

# 林業薬剤の環境に及ぼす影響と 合理的使用法

## (2) 散 布 跡 地

# 林業薬剤の環境に及ぼす影響と合理的な使用法

## — 散布跡地 —

### I 試験担当者

保護部昆虫科	小林 富士雄
保護部昆虫第一研究室	山崎 三郎
	竹谷 昭彦
	池田 俊弥
鳥獣第二研究室	土方 康次
	高野 雄
林業薬剤第二研究室	大久保 良治
土じょう部土じょう微生物研究室	山家 義人
	新島 溪子
関西支場保護部	山田 房男
昆虫研究室	小林 一三
	細田 隆治

(実施期間 昭和52年～56年)

### II 試験目的

マツノザイセンチュウによる松の枯損を防止するため、媒介昆虫マツノマダラカミキリを対象とする殺虫剤の空中散布が行われている。これが散布地域内に生息する昆虫類、野生鳥類、土壤生物に及ぼす影響と、散布薬剤の河川水、土壤中の残留量を明らかにすることを目的とする。

### III 試験の経過の概要

試験地は、NAC空中散布地として水戸宮林署水戸国有林（茨城県東茨城郡桂村）を、MEP空中散布地として岡崎宮林署豊橋国有林（愛知県豊橋市）を選定した。

水戸試験地では、散布区である28林班において、野生鳥類、昆虫類、土壤生物、薬剤残留の調査を毎年行い、さらに土壤生物についてのみ32林班に対照区を設置し毎年調査を行った。最初の52～53年にはセビモール（NAC水和剤40%）5ℓ/ha（第1回）、5ℓ（第2回）の散布であったが、55年より8ℓ（第1回）、7ℓ（第2回）散布に切り替った。対照

区の近接地である3・3林班に5・4年から散布が開始され、さらに5・5・5・6年には対照区自体にも薬剤が散布されたため、5・4年以降は対照区として扱い得なくなった。

岡崎試験地では、散布区を248林班い小班に、対照区を228林班ろ小班に設定し、昆虫類調査は連年実施し、土壤生物調査は散布区のみ連年、対照区は52、53、56年のみ実施した。ここでは試験地設定より古く、50、51年ともスミチオン50%乳剤20倍液60L/ha2回散布が行われており、52年には同じく25倍液60L/ha2回散布が行われ、それ以降は散布を中止した。

#### IV 試験地の概要

水戸試験地

散布区：海拔 150 m。鳥類センサス地は種々の斜面を含むが、昆虫類、土壤生物調査地はほぼ南緩斜面である。土壤は B<sub>D</sub> (d)型で、礫を含まず軟らかい。アカマツ 26～100年（平均 53年）生林で、スギ 5%，ヒノキ 5%，広葉樹 10% が混交している。広葉樹が多いのは、ヒサカキ、シラカシ、アオキ、スルデ、ウツギ類である。

無散布区：散布区よりやや急斜面で、土壤はB<sub>D</sub>(d)で角礫を含む。植生は散布区とはほぼ同様。

岡崎試験地

散布区：海拔 140 m。傾斜度中の北北西斜面の古生代堆積岩の地質で、土壤型は Y B D (d)。  
約 60 年生のクロマツ林で、下木はヤブニッケイ、ヤブツバキ、ハナノキ、ヒイラギが多い。

無散布区：海拔160 m。傾斜度中の北北東斜面。地質は散布区と同じで、土壤型はY B C。約55年生クロマツ林にアカマツが混交し、下木はヒサカキ、ネジキ、リョウブ、モチツヅクシが多い。

## V 試験の方法と得られた成果

水戸試験地

### 1. 野生鳥類

### (1) 調査方法

調査はマッピング法を用い、林内に長さ 3 km の鳥類観測用のコースを設け、一定時間内（約 2 時間）に歩行しながら、コースの両側で、鳥類のさえずり（Song）、地鳴（Call）、個体観察（Visual）などで種類を判別し、発見した位置を所定の地図上に記録した。調査日は薬剤の散布日を中心にその前後、7 日目、15 日目、30 日目、60 日目とし、早

朝と夕方の2回、2名で行い、その間隔は5分として実施した。また1978年からは架設してある巣箱50ヶの利用状況も調査した。

## (2) 結果と考察

a) 鳥類相

1977年から1981年の間、NAC剤の空中散布が行われているマツ林で、延74回の鳥類センサスを実施し、記録出来た種類は、表-1のとおり総数26科・52種類で

表-1 水戸試験地の鳥類相

( 1977 ~ 1981 )

總數 26 科・52 種

-479-

あった。このうち6日から9日の間に記録出来た種類は延40種となり、年度によって増減がみられた。各年度による種類数の多少は、調査地の周辺に生息場をもつツバメ、セキレイ、オオルリ、ムクドリ、トビ、ハシボソカラス、ヒバリなどの種類が含まれているため、これらを除くと森林棲の種類でしめられ、種類構成はヒヨドリ、ホオジロ、ウグイス、カワラヒワ、メジロ、コゲラ、シジュウカラ、キジバトなどの留鳥のほか、数種の夏鳥、漂鳥（ホトトギス、キビタキ、サンコウチョウ、サシバ、サンショウクイ、イカル）で構成され山地帯に似た鳥相を示した。そのほか2月にも調査を行い、冬鳥12種類を記録した。

#### b) 出現個体数と種類数の変動

6月から9月の間に出現した個体数の相対密度を年度ごとにみると図-1のとおりである。これによると各年度ともヒヨドリのしめる割合が高く、全体の28%をしめ、ついでウグイス、メジロ、ホオジロ、シジュウカラ、キジバト、コゲラの順に多く、年度によって増減がみられた。さらにマツ林の代表種について1時間当たりの出現頻度を示すと図-2のとおりである。全体からみて出現順位に多少の変動がみられたものの比較的安定した鳥相を示した。さらに薬剤の散布日を中心にその前後の関係を示すと図-3のとおりである。

個体数は第2回目散布前に減る傾向にあったが、季節的な面からみると、7月上旬頃をピークとして、それ以降は少なくなった。この頃は幼鳥の出現と繁殖の終った個体の移動、分散する時期にあたっている。ただ54年の8月上旬は若干個体数が増加しているが、これはヒヨドリの幼鳥、メジロ、カワラヒワなどの観察例が多かったためである。そのほか40羽前後のエナガの群を観察した。

#### c) 架設巣箱の利用状況

53年から56年の間、架設巣箱(50ヶ)を利用した種類はシジュウカラで、産卵箱数13(6卵～8卵)、フ化箱数7(6羽～8羽)、巣立箱数6(6羽～8羽)であった。なお産卵から巣立にいたるまでの減少の原因は、ほとんどが人にもちさられたものであった。

以上薬剤散布地のマツ林で、鳥類センサスを中心に薬剤散布の影響調査を行ったが、鳥類の個体数や出現順位に変動がみられたものの、鳥類相は豊富で、個体数も多く、比較的安定した鳥相を示した。ただし図-3にみられるように第2回目散布前に減少する傾向がみられた。これは梅雨期の悪天候にあたり、記録効率の低い条件下で調査したことが原因していると思われる。またわずかではあるが、年々減少した種類もみられているが、これは今までうっ閉状態にあった林分が、開放的林相に変化したので、環境の変化が

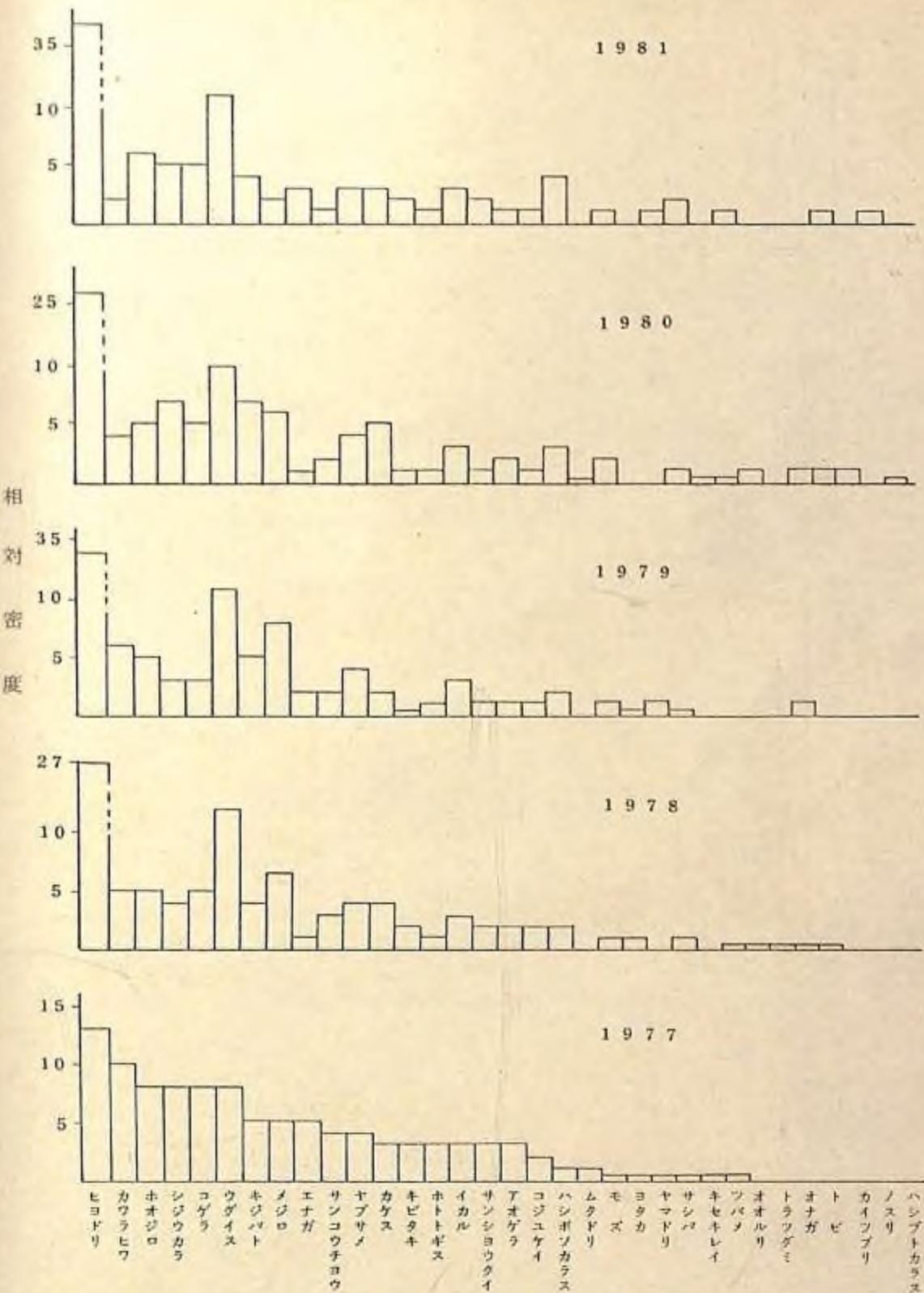


図-1 出現鳥類の相対密度(水戸)

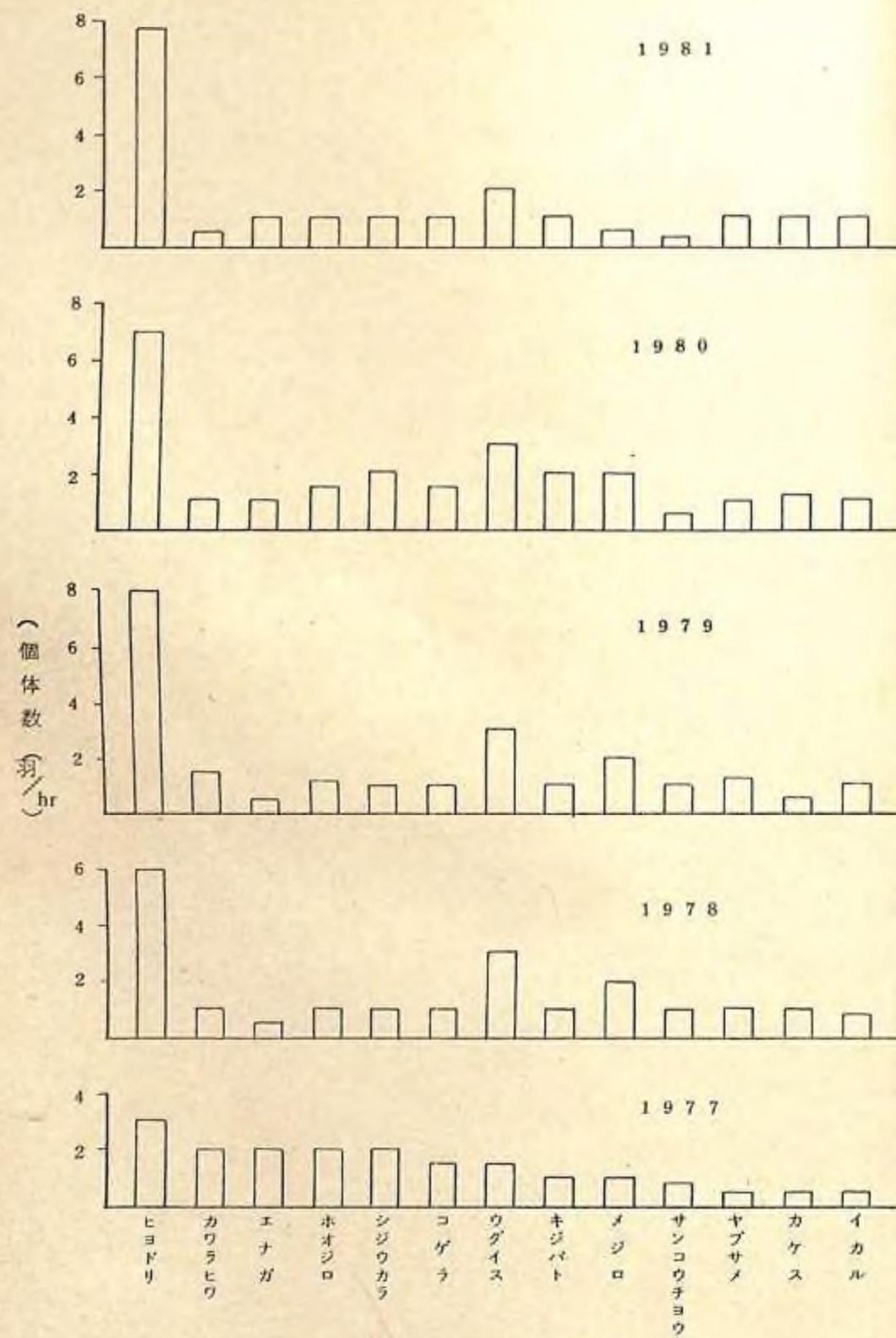


図-2 野鳥の1時間当たり出現頻度(水戸)

