHC 1% 粉剤 2.5 kg 区では 20%, 5 kg 区では 22% で、処理区は無処理区に対して第 1 試験と同様 5% の危険率で有意差を示している。すなわち、12 月までの枯損数および廃苗数を総計した結果からみても、BHC 施用区は著しい防除効果を挙げている。しかし処理区間の差は認められなかつた。

つぎに掘取り全苗の地上部の長さおよび根部の被害程度を調査し、地上部の長さと廃苗とを 7 段階に区分した場合の百分率を示すと第 15 表のごとくである。

この表を見ると、第 1 試験における 17 cm 以下の發育不良苗の百分率は無処理区の 39% に比して 5 kg 区では 16%, 10 kg 区では 15% に低下しており、廃苗率においても無処理区の 29% に比して 5, 10 kg 処理区はそれぞれ 15%, 9% に低下している。しかるに 18 cm 以上の優良苗の収量は各段階とも逆に処理区の比率が無処理区よりもはるかに勝っており、18 cm 以上のものを合計すると 5 kg 区の 69%, 10 kg 区の 75% に比して無処理区は 32% に低下している。

第 2 試験結果も第 1 試験とはほぼ同一傾向であり、17 cm 以下の發育不良苗は無処理区の 40% に比して 5 kg 区では 39%, 10 kg 区では 29% であり、廃苗率は無処理区の 48% に比して処理区は 18% に低

Table 15. 掘取り苗の地上部苗長による区分
Percentage of all two-years-old transplants classified seven levels in above
ground length in each treatment.

Tomobe Nursery, Ibaraki Pref., XII, 1952.

Treatment	Length						Useless transplants %
	cm ~46	cm 45~36	cm 35~30	cm 29~24	cm 23~18	cm 17~	
γ-BHC 0.5% 粉剤反当 5 kg 区 γ-BHC 0.5% dust 5 kg per 1,000 m ²	1.48	8.10	14.92	23.77	20.62	15.83	15.28
γ-BHC 0.5% 粉剤反当 10 kg 区 γ-BHC 0.5% dust 10 kg per 1,000 m ²	0.44	4.85	15.64	28.63	25.81	15.34	9.29
無 処 理 区 Control	0.13	1.29	4.75	9.08	17.16	38.96	28.63
γ-BHC 1% 粉剤反当 2.5 kg 区 γ-BHC 1% dust 2.5 kg per 1,000 m ²	0.00	0.45	2.64	11.77	27.26	39.45	18.43
γ-BHC 1% 粉剤反当 5 kg 区 γ-BHC 1% dust 5 kg per 1,000 m ²	0.01	1.37	4.41	17.31	28.99	29.48	18.43
無 処 理 区 Control	0.01	0.11	0.52	2.94	8.15	40.41	47.86

下している。18 cm 以上の優良苗の合計は、5 kg 区の 42%、10 kg 区の 52% に比して無処理区は 12% に低下している。

かくのごとく、ヒノキの移植床においてコガネムシ類幼虫の棲息数が 3~4 月に平均 1 m² 当り 30 頭内外の場合は、BHC 施用区においてはコガネムシ類幼虫の棲息密度が低下するため、γ 量を反当 50 g 施用すると枯損および廃苗数を無処理区の平均 1/3.1 に低減せしめうる以外に、地上部の長さ 18 cm 以上の優良苗木の収量を無処理区の平均 3.3 倍に高めうる結果を得た。

ii 神奈川、愛知、京都、兵庫、岡山および新潟県下の苗畑において行つた防除試験結果

同一設計のもとに上記の 6 県下の苗畑で 4 月に施行した薬剤防除試験結果を示すと第 16, 17 表のごとくである。

第 16 表で判明するように、薬剤処理前の幼虫棲息密度をみると、神奈川県渋沢苗畑および新潟県保内苗畑では 1 m² 当り 11~34 頭でかなり高いが、他の 4 県下の苗畑における幼虫棲息密度はあまり高いとはいえない。薬剤処理後の 5~7 月に 1 m² 当りの幼虫棲息密度を調査した結果では、対照区においては処理前の幼虫棲息密度に比して低下していないところもあるが、概して低下している。しかし処理区の幼虫棲息密度はすべての場合において、処理前の幼虫棲息密度よりも減少し、その減少率は対照区のそれに比してきわめて高い。これは BHC 粉剤の殺虫効果を示すものである。処理区の棲息幼虫数の減少程度は試験地によつても異なり、すべての場合施用量に応じた殺虫効果を示しているとはいえないが、概して施用量の多くなるのにしたがつて棲息幼虫数の減少率は高くなっている傾向が認められる。

つぎに各試験地における 10 月までのコガネムシ類幼虫による苗木の枯損率をみると、友部苗畑におけると同様、処理前の調査で棲息幼虫数の多かつた神奈川および新潟県の対照区の被害がはなはだしく、殺虫効果に応じて処理区の被害は著しく減少している。すなわち、神奈川県渋沢苗畑における γ-BHC 1% 粉剤 5 kg 区の枯損率は 0.7% で、対照区の約 1/30 に減少している。また、京都府上夜久野苗畑における 7.5 kg 区の枯損率は 0.4% で対照区の約 1/20、愛知県豊川苗畑および岡山県植月苗畑における 7.5 kg 区の枯損率はそれぞれ 0.3% および 1.3% で対照区の 1/6 に減少している。つぎに兵庫県山崎苗畑および新

Table 16. $1 m^2$ 当りのコガネムシ類幼虫棲息
Mean grub population per sq. meter and the percentage of died
Each treatment ($200-800 m^2$) consists of 2—4 plots.

Prefecture	Kanagawa (Shibusawa)				Aichi (Toyokawa)			Kyoto (Kamiyakumo)				
	棲 息 密 度 Grub population		枯損率 Per-centage of died trans- plants	棲息密度 Grub population	枯損率 Per-centage of died trans- plants	棲息密度 Grub population	枯損率 Per-centage of died trans- plants					
	16/IV, 1952	28/VI~ 4/VII						20~ 22/XI	5/IV, 1952	22/ V	5-7/IV, 1952	12, 13/VI
	施業前 Before treat- ment	施業後 After treat- ment							施業前 Before treat- ment	施業後 After treat- ment	施業前 Before treat- ment	施業後 After treat- ment
Date	Treatment											
Treatment	γ -BHC 1% dust 2.5 kg per 1,000 m ²	31	3	12	% 1.4	2	2	% 0.7	7	3	% 2.2	
	γ -BHC 1% dust 5 kg per 1,000 m ²	34	3	18	0.7	8	2	0.5	8	2	1.2	
	γ -BHC 1% dust 7.5 kg per 1,000 m ²	30	2	16	1.3	5	1	0.3	7	0.5	0.4	
	Control	32	8	2	21.4	2	4	1.9	8	4	8.1	

移植苗木は新潟県のみ満 1 年生のスギであり、他の 5 県では満 1 年生のヒノキである。

Total dug area is 5% in each plot. One-year-old Hinoki were planted excepting

Table 17. 施業後のコガネムシ類幼虫等による枯損苗木数

Number of died transplants infested by white grubs and other injurious iusects after treatment.
Area of each treatment consisted of 4 plots is $800 m^2$.

