

Spatial Distribution of Emerged Adults of *Cryphalus fulvus* Niiijima from Pine Branches Placed for Oviposition. Studies on the Control of Forest Pests. IV. Shoji ASANO, Sumio NAGASAWA and Shizue FUSHIMI (Ihara Agricultural Chemicals Institute, Shimizu) Received June 24, 1968. *Botyu-Kagaku*, 33, 86, 1968. (with English Summary, 90)

13. 餌木のマツから羽化脱出するキロコキイムシの成虫の分布。林業害虫の防除に関する研究。第4報 浅野昌司・長沢純夫・伏見静枝（イハラ農業研究所）43.6.24 受理

餌木としたマツの樹枝から羽化脱出するキロコキイムシ成虫の分布型を、10cmの長さを調査単位として、3日ごとに調べた。その分布は過大分散で、7本からえられた94個の資料のうち、92個が負の二項分布によく適合した。同一供試木の調査日別の負の二項分布の共通の k が計算できたのは、7本中5本で、のこりの2本も異常と思われた資料をのぞくことによって、その算定は可能であった。供試木全体における共通の k は、7本のうち1本を除外することによって求められ、その値は0.296であった。

さきに筆者らは、穿孔虫類の加害をうけて枯損したマツの樹枝部から脱出する、キロコキイムシ *Cryphalus fulvus* Niiijima の成虫の数は、ランダム分布ではなく集中分布を示し、その代表的なモデルの一つである負の二項分布型によく適合することを報告した。また負の二項分布の一つの母数である k の値を最尤法でもとめ、共通の k_0 の値が得られるかどうか検討を試みた。その結果は、同一供試木における調査時期の異なった資料の間には、共通の k_0 の値の算定が可能なものもあったが、供試木全体ではその値は算定できなかった。しかし供試木の条件をより限定すれば、共通の k_0 が求められる可能性があることを推論した。その条件を限定するためのひとつの措置として、今回供試木に対する穿孔虫の加害期間を一定にするために、健全なマツの立木の樹枝部を伐採し、一定期間林地内に餌木として放置した。その後実験室の環境条件下で、それから脱出するキロコキイムシ成虫の分布について調査した。その結果をここに報告する。本文に入るにさきだち、供試木の提供を賜った、静岡県保安林巡視員、鈴木時策氏に感謝の意を表する。

実験材料および方法

清水市日本平に自生する、約50年生の健全なクロマツ立木7本をえらび、直径2cm～6cmの樹枝の一部を1967年7月中旬に伐採し、長さ50cm～100cmに切断して、伐採した林地内に餌木として約20日間放置した。その後これらを10cmの長さに丸切りし、その切目は乾燥を防ぐためにパラフィンで封じ、二重のポリエチレンの袋に各1本ずつ封入し、温度25°C、湿度60%の恒温室に置いた。調査は袋入れをした日から3日おきに脱出した成虫の数を記録し、脱出がみられなくなる最高15回までつづけた。

結果と考察

先報¹⁾においてしるした様に、分布型の判定は、一般にまず標本の平均値 $\bar{x}$ と分散 s^2 を求めて、この比 $s^2/\bar{x}$ が ≈ 1 かどうかでなされる。いま7本の供試木からえられた94個の標本について、 $\bar{x}$, s^2 および $s^2/\bar{x}$ を求めた結果を第1表に示した。 $s^2/\bar{x}$ はいずれの標本においても1より大きく、脱出成虫の分布が過大分散に属することがわかる。分布型の判定は、また横軸に $\bar{x}$ を、縦軸に対応する s^2 を打点し、そのちらばりの状態を傾き1($s^2/\bar{x}=1$)のポアソンの理論直線と比較することによってもなされる。第1表より餌木から脱出するキロコキイムシ成虫の分布が、明らかにポアソン分布より大きな過大分散を示すことがわかる。つぎに、過大分散の代表的な数学的モデルのひとつである負の二項分布への適合性を検討するための $\hat{k}$ の値を、最も効率の良いとされている Bliss and Fisher²⁾ の最尤法によって求めた。第2表の数値がその結果である。えられた $\hat{k}$ の値をもちいて、各標本の負の二項分布へのあてはめを行ない、適合性を検定した結果が第3表である。

適合性の検定は、5以下の項をまとめて、 χ^2 試験を行なうのが普通であるが、できるだけ厳密を期するために、本報では1以下をまとめて検定した。この結果は第3表にみられるごとく、全調査資料94個の内 $P=0.05$ では90個が、また $P=0.01$ では92個が負の二項分布に適合することがわかった。

負の二項分布は集中分布を表わす数学的モデルのひとつで、その集中度は、母数 k によって示される。 k の値が小さいほど集中の度合いが大きい。また k は昆虫の繁殖率と一定の関係があるといわれている。一般に同一種の生物であれば、平均値の異なる個体群であっ

Table 1. Over dispersions found in 94 series of adult distributions of *Cryphalus fulvus* Niiijima emerged from pine branches placed for oviposition. $\bar{x}$ =sample mean, s^2 =observed variance.