-482-

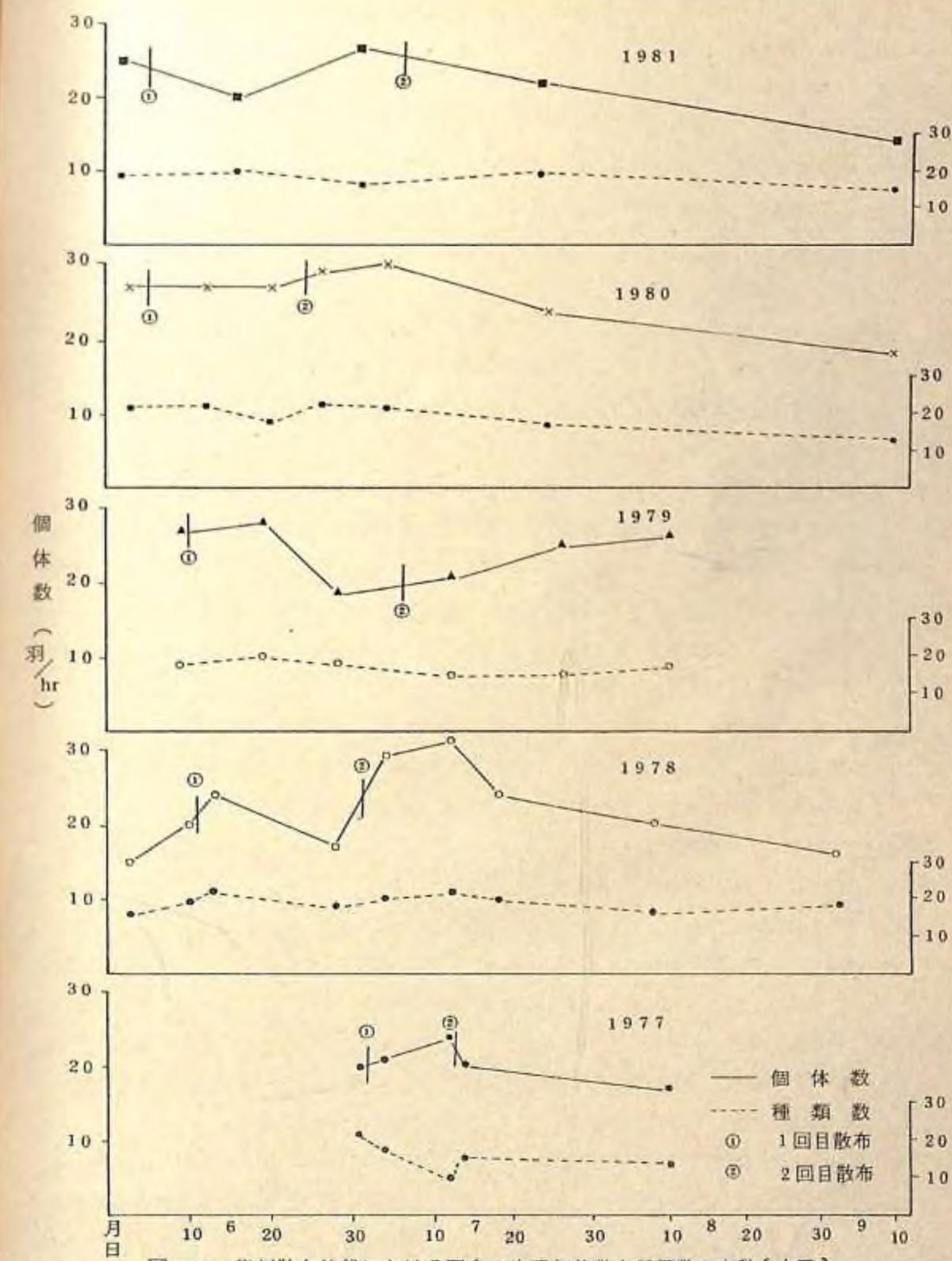


図-3 薬剤散布前後における野鳥の出現個体数と種類数の変動(水戸)

-483-

影響したとも考えられる。なお薬剤散布による直接的影響をうけたと思われる衰弱個体、斃死体などは発見されなかった。

## 2. 昆虫類

### (1) 調査方法

- 落下昆虫調査(受布法 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 枠 $1\text{基} \times 1\text{区}$ ) 52~56年
- へい死昆虫ひろいとり調査( $150\text{m} \times 2\text{ヶ所}$ ) 52年
- 低木層生息昆虫調査(叩き落し法 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 枠、1立木(ヒサカキ)10回叩き $\times 10\text{区}$ ) 52~56年
- 林床植生生息昆虫調査(すくい網法、 $38\text{cm}$ 口径網 $150\text{cm}$ 柄、10往復振り $\times 10\text{区}$ ) 52~56年
- 地上徘徊性昆虫調査(えさ誘引法、ローテル(スマキラーKK)1基 $\times 1\text{区}$ ) 52~56年
- 越冬昆虫調査(樹幹カートン巻法、巾 $25\text{cm}$ 1巻 $\times 30\text{本}$ ) 52~56年

上記項目をa)~e)について、原則として散布前、散布1日後、1週間後、2回目散布前、散布1日後、1週間後、1か月後、秋期に調査。55~56年については散布日と関係なく5月末~8月にかけ、ほぼ月1回の計4回調査した。e)では調査後捕かく虫を林内に放虫、他の調査項目の資料は全て持ち帰ってより分け、原則として科(Family)まで、クモ、アリ類など一部グループは種まで同定検索した。

とりまとめは種数・個体数について行い、群集構造の変化を多様度指数を用いて検討した。

### (2) 結果と考察

試験地内では平地林よりもやや山地性の昆虫類が多くみられたものの、他のマツ林同様昆虫相は概して単純であった。これにくらべ、広葉樹がよく残っている山頂の神社附近と次いで昆蟲相が豊富であった。

マツ樹冠部からはマツカレハ、マツアカマダラメイガ、ヤニサシガメ、アブラムシ類、アリ類など、低木層のヒサカキからはホタルガ、イシノミ、チャタテムシ、ヒメテントウ、アリ、ササラダニ、クモ類など、林床植生からはアシナガバエ、キノコバエ、アリ、クモ類など、地表部からはオサムシ、ゴミムシ類、マダラカマドウマなどが多くみられた。樹幹で越冬するものの内訳は昆蟲4:クモ6の割合で、前者にはマツカレハとヤニサシガメ幼虫、後者にはエンマグモ、ハエトリグモ、イズツグモ類が多かった。

薬剤散布の影響として、まず①落下へい死した昆蟲類については、52年が最も多く $1\text{m}^2$ 当たり27頭で、53年11、54年2、55年4となり樹冠部を主体とする昆蟲相が次第に単純化してきている(図-4)。

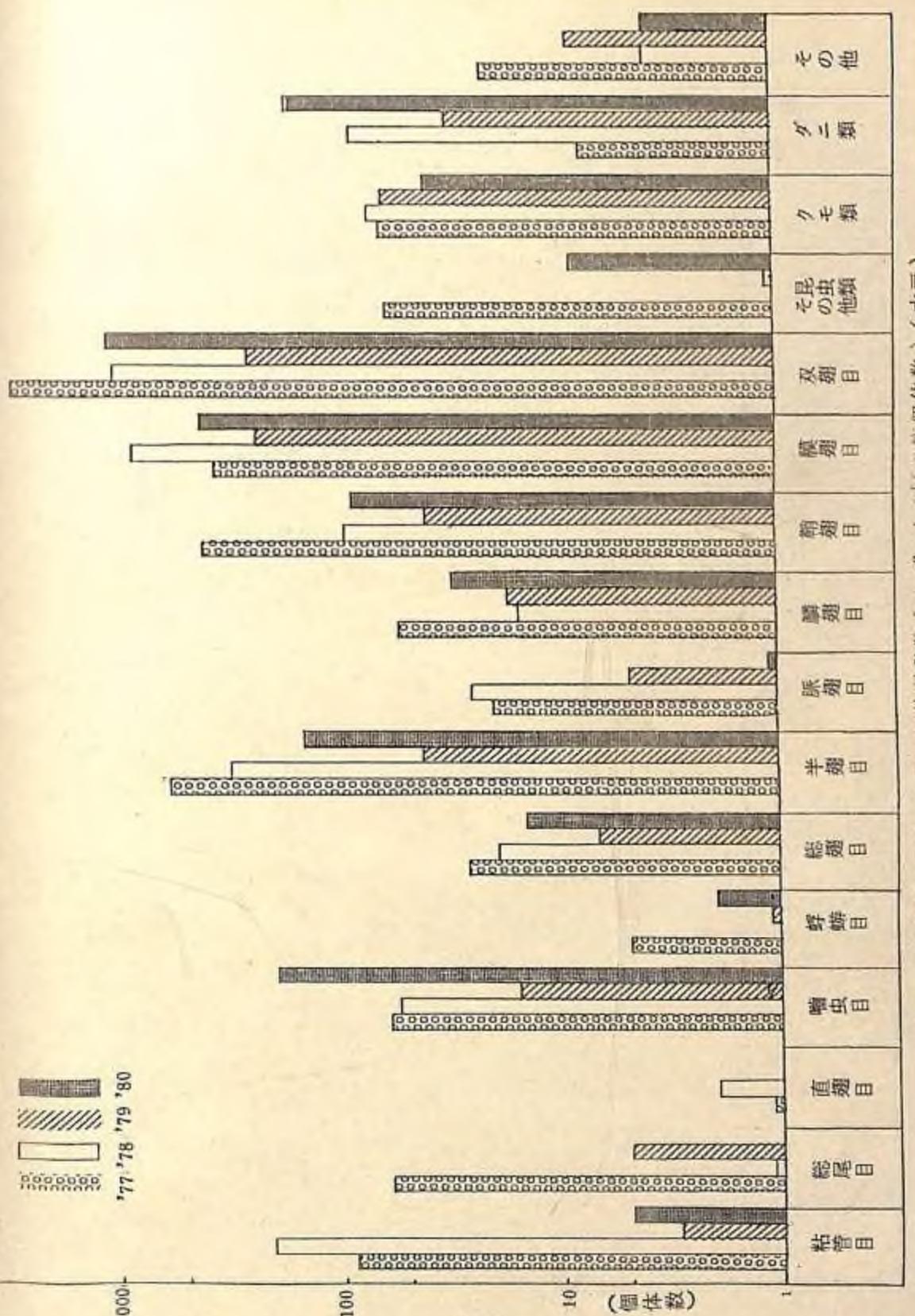


図-4 受布上に落下へい死した節足動物( $1\text{m}^2 \times 10\text{m} \times 1\text{m}$ の範囲内個体数)(水戸)