Shibusawa Nursery, Kanagawa Pref.

Species	Treatment	植栽本数 Total number of trans- plants	月 別 枯 損 本 数 Number of died transplants from May to Oct.						
			V	VI	VII	VIII	IX	X	Total
One- year- old Hinoki	γ -BHC 1% 粉剤反当 2.5 kg 区	25,620	47	31	21	153	97	16	365**
	γ -BHC 1% dust 2.5 kg per $1,000 m^2$.		% (0.18)	% (0.12)	% (0.08)	% (0.59)	% (0.38)	% (0.06)	% (1.42)
	γ -BHC 1% 粉剤反当 5 kg 区	25,620	28	17	3	48	65	12	173**
	γ -BHC 1% dust 5 kg per $1,000 m^2$.		(0.11)	(0.07)	(0.01)	(0.19)	(0.25)	(0.05)	(0.68)
	γ -BHC 1% 粉剤反当 7.5 kg 区	25,620	18	9	4	143	134	11	319**
	γ -BHC 1% dust 7.5 kg per $1,000 m^2$.		(0.07)	(0.04)	(0.02)	(0.56)	(0.52)	(0.04)	(1.25)
	無 処 理 区 Control	25,620	94	216	689	2,094	2,170	223	5,486
			(0.37)	(0.84)	(2.69)	(8.17)	(8.47)	(0.87)	(21.41)

Field tests applied in April, 1952.

移植苗木は満 1 年生ヒノキ

One-year-old Hinoki were planted.

** 1% の危険率で有意差

** Significant defference at 1% level.

潟県保内苗畑における 7.5 kg 区の枯損率は 1.3% および 7.9% で対照区の約 1/3 に減少している。

神奈川県渋沢苗畑における処理後の月別枯損率を表示したものが第 17 表で、枯損率の最も高い時期は友部苗畑の場合と同様、加害量の最も大きい 3 令幼虫の極めて少ない 8~9 月の候である。このような現象は他の試験においてもみられ、苗木は 4~6 月に食害されても直ちに枯死することなく、被害苗は夏季の乾燥によつて枯死するものが多くなってくる。

つぎに友部苗畑および 6 県下の苗畑における試験結果を綜合して、処理前の $1 m^2$ 当り平均幼虫棲息数

密度と施薬後の食害による苗木の枯損率

transplants infested by white grubs in the field experiments.

Hyogo (Yamazaki)				Okayama (Uetsuki)				Niigata (Honai)			
棲息密度 Grub population			枯損率 Per- centage of died trans- plants	棲息密度 Grub population			枯損率 Per- centage of died trans- plants	棲息密度 Grub population			枯損率 Per- centage of died trans- plants
30/III, 1952	29/V	23/II, 1953		9/IV, 1952	29, 30/V	6,7/III, 1953		23,24/IV, 1952	25, 26/VI	19, 20/XI	
施薬前 Before treat- ment	施薬後 After treat- ment			施薬前 Before treat- ment	施薬後 After treat- ment			施薬前 Before treat- ment	施薬後 After treat- ment		
4	2	3	2.4%	4	2	19	2.2%	19	5	35	18.5%
2	2	1	1.9	4	1	15	1.4	15	3	5	8.4
3	1	0.5	1.3	4	1	12	1.3	23	4	6	7.9
2	1	8	3.8	6	4	12	7.2	11	13	35	22.2

Niigata Prefecture (Honai) planted one-year-old Sugi.

を 100 として、それに対する処理後の幼虫棲息率を求め、かつ各試験区の平均枯損率を表示すると第 18 表のごとくである。

Table 18. 施薬前後のコガネムシ類幼虫平均棲息密度の変化と食害による苗木の平均枯損率
Aver. percentage of grub population before and after treatment and
died transplants infested by white grubs and other injurious insects.

Treatment	平均棲息密度 Aver. percentage of grub population			平均枯損率 Aver. percentage of died Transplants
	III~IV/1952 施薬前 Before treatment	V~VI/1952 施薬後 After treatment	XI/1952~ III/1953	
γ-BHC 1% 粉剤反当 2.5 kg 区	100	21.1	120.1	5.0**
γ-BHC 1% dust 2.5 kg per 1,000 m ²				
γ-BHC 1% 粉剤反当 5 kg 区	100	17.2	77.1	3.0**
γ-BHC 1% dust 5 kg per 1,000 m ²				
γ-BHC 1% 粉剤反当 7.5 kg 区	100	13.2	71.7	2.1**
γ-BHC 1% dust 7.5 kg per 1,000 m ²				
無処理区 Control	100	47.2	87.7	13.1

全試験結果の平均値からすると、無処理の対照区においても越冬してきたコガネムシ類の幼虫は 3~4 月ころから 5~6 月ころまでの間に 47.2%，すなわち、約 1/2 に減少する。しかし処理区における幼虫の棲息密度は対照区よりはるかに減少しており、5~6 月の掘取り調査において、反当り γ-BHC 1% 粉剤 2.5 kg 区では 21.1%，5 kg 区では 17.2%，7.5 kg 区では 13.2% に減少し、各区とも BHC 粉剤による殺虫効果を示している。また、BHC の施用量と 5~6 月における幼虫棲息密度の減少程度も平均値からみると、施用量の多くなるにしたがつて棲息密度は減少している。しかし、11 月から翌年 3 月までのコガネムシ類幼虫の棲息密度は、対照区の 88% に対して 2.5 kg 区は 120%，5 kg 区は 77%，7.5 kg 区は 72% で、処理区と無処理区との間の幼虫棲息密度には有意の差は認められない。

苗木の平均枯損率は対照区の 13.1% に対して 2.5 kg 区では 5%, 5 kg 区では 3%, 7.5 kg 区では 2.1% で, 処理区と対照区の間には 1% の危険率で有意差が認められ, 特に 7.5 kg 区の平均枯損率は対照区の 1/6.2 に減少しており, BHC 粉剤の著しい防除効果を示している。なお, 処理区間においても, 施薬量の多くなるにしたがつて, 苗木の被害率は逐次軽減されている。

なお, 薬害に関しては, γ -BHC 1% および DDT 10% 粉剤を反当り 10 kg の割合で前記のごとき方法で使用した場合, スギ, ヒノキ等には全く薬害は認められなかった。

Ⅳ 考 察

防除に必要なコガネムシ類の成虫ならびに幼虫の種類および幼虫の生態について各地の苗畑において調査を行つた。苗畑付近に棲息して灯火誘殺できるコガネムシ類については全国的に調査をすすめているが, ここでは東北, 関東および中国地方の苗畑における資料について検討することとした。