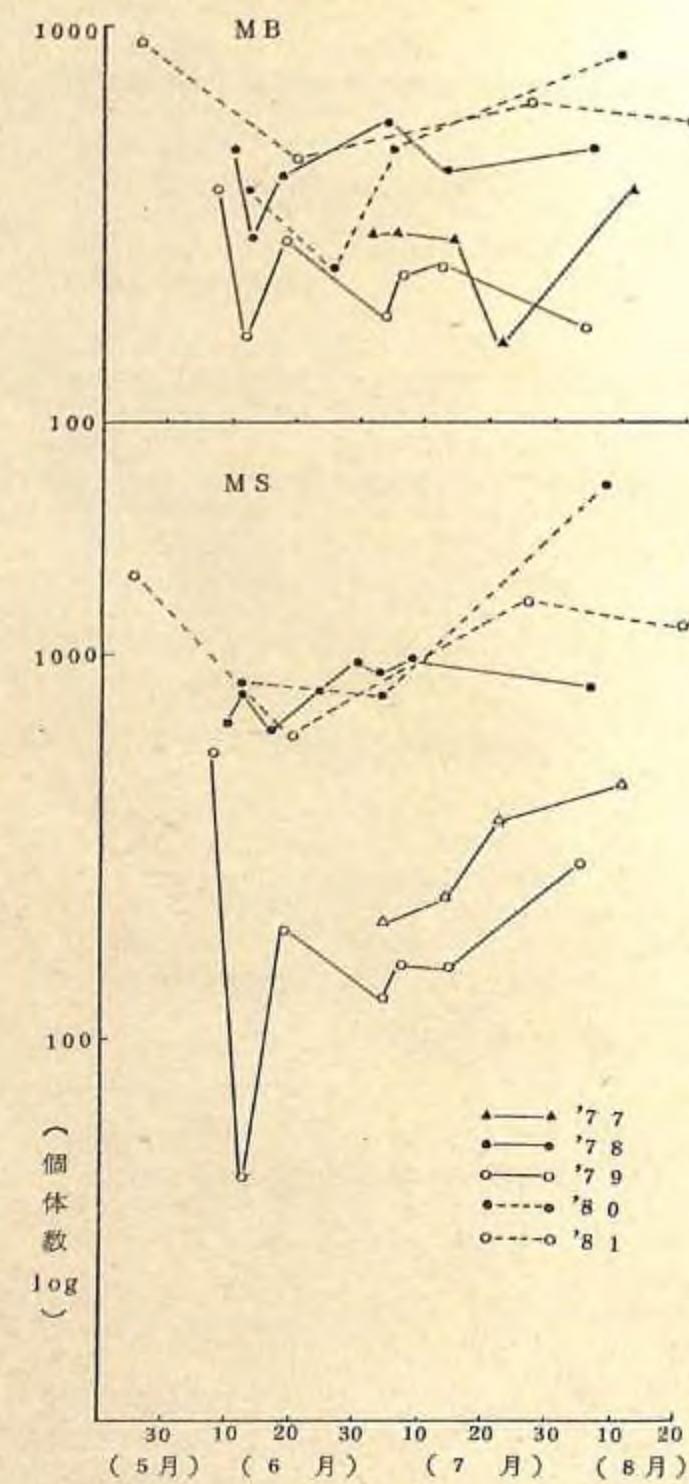


図-5 叩き落し法(MB), すくい網法(MS)により  
採集した節足動物の個体数の経時、経年変化

-486-

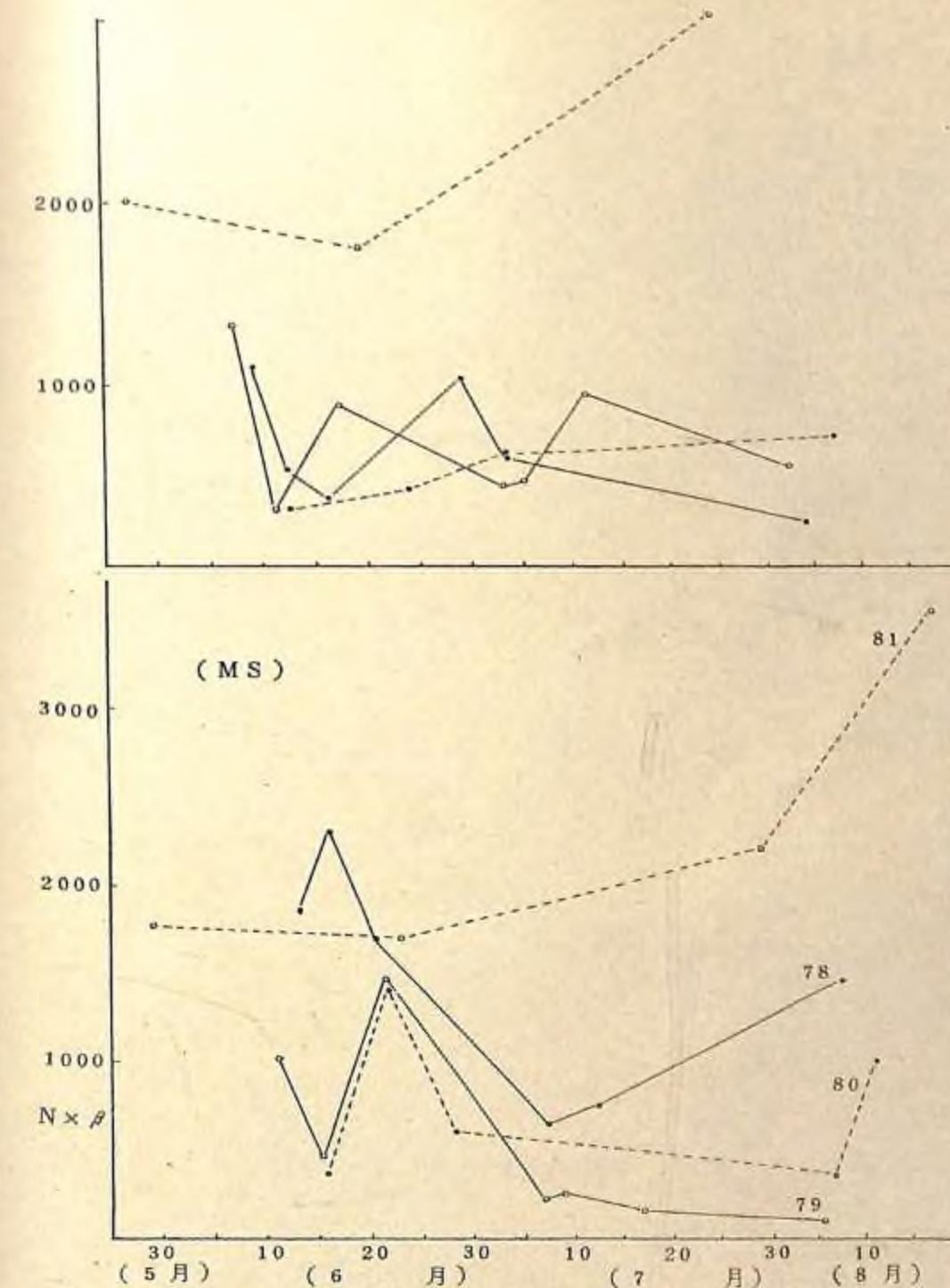


図-6 繁栄指數  $N \cdot \beta$  で表示したクモ類の種類・個体数関係の経時経年変化(水戸)  
※森F(1967),  $\beta = \frac{N(N-1)}{\sum_i n_i(n_i - 1)}$  ( $n_i$ :ある種の総個体数,  $N$ :全種の総個体数)

-487-

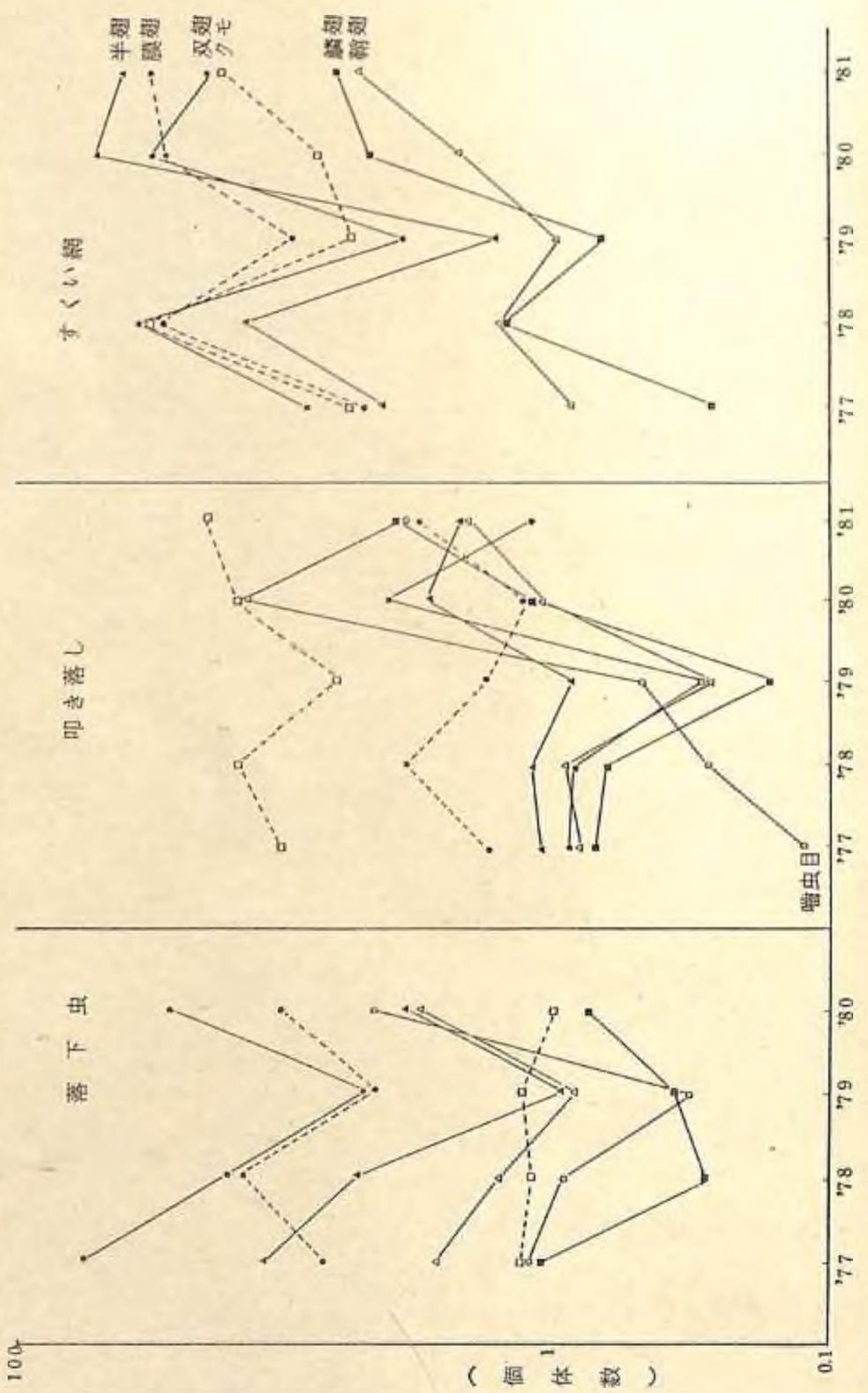


図-7 1調査時1プロットで採集された主要昆虫類(含クモ)個体数の経年変化(水戸)

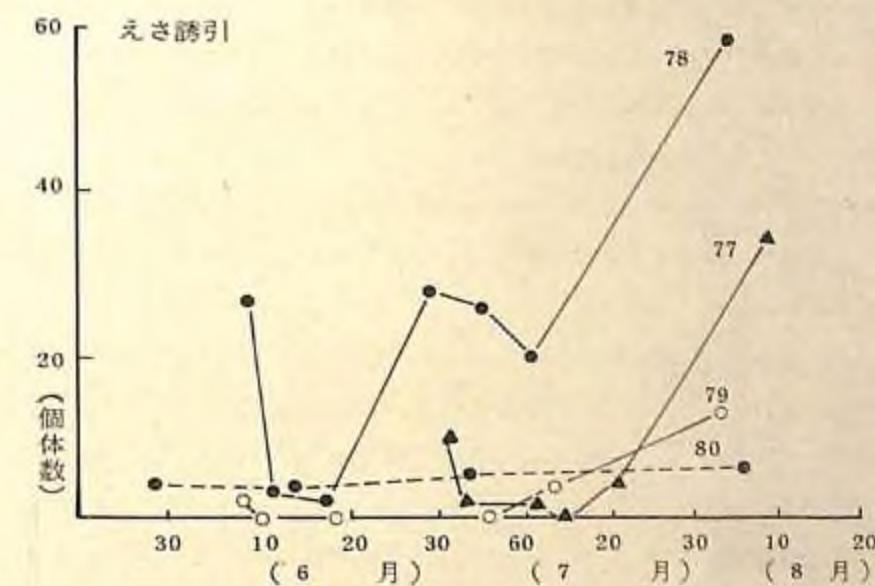


図-8 地上徘徊法昆虫類の個体数変化(水戸)

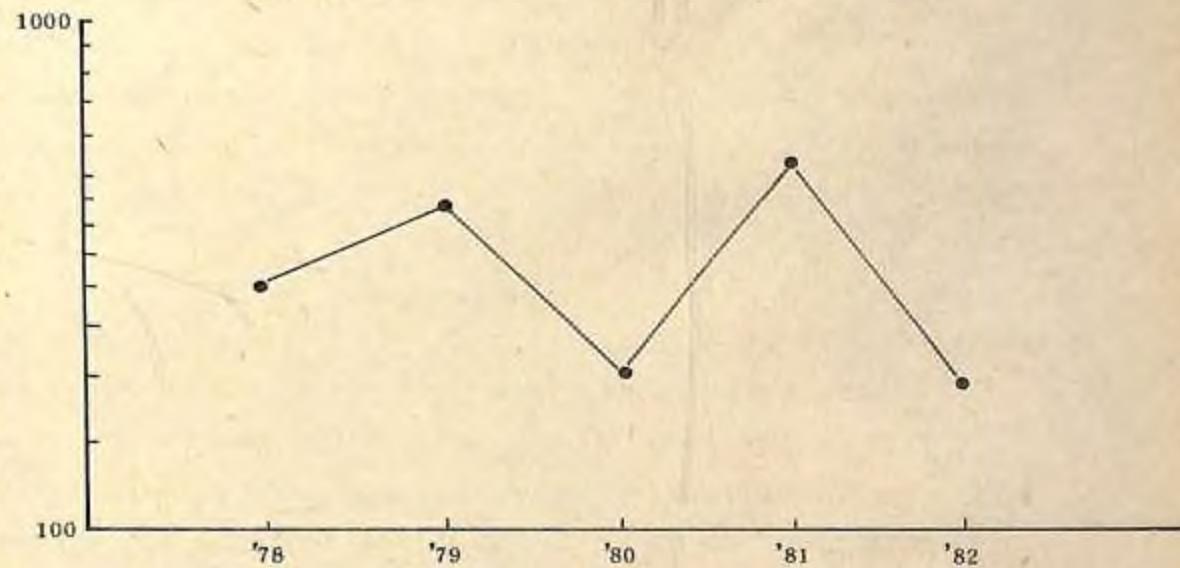


図-9 樹幹カートン巻き内で越冬するクモ類個体数の経年変化(水戸)

路上ひろいとりは好適条件の山道がえられず予備調査だけで終ったが、沢ぞい区では比較的珍しい中～大型の昆虫類を多く採集した。②叩き落し法では、初年度多かったイソミ、トビムシ類が翌年からほとんどみられなくなったほか大きな変化はなかった。全体の傾向としては、散布後に個体数の減少がみられ、日数の経過につれてその数が増えてくるが、第2回目の散布のため再び減少する。

昆虫類の活動が盛んとなる7月下旬～8月になるとまた増加し、ほぼ第1回散布前の個体数に近くなるいわゆるW字型の変動がみられた。なお連年散布による昆虫相の減少、単純化はみられなかった。

すくい網の場合でもほぼ同様の傾向であった(図-5, 6, 7)。散布前より散布後に個体数が多い場合があったが、その原因には雨などによる捕かく数の減少、個体数の多い種の発生時、場所とぶつかったことによる増加などがあげられるほか、植生の変化なども考えられる。

③地上徘徊性昆虫類に対しては、図-8のように毎年に捕かく数が減少するほか、オサムシ・ゴミムシ類にかわって、カマドウマの比率が増加する傾向がみられる。カマドウマの増加は、これを捕食する昆虫類の減少による相対的な増加と考えられる。

④カートン巻き内昆虫類の種類・個体数の関係では、その増減には隔年ごとの山型がみられたがいずれの年も安定した昆虫相を示していた(図-9)。

以上の結果から、散布による直接的・間接的影響として昆虫相の一時的な単純化が起り、散布後1～2ヶ月間でまた現状に近い昆虫相となるW型の経過を毎年たどっていると考えられるが、なかには薬剤の影響を受けやすいものや発生回数が少ないもの、適応性の小さい種などでは回復がおくれると考えられる。今後、調査方法の改善のほか、気象条件や林相変化などと昆虫群集との関係をさらに検討する必要がある。

### 3. 土壌動物

#### (1) 調査方法

薬剤散布区と対照区から各調査時ごとにそれぞれ5地点を選定し、以下の調査を行った。なお、薬剤の散布は散布区では5年連続で行い、対照区でも昭和55年と56年には薬剤を散布した。小形節足動物(中形土壌動物)の測定について、A<sub>0</sub>層は表面積50cm<sup>2</sup>の円筒をあてて切り取り、鉛質土層は容積100cm<sup>3</sup>の円筒で0～5cmの深さから採取し、改良型ツルグレン装置にかけ、2昼夜抽出した。大型土壌動物は25×25cm<sup>2</sup>のわく内のA<sub>0</sub>層と深さ0～5cmの鉛質土層に生息する動物をピンセットまたは吸虫管で採集した。

#### (2) 結果と考察

小形節足動物の個体数を図-10に示す。過半数はダニで、残りの大部分がトビムシであ

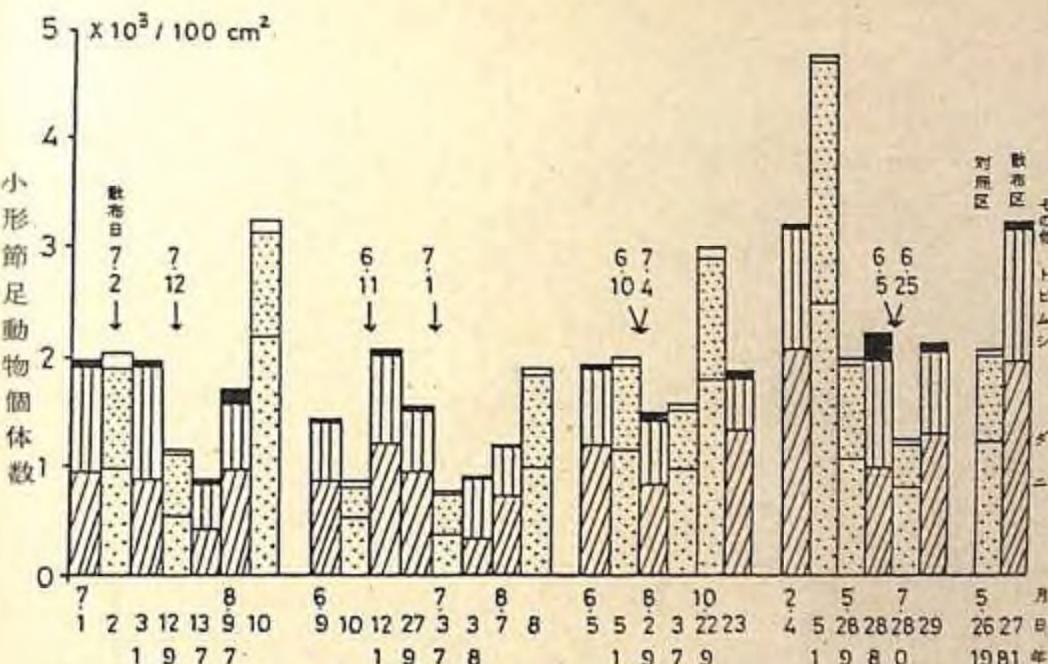


図-10 小形節足動物の個体数(水戸)

り、その割合は薬剤の散布後も変化しなかった。個体数は薬剤散布後の8月から翌年の2月まで対照区では増加したが、散布区ではさほど増加しなかった(昭和52～54年)。また、55年度には対照区にも薬剤を散布したために、その1ヶ月後には個体数が減少した。

大型土壌動物のなかではアリがもっとも多かった(図-11)。アリは散布前から対照区に多く、昭和53、54年の7～8月には特に増加したが、散布区では増加しなかった。対照区にも薬剤を散布した55年7月には対照区のアリも増加しなかった。ヒメナムシ(図-12 A)は薬剤散布前には両区から多数採集されたが、8月には散布区の個体数が激減し、53年7月3日以降は採集されなかった。ヒメナムシは対照区でも53、54年には減少しているので、明確に結論つけがたいが、これは53、54年の夏の雨量が少なかったこと、55年以降に増加しなかったのは薬剤の影響が示唆される。環形動物およびクモ(図-12 B, C)は薬剤散布区で多くなる傾向が見られた。ムカデ(図-12 D)に対する影響は明らかでなかった。このように、土壌動物に対して薬剤散布は選択性があるようと思われる。

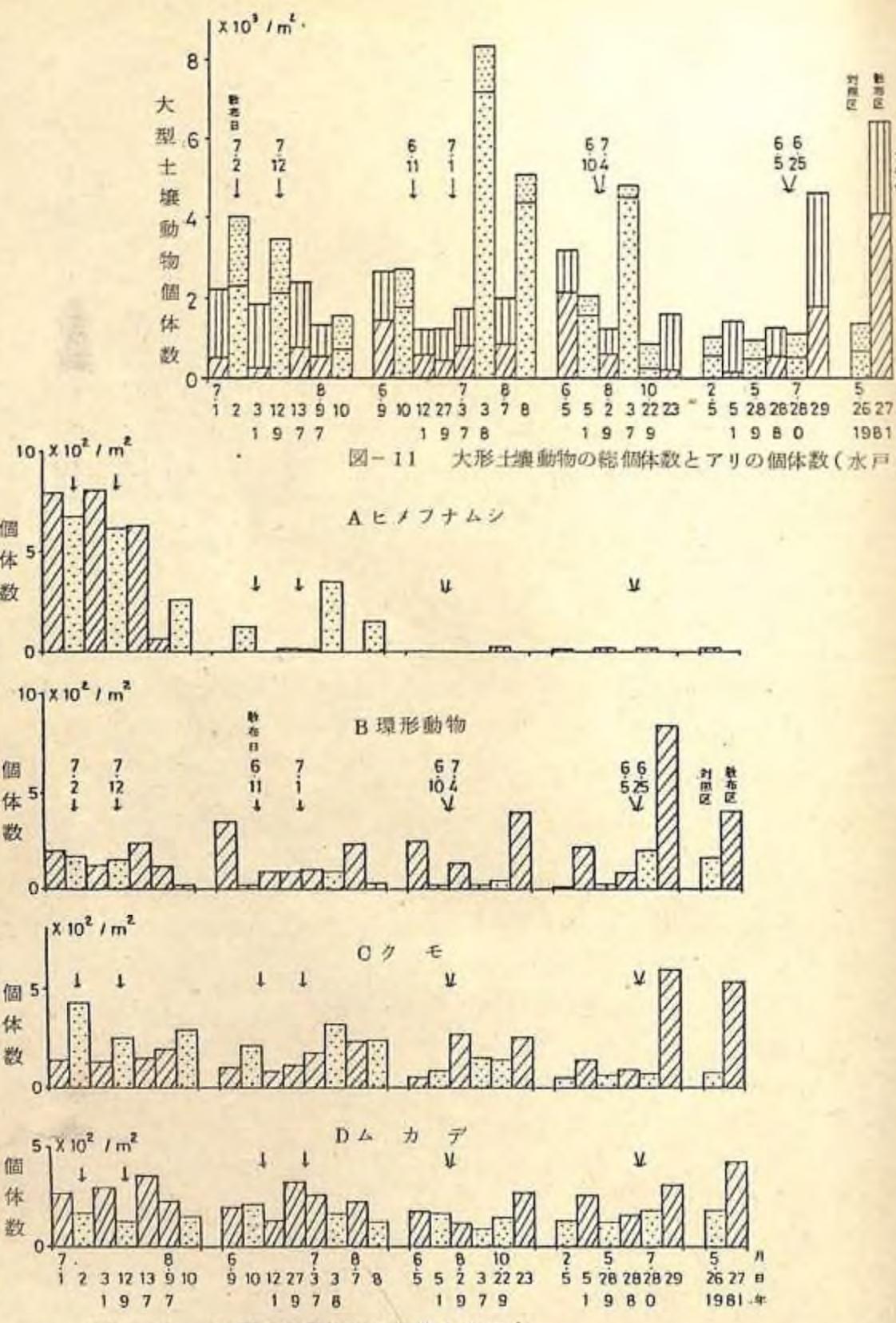


図-11 大形土壤動物の総個体数とアリの個体数(水戸)

-492-

## 4. 土壤微生物

## (1) 調査方法

初年度には土壤断面における土壤微生物の垂直分布と表層土壤の混合試料による水平分布について、糸状菌にはローズベンガル加用ペプトン・グルコース寒天を用い、細菌、放線菌には土壤煎汁寒天を用い、通常の希釈平板法によりコロニー数を測定した。次年度からは表層土壤の混合試料についてのみ年2回、あるいは1回調査した。

堆積腐植の分解状態は、 $50\text{cm} \times 50\text{cm}$  の方形枠を用いて採取した試料を風乾後篩別法によって分画し、各画分の全量に占める割合によって分解程度を測定した。この測定は、5・4年秋に附近を台風が通過し、落葉、落枝が異常に増加したため、3か年で打ち切った。

## (2) 結果と考察

試験地の土壤断面と試料採取位置の模式図は図-13に、各測定結果は表2~4に示す。薬剤の散布による急激な微生物相の変化は認められなかった。初年度の調査では表層土壤にはほぼ均一な微生物相が見られたのに対し、2年目以降は散布区の糸状菌数が対照区にくらべて少なく、細菌、放線菌数に変動はあったが全般に多くなる傾向が認められた。この試験地の周辺等では、マツ枯損の進行が著しく、5・5年度からは対照区に対しても薬剤の

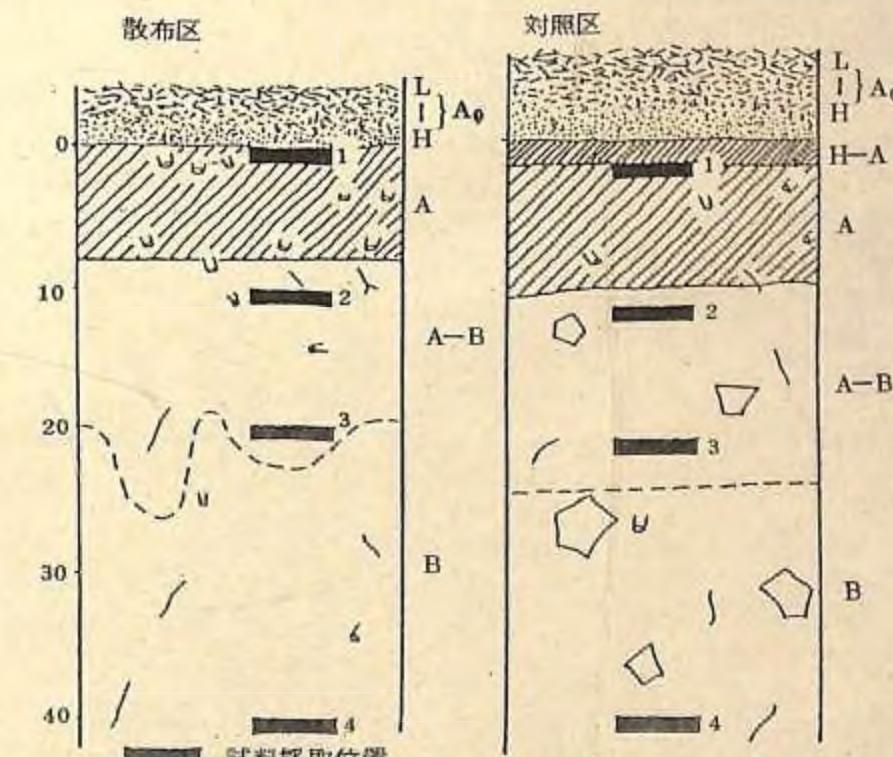


図-13 水戸試験地の土壤断面と試料採取位置模式図

散布が行われたが、微生物相は前年と同様の傾向を示した。これは微生物相に対する薬剤の影響が遅れて表われた初年度から次年度の結果と一致している。

堆積腐植の調査結果は表-4に示すように調査区、調査年による違いは認められなかつた。ただし、短期間の調査であり、影響の有無については断言できない。

表-2 深さ別の土壤微生物相調査結果(水戸)