苗畑に棲息加害するコガネムシ類幼虫の種類は, 各地域の苗畑において掘取り調査を行つた結果, 分類同定できる種類 10 種に, 現在分類同定の不可能なピロウドコガネ亜科に属する種類を加えて 15 種内外と考えられ, 苗畑で青色蛍光誘蛾灯によつて採集される種類の半数内外である。こうした現象は, 成虫が苗畑付近に棲息していても産卵する場所は苗畑以外であり, 苗畑害虫とならない種類が約半数ほど棲息していることになる。苗畑に棲息加害するコガネムシ類幼虫のうち, ヒメコガネの幼虫はいずれの苗畑にも棲息し, 発生量も多く優占害虫かあるいは亜優占害虫で, 大部分の苗畑において 50~96.5% の棲息率を示し, 最も重要な苗畑害虫である。ヒメコガネについて広く棲息加害している種類はピロウドコガネ亜科, クロコガネ, サクラコガネ, ドウガネブイブイおよびマメコガネで, セマダラコガネ, オオクロコガネ, ナガチャコガネおよびスジコガネの採集率は低い。前述したように, われわれの調査結果ではヒメコガネ幼虫の発生量が最も多いのに比較して, 新島, 楠, 富本 (1917) は, 本州, 四国および九州で被害の比較的少ないナガチャコガネが北海道ではカラマツ, ドイツトウヒ, アカマツおよびトドマツに甚大な被害を与えていると報告しており, 矢野 (1922) は同様ナガチャコガネが本州中部以北の苗畑でヒノキ, スギ, カラマツおよびトウヒに激害を与えていると報告している。肱黒 (1925) は仙台地方の苗畑調査で, 掘取り幼虫の 67% が ナガチャコガネであること, 中島 (1952) は北海道各地の苗畑調査の結果, 最も発生数の多い種類はヒメコガネおよびツヤコガネであるが, サクラコガネ, スジコガネ, オオスジコガネおよびナガチャコガネの 4 種の害もはなはだしく, 上記 6 種のコガネムシを重要害虫と報告している。藍野, 小島, 徳永, 今泉 (1952) は茨城県友部苗畑において 100 m² の幼虫掘取り調査の結果, ヒメコガネ 96.5%, サクラコガネ 4.6%, ドウガネブイブイ 0.2%, クロコガネ 0.5%, ピロウドコガネ亜科 0.3% で, ヒメコガネ幼虫の発生量がきわめて多いことを報告した。上記のごとく, 北海道は別として, われわれの調査結果では山形, 石川および滋賀県下の苗畑から少数採集されているだけで, ナガチャコガネはあまり重要な苗畑害虫とは考えられない。しかし, 苗畑の環境条件によつては注意すべき害虫である。

コガネムシの幼虫が季節的に垂直移動を行うことについては, 古くより調査研究がある。新島, 富本, 楠 (1917) はナガチャコガネの幼虫について, 秋季の平均棲息深度は 3.7 cm, 12 月 24 日は 18.6 cm, 4 月下旬は 6.7 cm, 5 月下旬は 8.2 cm と報告しており, 明永 (1925) は 11~2 月までは 3~6 寸までに棲息数多く, 3~10 月までは 0~3 寸までに最も幼虫棲息数が多いと報告している。沢, 田村 (1940) によると 11~3 月までは平均深度 12~18 cm に多くの幼虫が越冬しているが, 4 月下旬より 0~3 cm に

移動して摂食加害する。そして秋季ふたたび幼虫が下方に移動するのは、地温の上下に影響されるものであると報告している。また、田村(1952)の報告によると、幼虫の平均分布深度は4月より10月上旬までは0~10 cmである。このようなコガネムシ類幼虫の春秋2回にわたる棲息深度の変化は、著者らの周年調査においても認められ、10月下旬以降は表土より下方に移動する幼虫数が多くなり、10~20 cmの棲息数が最も多く、ついで0~10 cmおよび20~30 cmが多く、30~40 cmはきわめて少ない状態で越冬する。春季の上方移動は概して4月からであるが、温暖な地方または温暖な冬は3月下旬から上方に移動を開始し、0~10 cmに多く棲息して摂食加害を行う。かかるコガネムシ類幼虫の季節による棲息深度の変化と地温との関係についての報告をみると、PRINZ (1928)は*Polyphylla olivieri*について、幼虫の垂直移動は地温によつて左右され、地温が10~12°Cになった場合に行われるといつており、KOSMACHEV-SKII (1937)は5月の上方移動は8.0~9.2°C、10月の下方移動は7.6~9.2°Cであると報告している。また、中島(1952)は春季の上方移動は11~13°C、秋季の下方移動は温度の逆転期の13~17°C前後からはじまると報告している。著者らの調査結果では、春季の上方移動は地温10~12°C、秋季の下方移動は地温14~17°Cで行われることが観察された。上記春秋2季の上下移動のうち、春季の上方移動開始の地温は多くの昆虫の活動開始温度で、活動開始の最低温度の限界に近いものと推測できるが、秋季の下方移動開始温度は比較的高く、上記の絶体温度以外に、地温の逆転または温度の傾斜度が刺激となつて移動を行わしめるものではないかと考えられる。

コガネムシ類幼虫の苗木根部の加害時期は、一般に越冬期を除いた4~10月ころまでである。しかし太平洋岸の温暖な地帯においては越冬期間はきわめて短く、加害期間は前記の一般加害期間よりも長い。苗木の被害は幼虫の棲息密度にもよるが、概して3令幼虫の多い時期に顕著に現われる。すなわち、茨城県友部および神奈川県渋沢苗畑のごとく、2令で越冬する幼虫の多いところの被害は主に春1回で、3令幼虫は5~6月に最も多い。しかるに西南太平洋岸地帯では概して3令で越冬する幼虫が多く、したがつて3令の加害時期は春秋2季となり、被害も春以外に秋にも現われることがある。3令幼虫による激害は令期別摂食量の差であつて、2令幼虫の3倍内外の体重を有する3令幼虫の摂食量は、中島(1952)の報告によると2令幼虫の2~2.5倍となつている。

コガネムシ類幼虫をはじめ他の土壌昆虫による苗木の被害量に関しては、それらの種類、棲息数、植栽樹種、苗木の成長度、栽培条件および気象条件等種々の要素が関連して、一概に調査結果を比較するのは困難な点もあるが、ヒノキおよびスギの1年生苗木の4~10月までの被害量調査を行つた。1年生ヒノキについて調査した結果では、コガネムシ類幼虫の棲息密度が高く3~4月に平均1 m² 当り30頭内外の茨城県友部苗畑や神奈川県渋沢苗畑における枯損苗木数は多く、その枯損率はそれぞれ24.7%、21.4%を示しているが、兵庫県山崎町の苗畑のように1 m² 当りの棲息数が少なく、平均2頭という苗畑の枯損率は低く3.8%、全調査地の平均枯損率は13.0%である。なお、コガネムシ類幼虫の棲息数が平均1 m² 当り30頭内外になると、廃苗木の多くなることはもちろんで、枯損苗に廃苗を加えた被害率は53~59%にも達する。このような被害は、ヒノキ苗の被害根部の再生力が弱いためと考えられる。つぎに1年生スギ苗の枯損率については、藍野、小島、徳永、今泉(1951)の友部苗畑における報告があり、スギ苗は根部の再生力強く、激害を受けても梅雨期に発根再生するものが多く、加害されたため不良苗木は相当出るが、枯死するものが比較的少ない。1調査区150 m²、3調査区の1年生スギ苗の8月までの枯損率は0.1、0.2、3.3%で、1年生ヒノキ苗よりも低い枯損率を示している。また1953年の千葉県旭町