	1回目散布前(7.1)			2回目散布直後(7.12)			散布1ヶ月後(8.9)		
	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>5</sup>	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>5</sup>	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>5</sup>
对照区I-1	75.8	19.6	11.9	56.5	29.5	1.9	43.3	15.2	1.2
	2	51.9	12.2	6.3	18.3	3.3	0.4	24.0	6.2
	3	25.2	11.7	6.1	8.1	1.2	-	12.1	2.7
	4	14.9	2.6	2.1	9.1	-	-	3.0	0.4
对照区II-1	120.3	16.8	10.3	52.5	15.1	2.0	79.8	15.9	2.1
	2	72.2	18.3	12.3	38.1	3.0	0.9	35.0	5.9
	3	21.3	13.1	3.8	11.7	2.1	-	21.8	9.1
	4	8.9	1.0	0.5	-	-	7.5	7.5	3.2
散布区I-1	75.7	32.3	47.5	48.5	18.1	5.7	51.1	10.9	1.6
	2	73.1	27.4	47.9	51.1	18.8	3.8	55.4	7.2
	3	37.1	47.3	25.3	7.4	7.4	1.6	16.4	4.5
	4	8.8	7.1	6.1	2.8	1.7	1.6	3.2	0.5
散布区II-1	91.8	30.8	48.4	87.5	19.6	8.3	36.6	15.1	3.8
	2	27.6	13.8	24.1	37.9	4.0	7.3	47.9	15.6
	3	8.0	12.8	9.5	16.9	0.6	2.2	20.6	3.2
	4	3.1	3.4	3.1	-	0.6	1.7	1.6	0.6

注

F=糸状菌、B=細菌、A=放線菌、乾土1g当たりコロニー数 I、IIは区番号、土壤の深さ、1:0~3cm、2:10~13cm、3:20~23cm、4:40~43cm。

表-3 表層土壤微生物相調査結果(混合試料 年度別)(水戸)

	53年6月9日			54年6月5日			55年5月26日		
	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>5</sup>	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>5</sup>	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>5</sup>
対照区I-1	54.8	3.0	1.9	183.2	3.2	1.0	144.2	4.5	3.4
	68.7	13.3	3.1	77.5	2.7	1.5	193.2	5.6	1.1
対照区II-1	60.3	9.3	2.8	158.7	3.3	5.3	169.6	8.2	0.5
	92.5	7.3	4.1	106.3	1.3	1.5	170.8	5.9	3.8
散布区I-1	29.1	15.1	3.1	188.9	14.6	6.9	101.8	10.2	8.7
	16.0	34.6	5.4	122.6	5.9	8.8	118.5	12.4	8.0
	21.9	21.8	3.7	113.7	12.7	3.8	129.8	21.2	17.4
	40.8	26.0	5.2	112.7	9.8	1.6	130.6	22.6	11.3
散布区II-1	47.9	35.0	10.1	6.8	437	9.1	7.6	3.30	63.0
	48.3	34.7	9.5	7.3	509	24.2	9.1	10.6	320
	46.3	33.9	10.2	9.4	214	22.7	9.1	9.7	510
	46.3	33.9	10.2	9.4	214	24.5	8.8	9.7	61.5

\* I, IIは区番号、1, 2は区内の地点番号。

表-4 堆積腐植の各区分が全量に占める割合(水戸)

	52.7.1			53.6.9			54.6.5			55.6.9		
	1%	2%	3%	4%	1%	2%	3%	4%	1%	2%	3%	4%
対照区I-1	55.5	29.7	8.0	6.6	531	55.1	21.8	13.0	10.2	354	54.3	28.4
	48.3	34.7	9.5	7.3	509	56.1	24.2	9.8	9.8	660	61.7	23.3
対照区II-1	48.3	34.7	9.5	7.3	509	59.0	21.8	9.0	10.3	390	62.3	21.7
	46.3	33.9	10.2	9.4	214	52.6	25.0	10.5	11.8	380	63.3	23.3
散布区I-1	47.9	35.0	10.1	6.8	437	59.1	24.2	9.1	7.6	330	63.0	22.0
	46.3	33.9	10.2	9.4	214	57.6	22.7	9.1	10.6	320	56.3	23.7
	46.3	33.9	10.2	9.4	214	66.9	24.5	8.8	9.7	510	61.5	23.0
	46.3	33.9	10.2	9.4	214	60.9	23.2	8.7	7.2	345	63.4	23.8
散布区II-1	47.9	35.0	10.1	6.8	437	59.1	24.2	9.1	7.6	330	63.0	22.0
	46.3	33.9	10.2	9.4	214	57.6	22.7	9.1	10.6	320	56.3	23.7
	46.3	33.9	10.2	9.4	214	66.9	24.5	8.8	9.7	510	61.5	23.0
	46.3	33.9	10.2	9.4	214	60.9	23.2	8.7	7.2	345	63.4	23.8

-494-

-495-

1 = 3.5メッシュ残  
2 = 3.5メッシュ通過  
3 = 1.0メッシュ残  
4 = 1.0メッシュ通過  
5 = 2.0メッシュ残  
6 = 2.0メッシュ通過

## 5. 水系・土壤での薬剤残留

### (1) 調査方法

水は空散松林内水域の上流、中流、下流の3ヶ所で各1㍑採取し、土壤は林内5ヶ所において地表面下10cmまでを1kg採取した。これをもちかえり、濃縮後トリフルオロアセチル化しガスクロで分析した。

### (2) 結果と考察

水：検出されたのは昭和52、53年の第一回散布後の場合だけであった。これは空散によって河川に直接落下した薬剤が、流出する前に早急に試料採取した場合検出されたものである。土壤中の残留薬剤の洗い出しに起因する河川水の残留は検出限界以下と考えられる（図-14）。

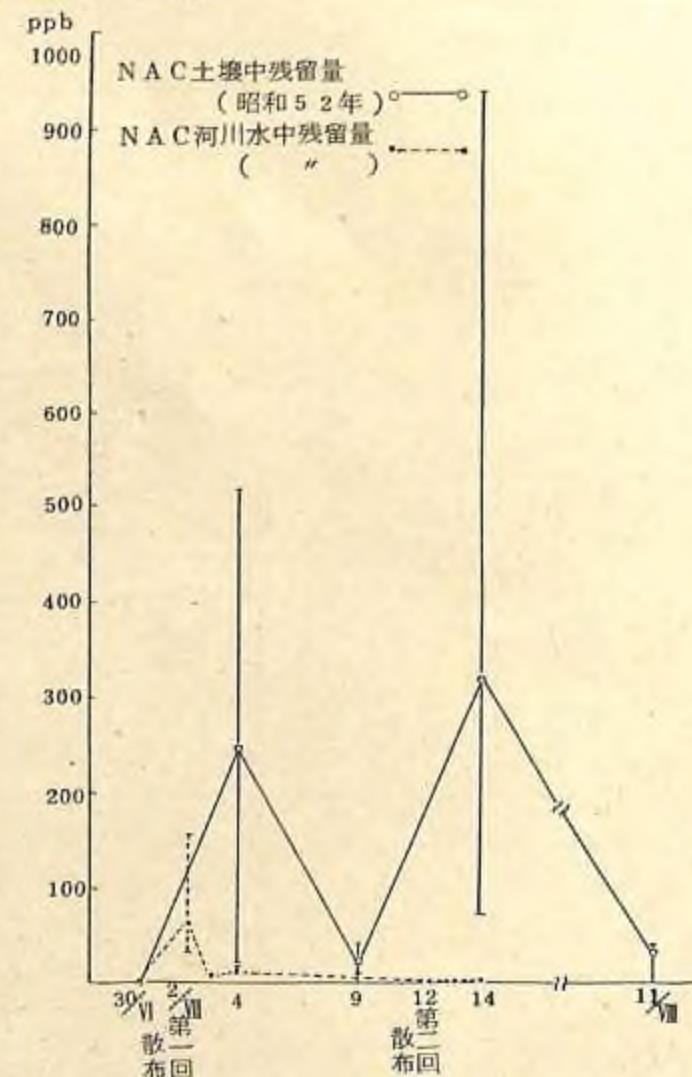
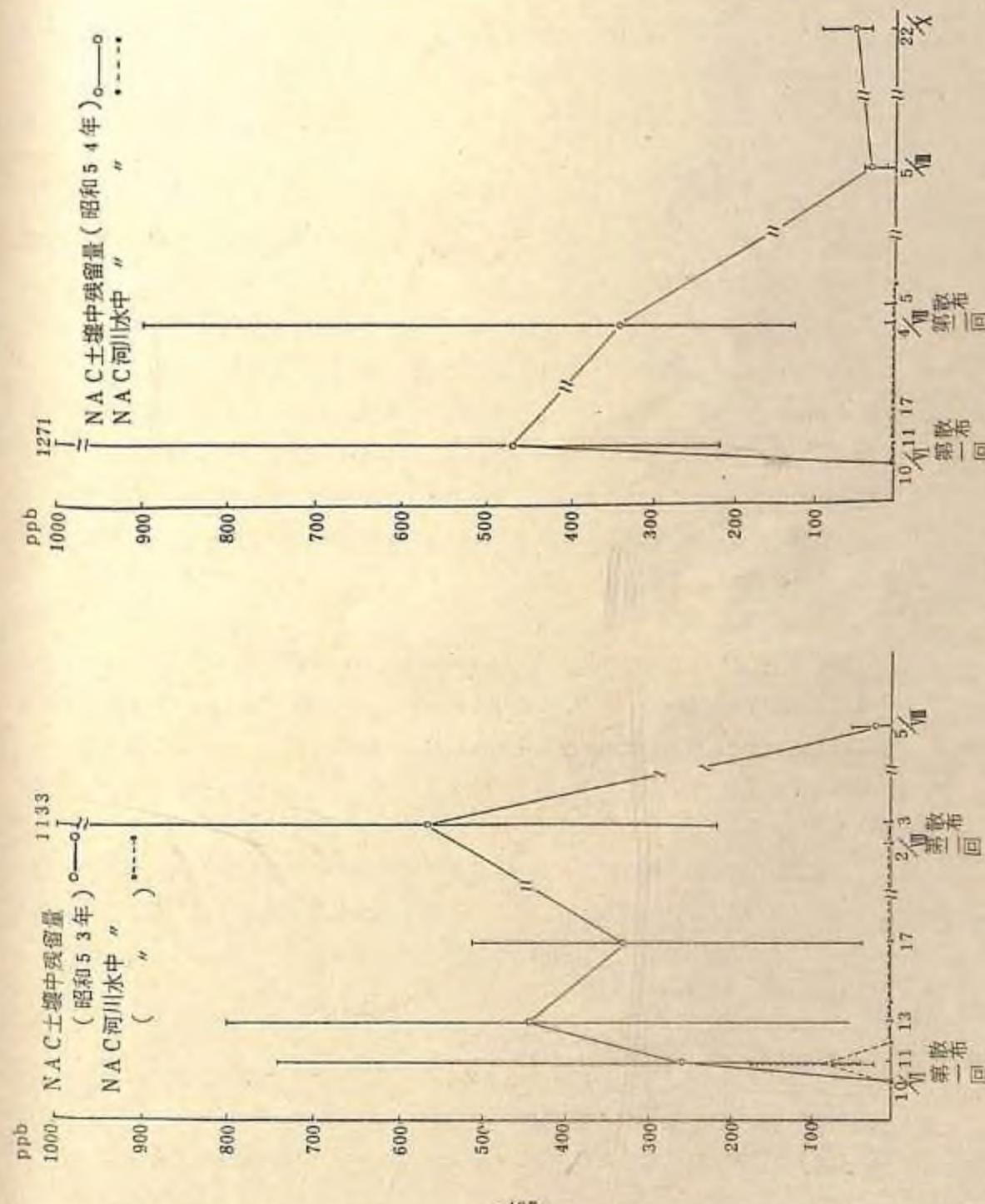


図-14 薬剤残留量(範囲は最小値と最大値を示し、○・●は平均値を示す。)(水戸)  
(次ページにつづく)

土壤：採取場所により大幅なバラツキが見られるが、散布3ヶ月後においても0.03～0.10 ppm程度残留している。しかし1年後では検出されなかった（図-14）。



## 岡崎試験地

### 1. 昆虫類

#### (1) 調査方法

##### a) 落下斃死虫調査

1m × 1mの白布を底に敷いた枠を、散布区内に13個設置し、枠内に落下した昆虫を探集調査した。調査は、薬剤散布当日、1日後、2日後(第1回散布のみ)、1週間後に行った。薬剤空中散布は、昭和50年、51年にも行われているが、本調査は52年にのみ行われている。

##### b) 叩き落し法

昭和52年度においては、散布区では、第1回散布の前後(5月)、第2回散布の前後(6月)および第2回散布の約30日後(7月)に調査し、無散布区においては、5月、6月、7月に調査を行った。53年度以降は、散布区にも薬剤散布は行われていないが、経時変化の有無を知る目的で、毎年6月および7月に調査した。調査地点は、落下虫調査用の枠付近(散布区)10箇所、無散布区10箇所で、両区とも周辺境界のやや内側を巡回する径路に沿って点在するように設定された。叩き落し対象木は、ヒサカキ、ヒイラギ、ネズミモチ、サカキ、コナラ等が多かった。多くの場合、対象木をマークして毎年の叩き落しの対象としたが、年により、付近の他の立木に変更した場合もある。1地点1回10打を標準とした。

##### c) すくい網法

叩き落し法を行った地点の近くで、口径約4.0cmの捕虫網を用いて2~2.5往復を1地点1回のすくい網操作により、10地点について調査した。捕虫網は、やわらかい草本の上部や灌木の枝葉の先端に触れる程度に振って捕虫した。

#### (2) 結果と考察

##### a) 落下虫

採集された昆虫は14目にわたるが、その中で個体数が比較的多かった目は、双翅目、膜翅目、鱗翅目、半翅目であった。ここで、第1回(5月26日早朝)および第2回(6月16日早朝)散布の6時間後と24時間後の調査結果についてみると、次のようになる。

第1回 6時間後：昆虫目数8、個体総数64。

" 24 " : 昆虫目数9、他に真正クモ目、ダニ目。個体総数(昆虫以外をも含む、以下同じ)111。

第2回 6時間後：昆虫目数11、他に真正クモ目その他。個体総数134。

第2回24時間後：昆虫目数10、他にクモ目。個体総数135。

因に、得られた昆虫の目は次のとおりであった。総尾、粘管、直翅、横翅、等翅、噛虫、蜉蝣、半翅、脈翅、毛翅、鱗翅、鞘翅、膜翅、双翅の14目。他に真正クモ目、ダニ目、多足類等が採集された。

前述のとおり、散布区は、昭和50、51両年にも薬剤の空中散布が行われているので、昭和52年の調査結果は、薬剤散布連続3年後の結果である。従って、他所における1回のみの薬剤空中散布の結果と併せて検討することにより、昆虫に対する影響の一つの考察資料となるものと考えられる(本場より協力：山崎三郎・小杉孝蔵)

##### b) 叩き落し法

昆虫類は毎日集計したが、ここではクモ類、ダニ類(比較的大型のもの)を含めた総個体数によって比較する。

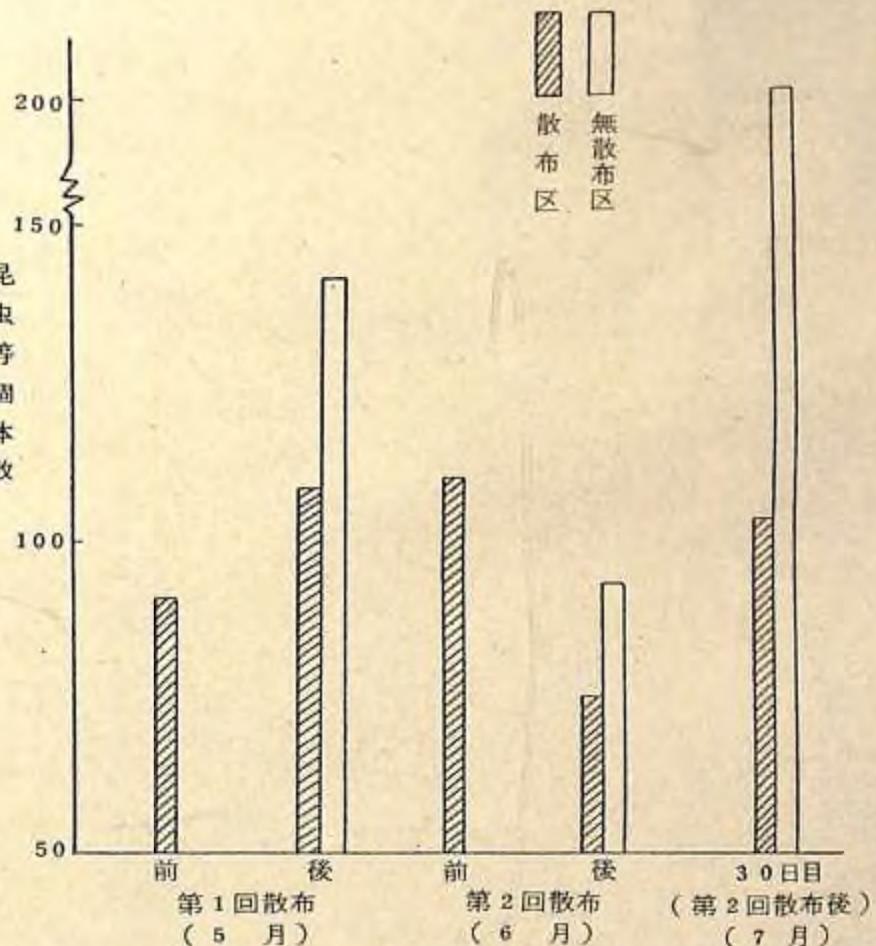


図-15 叩き落し法による採集昆虫等個体数(昭和52年)(岡崎)

散布前後の数値は図-15の通りであり、昭和53～56年の調査結果は図-16の通りであった。

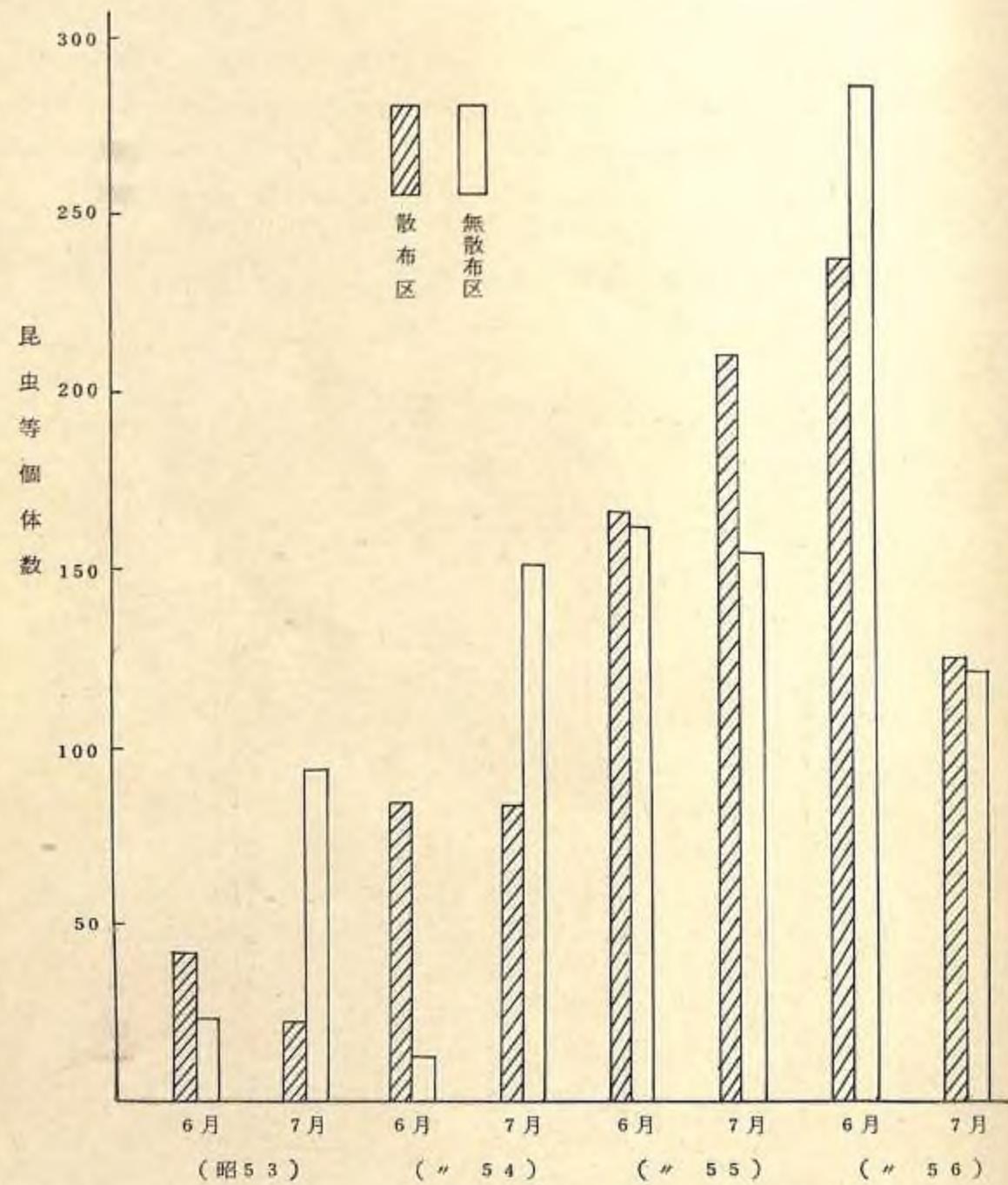


図-16 命き落し法による年次別採集昆虫等個体数(岡崎)

図-16において個体数が著しく少ないのであるのは、調査時に降雨が甚だしかったことが影響しているようである。52年度の調査では、散布区の総数が無散布区よりも少ない傾向が認められるが、53年以降は、両区の間に大きなちがいがみられなくなっている。

#### c) すくい網法

叩き落し法の場合と同じく、昭和52年の薬剤散布時の前後および、53年以降56年までの経過について集計した結果が、図-17ならびに図-18である。

叩き落し法による場合と同じく、薬剤散布後とくに第2回散布の後の調査では、散布区の個体数が甚だしく少なかったが、時間の経過とともに両区の間の関係が不明確になり、55年には散布区の個体数が多くなっている。この解析のために、昆虫の種類についての検討および両区の環境条件の変化等をも考慮に入れる必要があるが、少なくとも

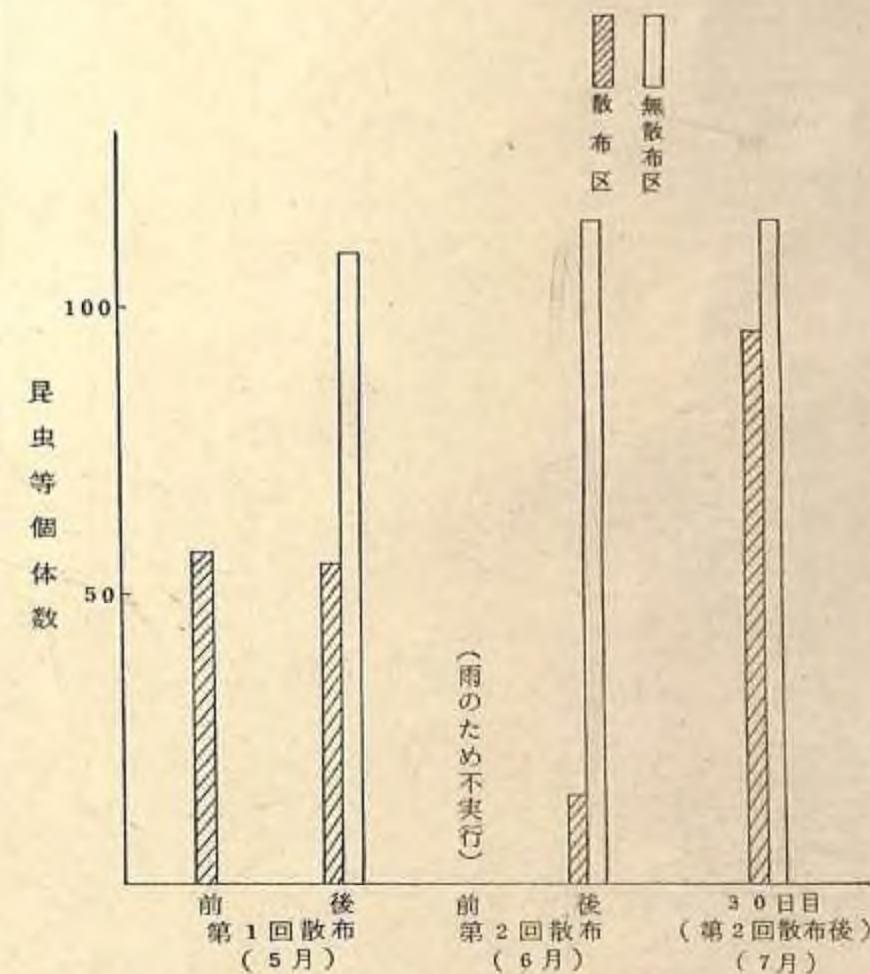


図-17 すくい網法による採集昆虫等個体数(昭和52年)(岡崎)