の民営苗畑における 100 m^2 の調査では枯損率 4.2%, 1952 年の新潟県保内の苗畑における枯損率は 22.2%, 前記 5 個所の平均枯損率は 6.0% となり, ヒノキの枯損率の 1/2 以下である。

このようなヒノキ苗とスギ苗の枯損率の差は, 1951 年の友部苗畑においても見られ, 1 年生ヒノキ苗の平均枯損率が 2.9% であるのに比較して, 1 年生スギ苗の平均枯損率は 1.2% となつている。しかるに枯損のあまり目立たない 6 月に, 任意に 6 m^2 ずつヒノキ移植床で 2 箇所, スギ移植床で 3 箇所を掘り取り, 根部の食害状況を調査した結果では, ヒノキの平均中・激害率が 8.9% であるのに対して, スギの平均中・激害率は 14.0% を示し, 枯損率と逆になつている。したがつてヒノキとスギの枯損率の差は, コガネムシ類幼虫等の加害樹種に対する好選性に基因するものではなく, むしろ加害されやすいスギが強い再生力をもっていることに基因するものと考えられる。

室内殺虫試験を γ -BHC 0.5% および DDT 10% 粉剤について行つた。その結果によると, ヒメコガネの 2 令幼虫は γ -BHC 0.5% 粉剤の土壌への混入量が 1~0.06% では, 致死薬量を超過しているため大部分の供試虫は 4 日目に死亡し, 生き残つていても麻痺状態にあつて 8 日目には 100% 死亡している。しかし薬量が 0.03% 以下になると殺虫率は低下してくる。すなわち, 90% の殺虫率を得るのに薬量 0.03% では 8 日, 0.01% では 36 日を要し, 100% の殺虫率を得るのに薬量 0.03% では 26 日を要している。しかるに, 2 令幼虫よりはるかに大形の 3 令幼虫においては, 0.06% の薬量で 90% の殺虫率を得るのに 16 日を, 0.03% の薬量で 100% の殺虫率を得るのに 44 日を要している。すなわち, 薬量 0.03% および 0.01% の試験結果から, 90~100% の殺虫率を得るために 3 令幼虫は 2 令幼虫の 3 倍の薬量を必要とする。

コガネムシ類の幼虫に対する γ -BHC の殺虫試験について, WALCOTT (1951) は *Phyllophaga* 属の 2 種の 3 令幼虫を供試しており, 本種の 3 令幼虫を 100% 殺虫できる薬量は γ -BHC 0.5% を使用した場合 0.045% となり, ヒメコガネの 3 令幼虫を 100% 殺虫できる薬量の 1.5 倍となる。また, コガネムシ類幼虫の殺虫剤に対する令期別抵抗性については, HOWE & CAMPBELL (1953) が *Cotinis nitida* L. の 1, 2, 3 令幼虫を用いてアルドリノで試験を行つている。その試験結果によると, 若令幼虫ほどアルドリノに対する感受性は高く, 2 令幼虫は 1 令幼虫の 5 倍, 3 令幼虫は 2 令幼虫の 2 倍の抵抗力をもっている。ヒメコガネにおいても, BHC に対して 3 令幼虫は 2 令幼虫の 3 倍程度の抵抗力をもっているものと考えられる。

DDT 10% 粉剤の殺虫効果は, 2 令幼虫を 90~100% 殺虫する最低薬量に近い 0.01% においては, 100% の殺虫率を得るのに 36 日を要し, このような低濃度では BHC の 0.01% に比して特に遅効性とはいえない。しかし, 薬量が 0.03% 以上になつた場合, BHC と DDT の殺虫曲線が離れてくるのは明らかに DDT の遅効性を示すものである。なお, DDT に対して 3 令幼虫が 2 令幼虫の 6 倍もの抵抗性を示すことは, 令期別ヒメコガネ幼虫の DDT に対する感受性の相違によるものであろう。

室内殺虫試験結果に基づいて 1 m^2 の金網枠内の繰り返し防除試験を行つたのであるが, 前記のごとく, γ -BHC 0.5% および DDT 10% 粉剤ともにヒメコガネの 2 令幼虫に対して 90~100% の殺虫率を得るためには, 0.01% の薬量, すなわち, γ -BHC 0.5% 粉剤 10 g (γ 量 0.05 g) および DDT 10% 粉剤 10 g を 10 cm の表土に混入することが必要である。1951 年の試験結果では, 対照区において供試 2 令幼虫の 71.7% が生存しているのに γ -BHC 0.5% 粉剤 7.5, 15, 22.5 g 区ともにヒメコガネの生存幼虫は認められなかつた。同様に DDT 10% 粉剤 7.5, 15, 22.5 g 区においても 7.5 g 区および 22.5 g 区

にヒメコガネ 2 令幼虫が 1.7% ずつ生存していただけで、著しい殺虫効果を示している。満 1 年生ヒノキ苗の被害率は BHC および DDT とともに処理区においては 0.9~2.8% で、被害率がきわめて低いのは殺虫効果のためと考えられるが、対照区において平均 $1 m^2$ 当り 14 頭の幼虫が棲息しているにしては 5.6% の被害率は少ない。これは金網枠の横が板で土壤湿度が高かつたためか、あるいは除草が不十分で食餌が豊富であつたことも関係しているものと考えられる。

1952 年には γ -BHC 1% 粉剤を使用するとともに、1 枠に放飼するヒメコガネ 2 令幼虫数を 30 頭にしておき、繰返し試験を行つた。その結果によると、 γ -BHC 1% 粉剤では $1 m^2$ 枠当り 5 g (γ 量 0.05 g) 以上を表土約 10 cm の深さまで混入すれば 99% の殺虫効果を挙げることができる。しかし、 γ 量が $1 m^2$ 当り 0.0375 g であつても殺虫率 98%、 γ 量 0.025 g に減少しても 80% の殺虫率を示すことは、気象条件以外に薬剤の均等散布ができず、濃厚散布の行われた土壤を幼虫が通過して殺虫されたのではないかと考えられる。なお、以上の枠試験においては、殺虫剤を表土約 10 cm の深さまで混入してから供試幼虫を放飼している。したがつて供試幼虫は必ず薬剤の混入している表土を通過するので、この結果を直ちに野外試験に当てはめて考えることはできない。なお、1952 年度の試験結果 (第 9, 10 表) にヒメコガネ以外のピロウドコガネ亜科に属する幼虫が記録されているが、これは小形のピロウドコガネ亜科の成虫が春から初夏にかけて試験枠内に侵入産卵したものから孵化した幼虫ではないかと考えられる。