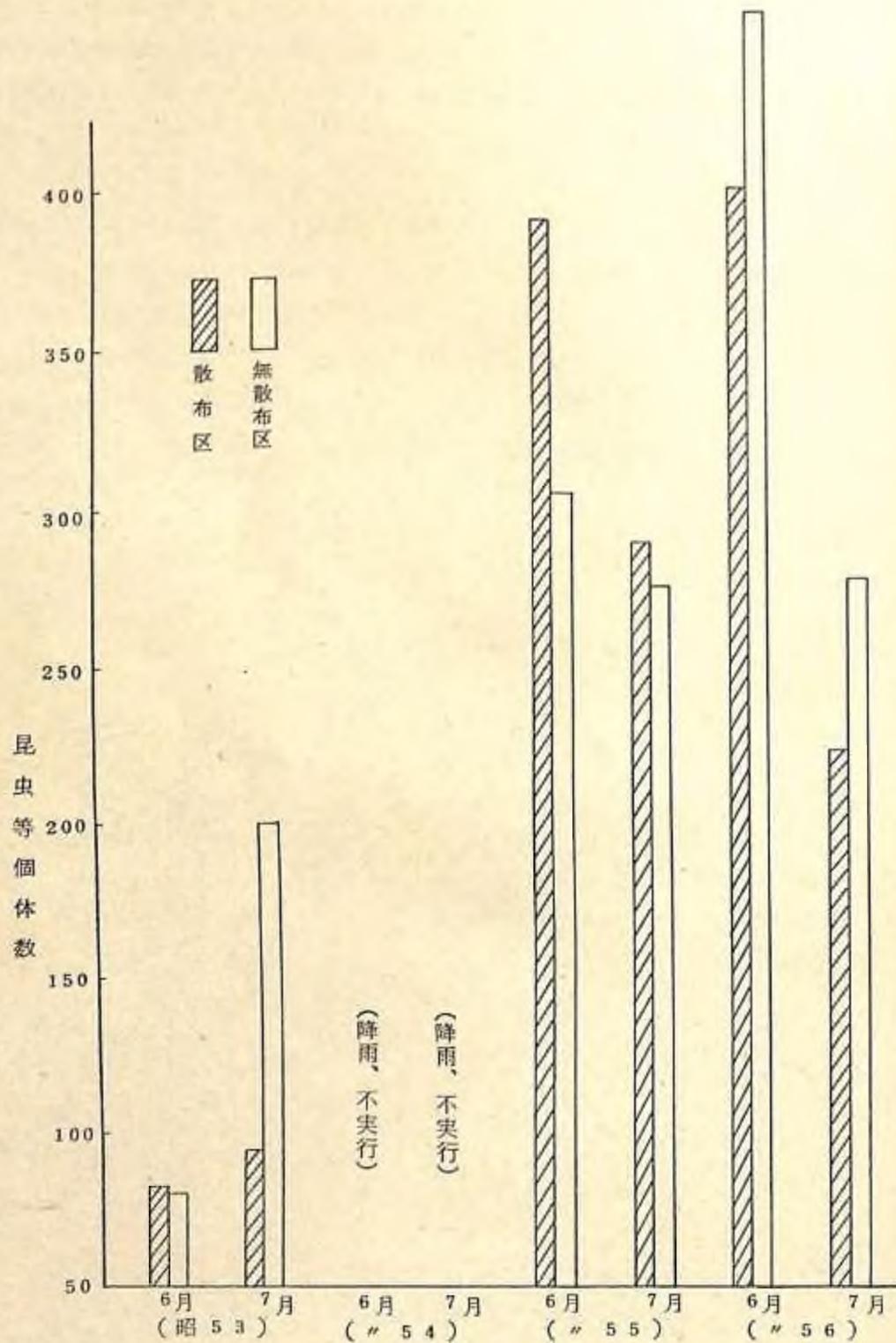


図-18 すくい網法による年次別採集昆虫等個体数（岡崎）

も数字の上からみた限りでは、薬剤散布の影響が、長期にわたって残っているとは考えられない。因みに、無散布区では、松林としての形が破壊され、他の樹種を新たに造林しなければならない状態になっている。すくい網法で採集された昆虫類は、蜉蝣、蜻蛉、直翅、半翅、脈翅、鱗翅、双翅、膜翅等の目であったが、とくに双翅目の昆虫が多かった。他に、クモ類、ダニ類、腹足類があったが、腹足類は集計の対象から除外した。

#### d) 地上トラップ法

地上トラップ法として、最初は、糖蜜誘致法、後には市販のゴキブリ誘致器利用の方法によったが、野犬による破壊、降雨による障害等のため、充分な資料が得られなかつた。カマドウマ類、オサムシ類、ゴミムシ類が採集されたが、傾向としては、前2法に

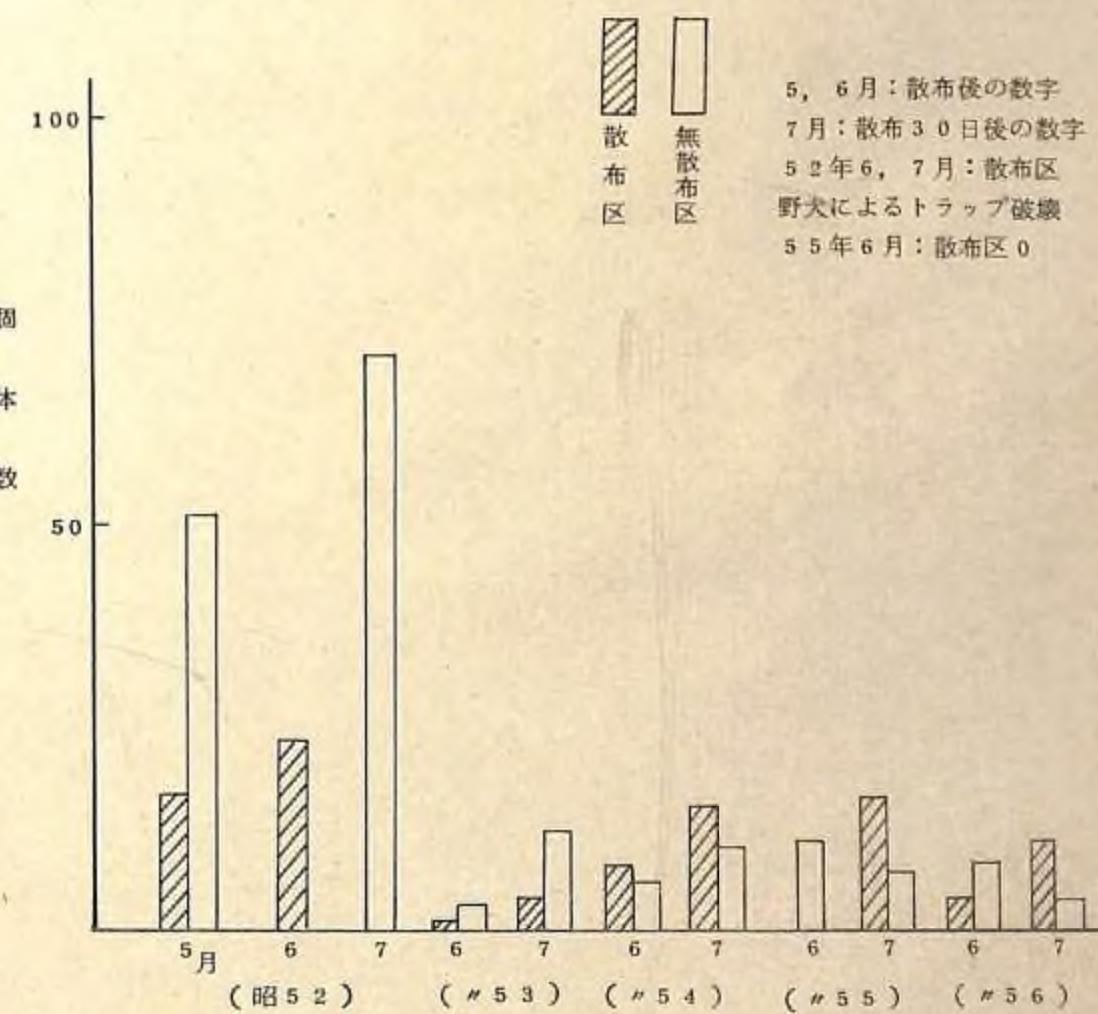


図-19 地上トラップ法による採集オサムシ類個体数（岡崎）

おけると同様な考察が与えられるように思われた(図-19)。

## 2. 土壌動物

### (1) 調査方法

水戸試験地と同様の方法で小形節足動物および大形土壌動物の調査を行った。なお、対照区ではマツの枯損が激しく、初年度の現状を維持している林分がせばまつたため、調査は5'2, 5'3および5'6年度に限って行った。

### (2) 結果と考察

小形節足動物の個体数変動を図-20に示した。薬剤散布区、対照区ともダニとトビムシが大部分を占めた。両区の総個体数はほぼ同数であり、昭和5'2年に薬剤を散布した直

後でも散布区の個体数はとくに減少しなかった。

大形土壌動物のなかではアリの個体数がもっとも多かった(図-21)。薬剤散布直後にアリは減少したが、すぐに回復し、その後対照区との差はみられなかった。アリに次いで個体数が多かったのはクモ、ヒメハマトビムシ、環形動物、ムカデ(図-22 A~D)で、いずれも散布区と対照区での個体数の差に一定の傾向がみられず、また、薬剤散布の直後に個体数が減少することもなかった。ヒメナムシ(図-22 E)は調査開始時以降全調査期間を通じて散布区からは1個体も採集されなかった。

やや乾燥する傾向のある対照区にくらべ、散布区では種類や個体数が多いはずと考えられるのにもかかわらず、両者がほぼ同じレベルにあることは薬剤散布による影響とも解されなくはない。しかしこの試験地での調査は薬剤散布開始後3年目から始めたため、薬剤の影響を明確に結論づけることは難しい。

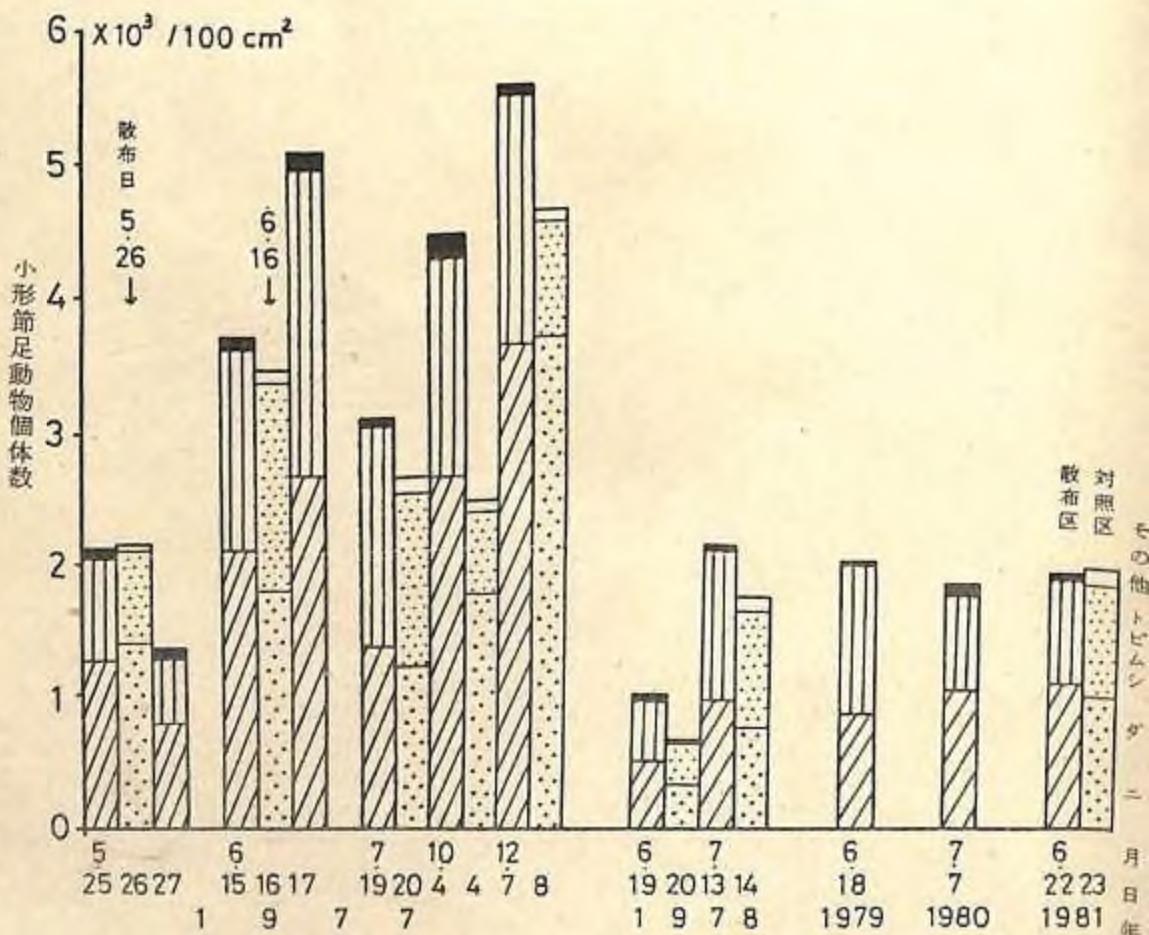


図-20 小形節足動物の個体数(岡崎)

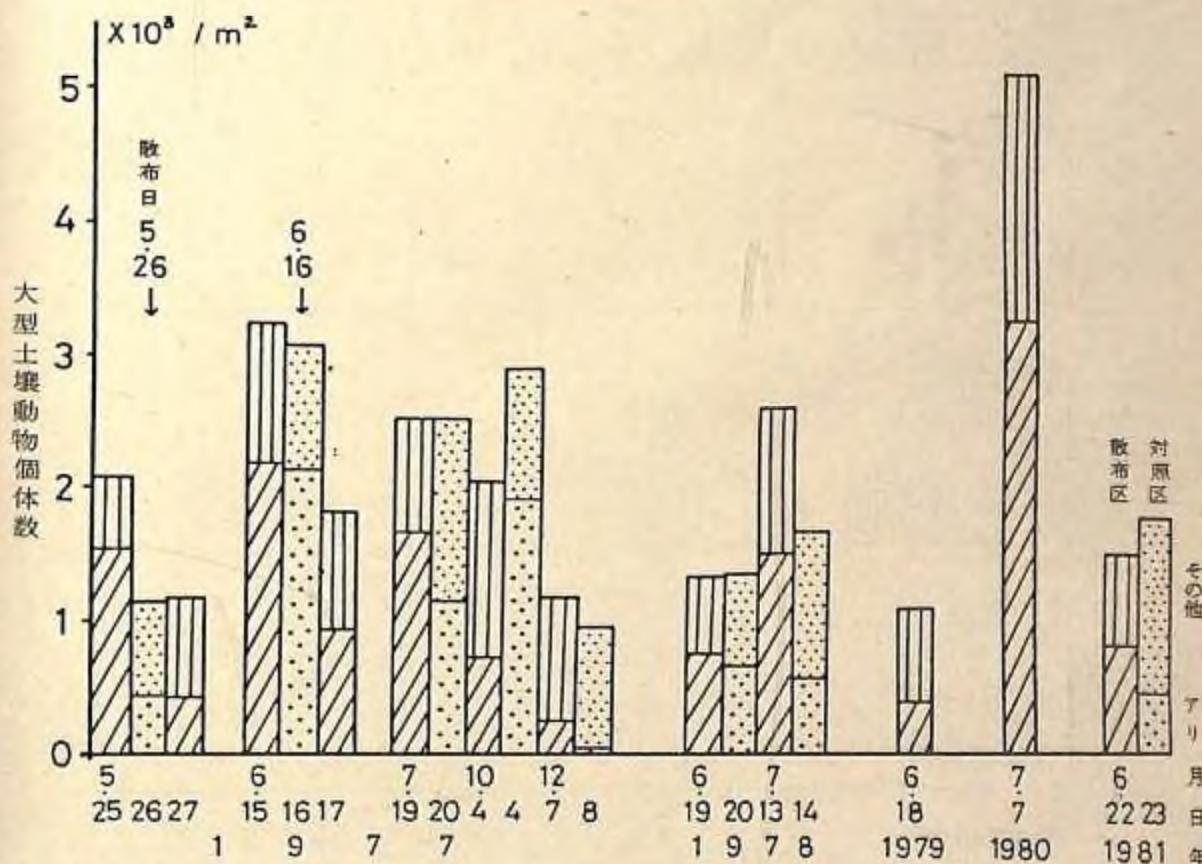


図-21 大形土壌動物の総個体数とアリの個体数(岡崎)

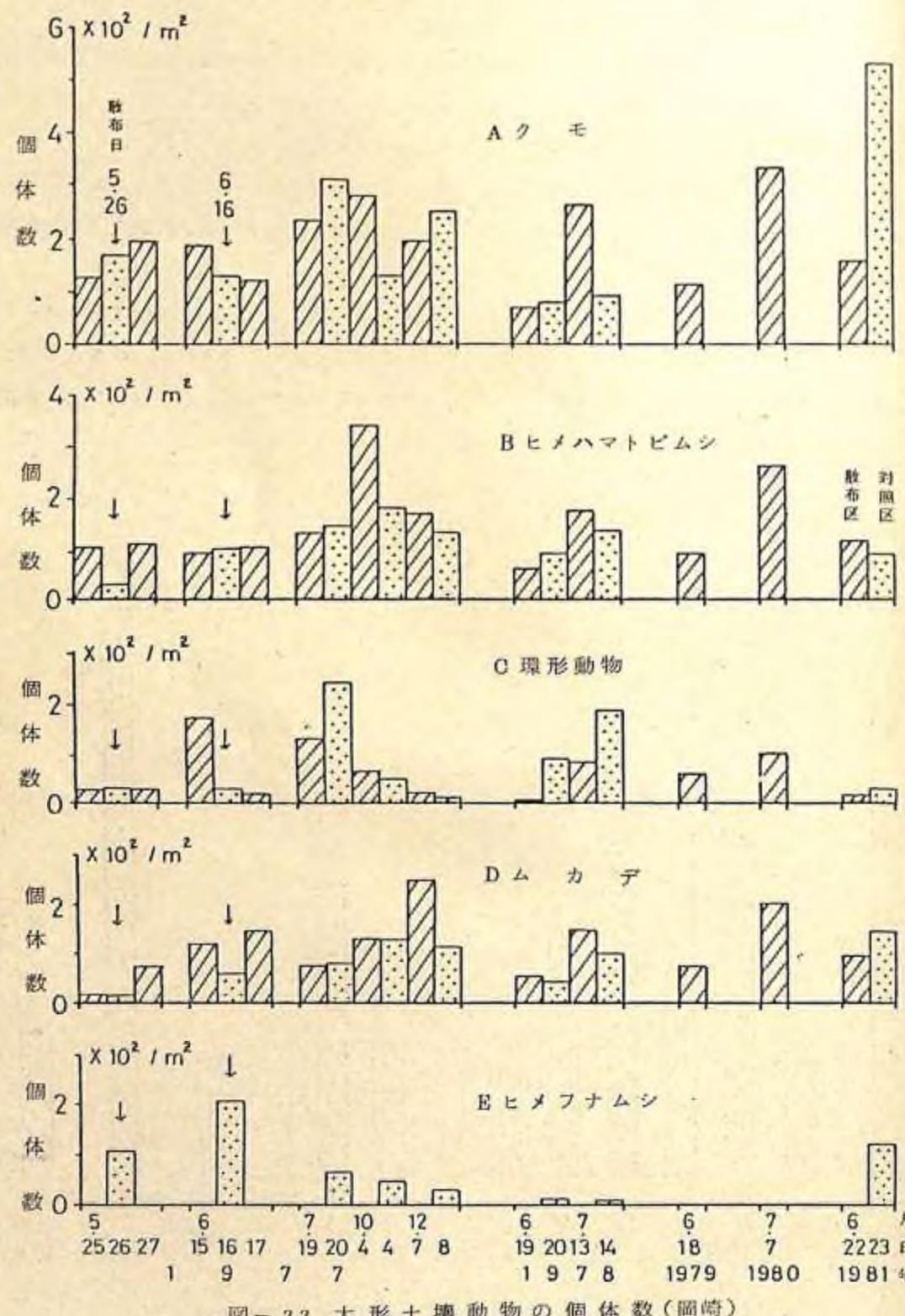


図-22 大形土壤動物の個体数(岡崎)

### 3. 土壤微生物

#### (1) 調査方法

土壤微生物の測定方法は水戸試験地の場合と同じ。52年度の調査結果から散布前後の差は少ないと判断されたので、53年度は表層土壤の混合試料について2回調査し、54、55年度は枯損のため対照区のクロマツは僅かの面積しか残らなかったので散布区のみ調査し、56年度は対照区の残ったクロマツ林の中心附近から試料を採取し調査した(図-23)。

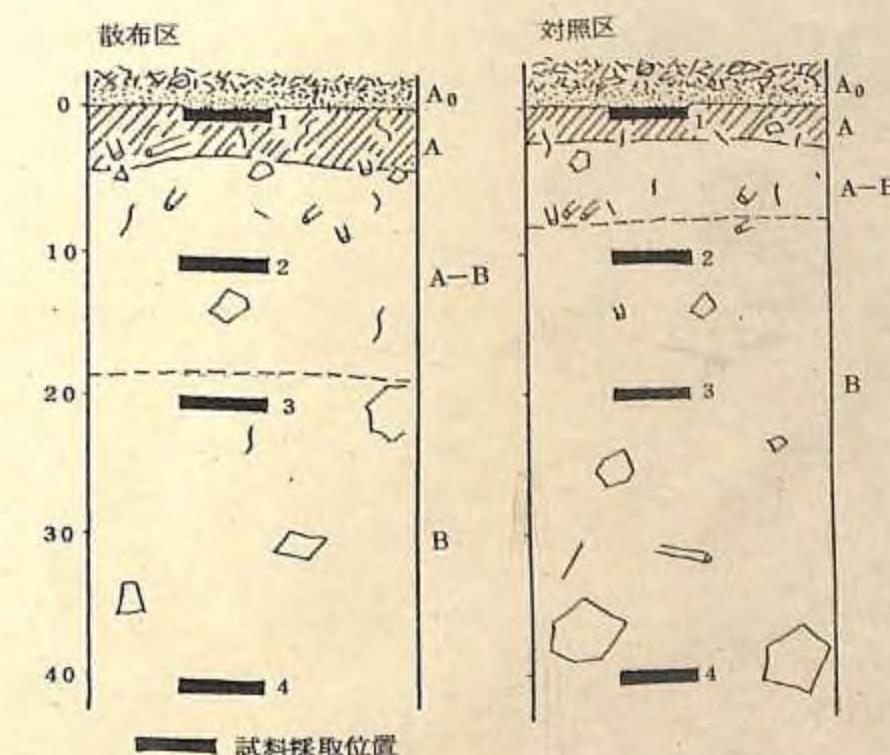


図-23 岡崎試験地の土壤断面と試料採取位置模式図

#### (2) 結果と考察

各測定結果は表5～7に示す。52年度の各調査と53年度の調査では、散布区の糸状菌数が対照区にくらべて少なく、逆に細菌と放線菌数の割合が多い傾向が見られた。54年度は散布区のみの調査であったが、前年の散布区の結果と比較すると糸状菌、細菌、放線菌数がともにやや少なかったが、ほぼ類似の値を示した。55年度は前年度までの結果と比較すると、糸状菌数と細菌・放線菌数の比率が対照区の結果に近づき、数値が不均一

になったことから薬剤の影響は減少したとも考えられたが、56年度の調査では糸状菌数の減少が依然として認められた。なお、糸状菌の種組成を対照区と比較すると、全糸状菌に占める *Trichoderma spp.* の割合が多くなった。

堆積腐植の分解状態には、表-7に示すように全体を通じて共通する傾向は見られなかった。しかし、53、54年度で区分Iの割合が増加し、分解が遅れているとも考えられる。これが散布区での糸状菌数の減少と関係があるかどうかは速断できない。

林地に散布された薬剤が土壤中に入った場合、土壤微生物に何らかの影響を与えると考えられるが、これが薬剤による直接的なものか否か、またこの変化が生態系内の他の成因にどのような影響を及ぼすかなどについては問題が残されている。

表-5. 深さ別の微生物相調査結果(52年度、岡崎)

	1回目散布前(5.26)			2回目散布直後(6.16)			散布1ヶ月後(7.3)		
	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>6</sup>	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>6</sup>	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>6</sup>
対照区 I-1	305.2	15.0	1.2	332.8	14.7	1.4	147.4	6.1	0.5
	2	114.8	3.3	1.0	225.9	4.2	-	67.5	1.8
	3	70.3	1.4	0.9	73.3	1.8	0.4	20.2	0.4
	4	4.2	0.4	0.4	29.8	0.9	0.4	0.8	-
対照区 II-1	316.4	11.8	2.1	193.3	12.7	-	101.2	16.1	1.2
	2	410.3	4.7	0.9	96.1	1.3	-	66.2	0.9
	3	98.7	0.9	-	20.9	-	-	8.9	0.9
	4	20.4	1.3	0.4	17.1	-	-	12.1	0.9
散布区 I-1	86.3	46.4	2.2	80.2	19.3	2.1	31.3	17.7	1.5
	2	77.3	31.0	3.7	31.5	6.0	0.5	28.0	3.1
	3	33.3	7.9	0.9	34.2	1.7	1.7	1.7	0.9
	4	37.8	2.2	1.3	11.4	1.7	0.9	3.0	1.3
散布区 II-1	85.1	14.9	3.5	55.7	17.8	4.0	51.0	16.3	3.3
	2	34.9	9.6	2.0	24.3	3.3	-	22.8	5.9
	3	26.3	2.4	1.9	16.7	4.2	1.4	16.5	2.2
	4	11.7	1.8	1.4	15.1	0.9	-	3.4	2.1

註

F=糸状菌、B=細菌、A=放線菌、乾土1g当たりコロニー数、I、IIは区番号  
土壤の深さ、1:0~3cm、2:10~13cm、3:20~23cm、4:40~43cm

表-6. 表層土壤微生物相調査結果(混合試料 年度別)(岡崎)

	53年6月20日			54年6月18日			55年7月6日			56年6月22日		
	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>6</sup>	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>6</sup>	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>6</sup>	F×10 <sup>3</sup>	B×10 <sup>6</sup>	A×10 <sup>6</sup>
対照区 I-1	127.7	2.4	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	135.5	3.6	4.6	-	-	-	-	-	-	-	-
II-1	124.2	7.1	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	163.1	5.1	3.4	-	-	-	-	-	-	-	-
散布区 I-1	96.0	14.5	4.7	36.8	5.1	1.3	56.7	4.2	2.1	61.6	2.8	0.9
	2	31.7	27.7	6.0	33.1	18.6	2.0	200.0	1.8	0.9	108.0	10.2
II-1	63.1	24.9	1.6	32.4	11.4	1.7	258.3	7.1	1.3	82.6	7.6	2.5
	2	38.9	20.8	4.3	59.3	19.6	2.8	150.9	16.1	7.4	141.8	4.6

\* I、IIは区番号、1、2は区内地点番号

表-7. 地積腐植の各面分が全量に占める割合(岡崎)

	52.5.26					53.6.20					54.6.20					55.7月6日					56.6.18					備考					
	1%	2%	3%	4%	全重量%	1%	2%	3%	4%	全重量%	1%	2%	3%	4%	全重量%	1%	2%	3%	4%	全重量%	1%	2%	3%	4%	全重量%	1%	2%	3%	4%		
対照区 I-1	69.4	22.4	4.6	3.4	41.9	58.4	29.2	8.4	4.1	394	-	-	-	-	-	1=3.5メッシュ残	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2=3.5メッシュ通過	-	-	-	-
	2	69.5	20.9	4.3	5.0	47.2	67.1	22.7	5.8	2.0	517	-	-	-	-	-	1=0メッシュ残	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3=1.0メッシュ通過	-	-	-
散布区 I-1	64.1	25.1	6.3	4.3	36.6	75.1	17.8	4.4	2.7	366	72.5	20.3	4.3	2.9	345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2=0メッシュ残	-	-	-	-	
	2	59.9	26.5	6.4	7.0	7.08	64.2	28.2	5.6	2.0	444	63.6	27.5	6.4	2.5	472	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4=2.0メッシュ通過	-	-	-	-
II-1	64.1	25.1	6.3	4.3	36.6	76.8	17.9	3.9	1.4	280	82.0	13.2	3.7	1.1	189	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2=0メッシュ残	-	-	-	-	
	2	59.9	26.5	6.4	7.0	7.08	64.2	19.2	4.1	1.3	391	64.3	23.8	6.0	1.4	420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3=1.0メッシュ通過	-	-	-	-