SHENFELT & SIMKOVER (1951) は 206 個の一定体積の金網飼育箱を苗畑に設置し、主に *Phyllophaga tristis* FAB. の 1, 2 令幼虫を供試して各種殺虫剤の殺虫試験および残効試験を行つている。使用した薬剤は、BHC, DDT, クロールデン, デイルドリン等の有機の塩素系殺虫剤および有機燐剤のほかには砒酸鉛等がある。土壤に混入する薬量は試験枠内における深さ 3 インチの土壤を単位として数段階をとり、これよりエーカー当りの薬量を計算して殺虫効果ならびに残効を表示している。その結果処理当年の 1 令幼虫の殺虫率は、クロールデン 2.5 LBS/acre で 100%, パラチオン 2.5 LBS/acre で 90.4%, γ -BHC 0.25~1 LBS/acre で 100% を示している。

また、処理後 1 年の 1 令幼虫に対する 1 LB/acre の殺虫率はクロールデンの 66.3% に対して γ -BHC (γ 量 0.113 g/ m^2) では 100% である。処理後 2 年における 1 令幼虫の殺虫率は、クロールデン 2.5 LBS/acre は 100%, デイルドリン 10 LBS/acre は 99%, γ -BHC 1 LB/acre は 100%, DDT 10 LBS/acre は 73.1% となつている。なお、処理後 4 年における殺虫率は、クロールデンの 2.5 LBS/acre の 92.8% に対して、 γ -BHC 1 LB/acre は 73.3% となつている。

以上の試験結果から、同一量の有効殺虫成分を土壤に混入する場合は、 γ -BHC の殺虫効果がきわめて顕著である。ただ、 γ -BHC の残効がアメリカにおいて著しいことは、試験方法のみでなく気象因子も大いに関与しているのではないかと考えられる。

野外試験における薬剤処理前後のコガネムシ類幼虫数の掘取り面積は、友部苗畑においては試験区面積の 2%, 他の 6 果下の苗畑における掘取り面積は 5% である。全試験地において、処理前の各試験区の $1 m^2$ 当り平均幼虫棲息数は 2~34 頭であるが、各薬剤処理区の $1 m^2$ 当り平均幼虫棲息数は 0.5~8 頭に減少している。しかし、土壤中のコガネムシ類幼虫の棲息密度の傾向を知るために、試験面積の 2~5% を 0.5~1.0 m^2 単位に任意抽出法で掘取り調査したがなお不十分である。すなわち、第 11~15 表に示す友部苗畑の試験結果において、 γ -BHC 0.5% 粉剤を使用した第 1 試験の処理後 6 月における幼虫棲息密度の減少のしかたは、 γ -BHC 1% 粉剤を使用した第 2 試験の同期における幼虫棲息密度よりも少ない。し

かし、処理区の10月までの苗木枯損率は、幼虫棲息密度の高いと考えられる第1試験の処理区の方が少ない結果になっており、同様な傾向は11月までの平均苗長、12月までの被害苗木率においてもみられる。これについては、コガネムシ類幼虫の棲息密度に大きなふれがあるので、2~5%の面積の掘取り調査を行つても実際の試験地における幼虫の棲息密度を推定するには不十分な資料である。しかし、SHENFELT (1951) もコガネムシ類幼虫の薬剤防除試験で指摘しているように、処理区の幼虫のなかには死なないまでも麻痺によつて充分食害できない個体もあるので、処理区における幼虫の棲息密度と被害率とは必ずしも平行しない場合もあり得るであろう。つぎに11月から翌年3月までの間に掘取り調査を行つた結果では、コガネムシ類幼虫の棲息密度は処理区において、処理前における3~4月の棲息密度より低くなっている場合が多く、これは8~9月ころの新しく孵化した幼虫に対してBHCの残効が或る程度あるものと考えられる。なお、残効の点については第18表の全試験結果の平均値をみても、11~3月の間に棲息密度は γ -BHC 1% 粉剤 5 kg 区で 77%, 7.5 kg 区で 72% に減少している。ただ上記の11~3月における幼虫の棲息密度調査は5箇所の中3箇所が11月に行われているので、5箇所ともに翌春3~4月に調査すれば冬期間の環境抵抗によつてより一層低い棲息密度になるのではないかと考えられる。また、コガネムシ類幼虫の平均 1 m² 当り棲息密度が4月に30頭内外で、被害のはなはだしかつた友部苗畑ならびに茨沢苗畑における11月の棲息密度調査では、対照区の棲息密度が逆に処理区の棲息密度よりも著しく低い。これは両苗畑における対照区における春の被害がはなはだしく、優良苗で全く地肌の蔽われた処理区に比較して、枯損苗や成育不良苗で地肌の見える対照区には夏季成虫の産卵が少なかつたものと考えられる。

コガネムシ類幼虫の欧米における野外防除試験は、戦後有機の合成殺虫剤が登場するに及んで、まず DDT からはじまつた。特にアメリカにおいては芝生ならびに牧草地を加害するコガネムシ類幼虫に対して、各種の塩素系殺虫剤および有機燐剤による多くの防除試験が行われた。この種の防除試験は野外において行われることが多く、各種の殺虫剤を種々の形態で施用し、効果の判定には処理前の幼虫棲息密度と処理後数年間の棲息密度を比較している。FLEMING & HOWLEY (1950), FLEMING & MAINS (1953) は DDT 10% 粉剤反当り約 63 kg を 7.5 cm 内外の土壤に混入した防除試験において連続5カ年の調査では幼虫の棲息密度は著しく減少し、防除効果は5年目でも相当であると報告しているが、上記の薬量はわれわれの施用薬量よりもきわめて多い。

POLIVKA (1950) は工業用 DDT 25 LBS/acre およびクロールデン 9.6 LBS/acre で著しい防除効果を得ている。また、BURRAGE & GRYRISCO (1952; 1953) は DDT 2.5, 5, 10 LBS/acre, γ -BHC 0.5, 1, 2 LBS/acre, クロールデン 1, 2, 5 LBS/acre および数種の塩素系殺虫剤を施用して牧草地におけるコガネムシ類幼虫の防除試験を行つており、DDT は 5 LBS/acre 以上、 γ -BHC は 1 LBS/acre 以上で著しい防除効果のあることを報告している。この結果はわれわれの防除試験における薬剤施用量と防除効果にやや近似しているといえる。ただ、上記の DDT および BHC の薬量で2年間も防除効果のあることは、施薬地の状況、施薬方法およびアメリカの気象特に雨量の少ないことが関係しているものと考えられる。ただし、クロールデンは 5 LBS/acre では防除効果が少ないので施薬量を増加すべきであると報じている。GAMBRELL & STICKLAND (1950) は DDT, BHC, クロールデンその他の塩素系殺虫剤および有機燐剤を使用して苗畑害虫の防除試験を行つている。その結果、有効成分にして DDT 20 LBS/acre, γ -BHC 5 LBS/acre, クロールデン 20 LBS/acre の中、BHC とクロールデンは上記の薬量で 2, 3 令のコガネム

シ類幼虫を 95% 以上殺虫できるが、DDT ははるかに劣っていると報告している。ただ供試した BHC は γ 1% 粉剤であつて、反当施用量に換算すると 56 kg となり、われわれの施用量の 7.5 倍である。GAMBRELL は γ -BHC 5 LBS/acre 以下の葉量の防除試験を行っていないが、特に大形種でない以上コガネムシ類幼虫に対して防除効果を挙げ得る γ -BHC の適量は、われわれの試験結果からしてはるかに低いものと考えられる。

なお、本野外防除試験結果においては、多くの場合施葉後の幼虫棲息密度および苗木の被害率について処理区と無処理区との間には有意差がみられるが、処理区間には有意差がみられない。これは苗畑におけるコガネムシ類幼虫の分布がきわめて不規則であつて、前記葉剤量の段階では有意の差が求めにくいほどの幼虫分布の広いばらつきを示しているものと考えられる。

葉害に関しては、本試験に施用した BHC および DDT 粉剤の葉量では 1 年生ヒノキならびにスギの移植苗に対して、また藍野、小島、徳永、今泉 (1950) の発表では 1 年生スギの移植苗に対して γ -BHC 0.5% 粉剤反当り 40 kg、1 年生スギ、ヒノキ苗に対しては γ -BHC 0.5% および DDT 10% 粉剤反当り 20 kg の施用では、なんらの葉害は認められなかつた。また、1 年生のマツおよびカラマツの移植苗に対して、 γ -BHC 1% 粉剤反当り 10 kg を施用しても同様に葉害は認められなかつた (未発表)。GAMBRELL はコガネムシ類幼虫の防除試験に γ -BHC 1% 粉剤を反当り 56 kg 以上施用した場合、針葉樹苗の根に軽微な成長阻止がみられたと報じているが、土壌害虫を防除するのに高濃度の γ 体が必要とする場合はリンデーンを使用するか、または他の適切な他の殺虫剤を使用すべきである。

V 摘 要

防除に必要なコガネムシ類の分類ならびに生態的研究を各地において行うと同時に、コガネムシ類幼虫の生態に基いて室内殺虫試験、金網枠による防除試験および野外防除試験を行った。その試験研究の結果を要約すると次のごとくである。

1. 秋田、山形、新潟、茨城、石川および島根県下の 8 苗畑で点火誘殺および採集観察を行った結果では、コガネムシ科に属する 34 種の成虫が苗畑付近に棲息しており、成虫越冬を行う種類を除いて、成虫の発生期間は 6 月下旬～9 月中旬である。34 種のうちヒメコガネの発生量が最も多く、優占種か亜優占種となつている場合が多い。地域的にはヒメサクラコガネ、アオドウガネ或いはスジコガネが優占種となつている場合があり、ハンノヒメコガネ、サクラコガネ、ドウガネブイブイ、アカピロウドコガネは発生量の多少にかかわらず、すべての苗畑から採集されている。

2. 苗畑に棲息加害するコガネムシ類幼虫の種類はヒメコガネ、ドウガネブイブイ、サクラコガネ、セマダラコガネ、スジコガネ、アオドウガネ、クロコガネ、オオクロコガネ、マメコガネ、ナガチヤコガネ、ピロウドコガネ亜科に属する種類である。このうち、多くの場合優占害虫となつている種類は、成虫の場合と同様ヒメコガネの幼虫で、各地の苗畑における掘取り幼虫の 22.7～96.0% はヒメコガネの幼虫である。ヒメコガネについて重要な種類はピロウドコガネ亜科、クロコガネ、サクラコガネおよびドウガネブイブイである。

3. 東京近郊の苗畑におけるヒメコガネの幼虫は過半数 2 令で越冬するが、西日本の太平洋岸に近接した苗畑では 3 令幼虫で越冬するものが過半数を占めている。

4. 加害時期は概して 4～10 月で、越冬幼虫のうち、2 令幼虫が過半数を占めている地域の苗畑では

5～6 月の加害がはなはだしく、顕著な被害は春 1 回である。しかし、越冬幼虫のうち、3 令幼虫が過半数を占めている苗畑では、3 令幼虫の多い春秋に加害がはなはだしく、苗の被害は春季のほかに秋季にも起る可能性がある。

5. 1 年生ヒノキ苗のコガネムシ類幼虫等による平均枯損率は 13% であるが、1 m^2 当りコガネムシ類幼虫の棲息密度が 4 月ころの掘取り調査で 30 頭内外に高まると、枯損苗に廃苗を加算した被害率は平均 56% にも達する。1 年生スギ苗のコガネムシ類幼虫等による平均枯損率は、ヒノキ苗よりも低く 6% である。これは加害植物に対するコガネムシ類幼虫の好選性によるものではなく、スギ苗の強い抵抗性によるものである。

6. 本州において、コガネムシ類幼虫は秋 10 月ごろより翌春 3 月ころまでの冬季間は、地表より 10～20 cm の深さに最も多く棲息越冬しているが、4 月ころから上方に移動を開始し、4～9 月ころまでは 0～10 cm の棲息密度が最も高い。かかる幼虫の季節による垂直移動は、幼虫の趨温性によるものと考えられ、春季は地温が 10～12°C で、土壌の表層と下層の地温がほぼ等しくなるか、または表層の地温が下層の地温より高くなる場合、上昇移動を開始する。また秋季は地温が 14～17°C で、表層の地温が下層の地温より低くなる場合、下降移動をはじめ、凍結線以下に降下して越冬を行う。

7. 室内殺虫試験から、越冬中或いは越冬後のヒメコガネ 2 令幼虫に対して 90～100% の殺虫率を得るためには、 γ -BHC 0.5% 粉剤を湿度 70% の土壌に重量比で 0.01% 混入すればよいのであるが、3 令幼虫に対して同一殺虫効果を得るには 3 倍の薬量を必要とする。また、DDT 10% 粉剤を湿度 70% の土壌に混入する場合、ヒメコガネ 2 令幼虫に対し同一殺虫率を得るためには BHC と同様 0.01% でよいが、3 令幼虫に対して同一殺虫効果を得るには 6 倍の薬量を必要とする。

8. 1 m^2 の金網枠試験結果ではヒメコガネ 2 令幼虫に対して、 γ -BHC 1% 粉剤 5 g および DDT 10% 粉剤 7.5 g を約 10 cm の表土に混入することによつて 98% の殺虫効果を挙げることができた。

9. 野外防除試験において、薬剤処理 2 個月内外後の 1 m^2 当りコガネムシ類幼虫の平均棲息密度は、処理前の平均棲息密度に対し、対照区では 47.2% であるが、 γ -BHC 1% 粉剤反当り 2.5 kg 区では 21.1%，反当り 5 kg 区では 17.2%，反当り 7.5 kg 区では 13.2% に低下し著しい殺虫効果を示している。なお、処理区は対照区に対して 1% の危険率で有意差を示しているが、処理区間には有意差は認められない。

10. 満 1 年生ヒノキ苗のコガネムシ類幼虫等による平均枯損率は対照区の 13.1% に対して、 γ -BHC 1% 粉剤反当り 2.5 kg 区では 5.0%，反当り 5 kg 区では 3.0%，反当り 7.5 kg 区では 2.1% に減少し、顕著な防除効果を示している。なお処理区は対照区に対して 1% の危険率で有意差を示しているが、処理区間には有意差は認められない。

11. 満 1 年生ヒノキ苗を植栽した試験地において、4 月における越冬コガネムシ類幼虫の棲息密度が 1 m^2 当り平均 30 頭内外の場合、 γ -BHC 0.5% 粉剤反当り 10 kg 区および γ -BHC 1% 粉剤反当り 5 kg 区における、地上部の苗長 18 cm 以上の優良苗の収量は対照区の 3.3 倍であつた。

12. γ -BHC 1% および DDT 10% 粉剤を苗畑の表土 10 cm 内外の深さまで混入施用しても、反当り 20 kg までは満 1 年生のヒノキ、スギ、クロマツおよびカラマツの移植苗にはなんら被害は認められなかつた。

文 献

- 1) 藍野祐久・小島圭三・徳永茂俊・今泉 智: DDT, BHC による根切虫防除について, 第 61 回日本林学会大会講演集, (昭 27, 1952), p. 145~147
- 2) 藍野祐久・小島圭三・徳永茂俊・今泉 智: 友部苗畑に於ける根切虫の種類とその棲息状態について, 技術研究, 3, (東京営林局), (昭 27, 1952), p. 251~253
- 3) 明永久次郎: 根切虫の防除試験, 林試彙報, 15, (1925), p. 13~72
- 4) BURRAGE, R. H. & GYRISCO, G. G.: Control of European chafer in pasture sod. Jour. Econ. Ent., 45, 2, (1952), p. 313~315
- 5) —————: Control of European chafer damage in pasture sod—II. Jour. Econ. Ent., 46, 1, (1953), p. 142~146
- 6) COX, H. C. & LILLY, J. H.: Chemical control of corn rootworm. Jour. Econ. Ent., 46, 2, (1953)
- 7) Dominck, C. B.: Control of green June beetle larvae in alfalfa fields. Jour. Econ. Ent., 46, 4, (1953), p. 705~707
- 8) FLEMING, W. E. & HOWLEY, I. M.: A large-scale test with DDT to control the Japanese beetle. Jour. Econ. Ent., 43, 4, (1950), p. 585~590
- 9) GAMBRELL, F. L. & STICKLAND, L. F.: Control of white grubs in nursery planting. Jour. Econ. Ent., 43, 4, (1950), p. 550~552
- 10) GAMRELL, F. L.: Control of European chafer, *Amphimallon majalis* RAZ. Jour. Econ. Ent., 46, 5, (1953), p. 761~765
- 11) HAMMOND, G. H.: BHC as a rapid control agent for white grubs (*Phyllophaga* spp.). Canad. Ent., LXXXI, (1949), p. 200~201
- 12) HOW, W. L. & CAMPBELL, W. V.: Control of the green June beetle as a pest of Ladino clover. Jour. Econ. Ent., 46, 5, (1953), p. 766~771
- 13) 脇黒友三: キイロコガネの成虫駆除試験, 林試彙報, 17, (1925), p. 57~77
- 14) 神谷一男: ヒメコガネの産卵習性について, 応動, 9, 3・4 (1937), p. 149~150
- 15) 桑山 寛: コガネムシ類概説, 北農試彙報, 61, (1937)
- 16) LANGFORD, G. S. & SQUIRES, D. W.: DDT, benzen hexachloride and chlordane for the Japanese beetle control. Jour. Econ. Ent., 40, 2, (1947), p. 269~270
- 17) LANGFORD, G. S., SQUIRES, D. W. & DOZIER, B. H.: The relative efficiency of some insecticides for the Japanese beetle control. Jour. Econ. Ent., 44, 2, (1951), p. 197~201
- 18) MARSHALL, G. E.: White grub control in strawberries. Jour. Econ. Ent., 44, 5, (1951), p. 668~671
- 19) MORRISON, H. E. & CROWELL, H. H.: Soil insecticides studies in Oregon. Jour. Econ. Ent., 45, 6, (1952), p. 1002~1010
- 20) 中島敏夫: 北海道に於けるスジコガネ類の生態学的研究, 北大演林研報, 16, 1, (1952), p. 1~115
- 21) 新島善直・楠 菊夫・富本 豊: コガネムシの被害及び駆除に関する報告(第1), 東北大演林研報, 5, (1917)
- 22) 日塔正俊・立花観二: 海岸砂丘地に於けるコガネムシの生態学的研究(I), 東大演林研報, 45, (1953)
- 23) PLINTZ, Y.: Notes on vine pest. Ent. Kab. Koop. Vinogr. Helenendorf, II, (1928)
- 24) POLIVKA, J. B.: Field tests of insecticides for control of Japanese beetle larvae. Jour.

- Econ. Ent., 45, 2, (1952), p. 251~254
- 25) 沢 良三: 水戸付近畑地土壌中に於ける動物相, 特に金亀子科幼虫其他の季節的移動, 応動, 7, 2, (1935), p. 99~102
- 26) 沢 良三・田村市太郎: ヒメコガネ防除法に関する試験成績, 茨城県農試臨報 5, (1940)
- 27) SHENEFELT, R. D. & SIMKOVER, H. G.: Insecticides for control of white grubs. Jour. Econ. Ent., 44, 3, (1951), p. 359~362
- 28) SIEGLER, E. H.: Residual toxicity of some organic insecticides to Japanese beetles. Jour. Econ. Ent., 45, 3, (1952), p. 449~451
- 29) 田村市太郎: 大豆害虫に関する生態学的研究, 関東東山農試, (1952)
- 30) 内田登一・中島敏夫: ナガチャコガネの生態的研究, 北大演林研報, 14, 1, (1948), p. 101~138
- 31) WILLIAM, G. E. & GYRISCO, G. G.: Granulated insecticides for control of the European chafer in meadows. Jour. Econ. Ent., 48, 4, (1955), p. 384~386
- 32) WOLCOTT, G. N.: Control of the soil inhabiting grubs in Puerto Rico. Jour. Econ. Ent., 44, 1, (1951), p. 58~60

図 版 説 明 **Explanation of plates.**

Plate 1. 茨城県笠間営林署友部苗畑における野外防除試験

Field experiment at Tomobe nursery, Ibaragi Pref. 1952. Photo. Dec. 1952.

C. γ -BHC 1% 粉剤反当り 5 kg 区

γ -BHC 1% dust 5 kg per 1,000 m^2

Cont. 対 照 区

Control

Plate 2. 神奈川県渋谷苗畑における野外防除試験

Field experiment at Shibusawa nursery, Kanagawa Pref. 1952. Photo. Oct. 1952.

A. γ -BHC 1% 粉剤反当り 2.5 kg 区

γ -BHC 1% dust 2.5 kg per 1,000 m^2

B. γ -BHC 1% 粉剤反当り 5 kg 区

γ -BHC 1% dust 5 kg per 1,000 m^2

D. γ -BHC 1% 反当り 7.5 kg 区

γ -BHC 1% dust 7.5 kg per 1,000 m^2

Cont. 対 照 区

Control

**Research on Control Measures Against Injurious Insects
that Attack Nursery Stock—I.**

Ecological studies and chemical control of white grubs.

Sukehisa AINO, Fusao YAMADA and Nobuo GOKAN

(Résumé)

This report deals with the ecological and taxonomical studies of *Scarabaeidae* larvae for the chemical control, mortality experiments of the dominant species in the laboratory, wire-screen cage tests and field experiments.

The results obtained are as follows:

1. 34 species of May-beetles belonging to *Scarabaeidae* were collected by the light-trap or sweeping in eight nurseries in Honshu. The beetles vary somewhat in their life history, but generally they are active from the last ten days of June to the middle ten days of September, excepting the species overwintering in the adult stage.

Among them the well-known *Anomala rufocuprea* MOTSCH. is dominant or sub-dominant in many cases, but locally *A. geniculata* MOTSCH., *A. testaceipes* MOTSCH. and *A. albopilosa* HOPE are dominant. *A. maltistriata* MOTSCH., *A. daimiana* HAROLD, *A. cuprea* HOPE and *Autocercica castanea* ARROW were collected in every nursery investigated.

2. Overwintering species inhabiting the nursery beds, which consist of larvae and of adults that have not yet taken flight from the soil, are *Anomala rufocuprea* MOTSCH., *A. cuprea* HOPE, *A. daimiana* HAROLD, *A. orientalis* WATERH., *A. testaceipes* MOTSCH., *A. albopilosa* HOPE, *Lachnosterna kiotonensis* BRENSKE, *L. morosa* WATERH., *Popillia japonica* NEWMAN, *Heptophylla picea* MOTSCH. and several species of *Sericinae*. In the nursery, the most destructive dominant pest is the larvae of *A. rufocuprea* MOTSCH. as in the case of the adult, and its percentage of overwintering larvae in 12 nurseries is 22.7~96.0%. Also the larvae of *Sericinae*, *L. kiotonensis* BRENSKE, *A. cuprea* HOPE and *A. daimiana* HAROLD occur in rather many nurseries and feed on the living roots of nursery stock.

3. In most parts of the Kanto region, about 70% of overwintering larvae of *A. rufocuprea* MOTSCH. are 2nd instar larvae, but, generally, in the south-western part of Honshu along the Pacific coast 3rd instar larvae account for more than 50%.

4. Feeding continues throughout the seasons except the winter, but in the nursery inhabited by more than 50% of overwintering 2nd instar larvae of *A. rufocuprea* MOTSCH., injury is usually the most severe from May to June by the 3rd instar larvae. However, when more than 50% of the overwintering 3rd instar larvae prevail, sometimes severe injury will be found in the autumn besides the spring.

5. Average percentage of the dead one-year-old Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) transplants infested by white grubs is 13%, and if from 22 to as many as 34 white grubs inhabit per square meter, percentage of injury including useless nursery stocks is 56%.

Average percentage of the dead one-year-old Sugi (*Cryptomeria japonica*) transplants infested by white grubs is 6%. This lesser injury is not due to the white grubs' host-selection, but to the stronger resistance of Sugi transplants against white-grub injury.

6. In Honshu, the white grubs live in the soil at a depth of 0—40 cm below the surface and feed on the roots of seedlings, transplants and weeds. From October through March population density of the larvae is the highest at a depth of 10~20 cm. As the soil becomes

warm in the spring, they work upward, and from April through September the population density of the larvae is the highest at a depth of 0—10 cm.

In the spring, as the soil temperature rises about 10~12°C and the difference between the soil temperature of the upper and the lower part is very small, or the temperature of the upper part is higher than that of the lower one, they work their way upward in the soil.

In the autumn, on the approach of cold weather and as the soil temperature falls about 14~17°C, and the temperature of the lower part becomes higher than that of the upper one, they migrate deep into the soil below the frost line. This seasonal vertical movement of the white grubs seems to be caused by their thermotropism.

7. Laboratory experiments have been conducted with 2nd and 3rd instar larvae of *A. rufocuprea* MOTSCH. to evaluate the toxicity of the chlorinated organic insecticides. The amount of γ -BHC 0.5% and DDT 10% dust to be mixed in the loam soil of 70% relative humidity, is 0.01% in soil weight, when 90~100% mortality of the 2nd instar larvae is required. But the relative resistance increases consistently as the instars advance, and in order to obtain the same mortality rate with 3rd instar larvae, the necessary amounts of γ -BHC 0.5% dust and DDT 10% dust are 0.03, 0.06% respectively.

8. Control experiments with a 100×100×60 cm wire-screen cage, having the 30 cm lower portion set in the ground and the upper 30 cm portion protruding above the ground surface were repeated three times.

In these field cage experiments with 2nd instar larvae of *A. rufocuprea* MOTSCH., 98% mortality was obtained when 5 g of γ -BHC 0.5% and 7.5 g of DDT 10% dust had been applied per 0.1 m×1 m² of caged soil.

9. Field experiments were established in April in latin square. In each test nursery, grub population digging recording were made before and after treatments. Average grub population density at about 2 months after treatment compared with that before treatment was as follows: control 47.2%, γ -BHC 1% dust 2.5 kg per 0.1 m×1,000 m² 21.1%, 5 kg per 0.1 m×1,000 m² 17.2%, 7.5 kg per 0.1 m×1,000 m² 13.2% respectively. BHC showed a high degree of efficiency in the control of white grubs. About 50% larval mortality of the non-treated plots from April to June is due to natural resistance, and despite the significant difference recognized at 1% level between treated and untreated plots, there is no significant difference between treated ones.

10. In the field experiments, average percentage of the dead one-year-old Hinoki transplants killed by white grubs was as follows: control 13.1%, γ -BHC 1% dust 2.5 kg per 0.1 m×1,000 m² 5%, 5 kg per 0.1 m×1,000 m² 3%, 7.5 kg per 0.1 m×1,000 m² 2.1% respectively and BHC showed good ability in the protection of transplants. Significant difference at 1% level is recognized between treated and untreated plots, but there is no significant difference between treated ones.

11. In a heavily infested nursery in which were transplanted one-year-old Hinoki, when the grub population is about 30 per m² in the spring, the number of good transplants grown to a height exceeding 18 cm above ground in the treated plot with γ -BHC 1% dust 5 kg per 0.1 m×1,000 m² was 3.3 times that in the untreated plot.

12. No phytotoxic symptoms were visible on one-year-old Sugi, Hinoki, black pine and Japanese larch transplants treated with γ -BHC 1% and DDT 10% dust 20 kg per 0.1 m×1,000 m².



—Plate 2—