Tree Term				Observation														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B	$\bar{x}$	1.851	0.784	1.486	1.986	1.865	1.703	1.554	1.703	2.095	1.527	1.365	1.581	1.635	1.838	2.676		
	s^2	6.895	2.227	4.198	10.671	7.214	5.102	8.744	4.650	8.114	5.184	3.002	4.082	6.016	6.412	27.592		
	$s^2/\bar{x}$	3.725	2.841	2.824	5.372	3.869	2.997	5.626	2.731	3.874	3.395	2.200	2.582	3.679	3.489	10.312		
D	$\bar{x}$	0.600	0.506	0.494	0.682	0.741	0.718	1.035	1.412	1.141	1.118	0.965	1.259	1.341	0.918			
	s^2	2.171	1.420	2.658	2.148	2.051	2.015	3.344	6.269	3.789	4.296	3.773	5.456	7.132	3.838			
	$s^2/\bar{x}$	3.619	2.806	5.379	3.148	4.892	2.807	3.230	4.440	3.321	3.843	3.911	4.334	5.318	4.183			
E	$\bar{x}$	2.191	0.981	0.618	0.985	1.147	1.235	0.985	1.044	0.912	1.250	1.221	0.559	0.676	0.691			
	s^2	22.485	4.497	1.583	2.671	4.724	7.795	3.179	4.431	3.694	5.802	5.548	2.996	2.252	2.933			
	$s^2/\bar{x}$	10.262	4.586	2.563	2.711	4.119	6.310	3.226	4.244	4.051	4.642	4.545	5.362	3.329	4.244			
F	$\bar{x}$	1.162	0.677	0.737	1.111	0.980	1.071	1.172	1.141	1.162	0.859	1.212	1.131	0.970	0.707			
	s^2	8.341	2.609	6.257	7.304	4.796	5.801	10.695	5.306	9.463	4.347	9.148	8.074	4.458	3.577			
	$s^2/\bar{x}$	7.180	3.855	8.485	6.573	4.894	5.418	9.127	4.649	8.147	5.063	7.547	7.137	4.598	5.058			
G	$\bar{x}$	1.188	0.783	1.261	0.913	1.435	1.159	1.638	1.754	1.319	1.420	1.101	1.000	1.464	1.319	0.971		
	s^2	12.714	2.261	7.813	4.625	4.543	5.901	7.382	7.718	4.220	6.571	4.651	2.941	5.958	16.573	5.499		
	$s^2/\bar{x}$	10.698	2.889	6.197	5.065	3.167	5.089	4.507	4.401	3.200	4.626	4.223	2.941	4.070	12.567	5.663		
H	$\bar{x}$	0.547	0.168	0.221		0.705		0.958		0.926		0.716		0.642				
	s^2	2.101	0.482	1.961		5.508		6.764		6.388		3.174		3.658				
	$s^2/\bar{x}$	3.839	2.862	8.872		7.810		7.061		6.896		4.434		5.697				
J	$\bar{x}$	0.759	0.389	0.870	0.667	0.370	0.731	0.852	0.694	0.769	0.620	0.648	0.741	0.944	0.731			
	s^2	2.390	0.782	4.170	1.178	1.114	2.852	2.931	2.476	2.479	1.378	2.006	2.012	2.558	2.245			
	$s^2/\bar{x}$	3.148	2.011	4.791	1.766	3.007	3.900	3.441	3.565	3.225	2.221	3.095	2.716	2.708	3.069			

Table 2. Exponent $\hat{k}$'s estimated by the maximum likelihood method²⁾.

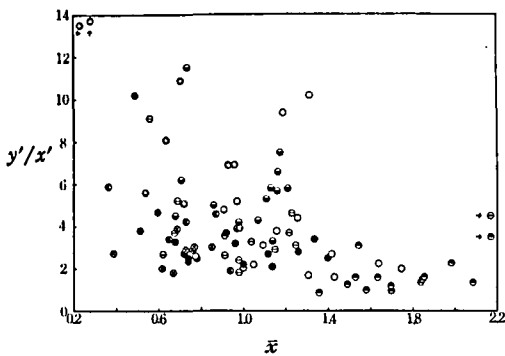
Observation	Tree						
	B	D	E	F	G	H	J
1	0.4968	0.2573	0.4308	0.2213	0.1884	0.1582	0.4567
2	0.5529	0.2995	0.2343	0.1966	0.1968	0.0557	0.4568
3	0.8134	0.1190	0.2980	0.0894	0.2449	0.0308	0.2067
4	0.3687	0.2603	0.4185	0.2005	0.2253		0.6925
5	0.5704	0.3040	0.2797	0.2223	0.4935	0.0910	0.1882
6	0.5521	0.2812	0.1998	0.2349	0.4537		0.2958
7	0.4873	0.4259	0.3592	0.1711	0.4073	0.1319	0.2952
8	1.0518	0.2864	0.2337	0.2513	0.4890		0.2376
9	0.7943	0.3870	0.2430	0.2179	0.6055	0.1358	0.3744
10	0.6140	0.3033	0.2569	0.1688	0.4048		0.3747
11	0.9186	0.3660	0.3579	0.1636	0.2632	0.1146	0.3013
12	0.9273	0.2850	0.1392	0.1614	0.4581		0.3713
13	0.5921	0.4031	0.2542	0.2031	0.3748	0.1094	0.5564
14	0.7575	0.3486	0.2370	0.1667	0.1685		0.1986
15	0.4474				0.2283		

ても、密度効果がはたらく場合をのぞいて、ほぼ同一の値をとることが期待される。また k に共通の値が求められれば、害虫の密度調査、発生消長、発生予察および防除薬剤の有効度の解析に、これを利用することができる。共通の k_c の値がえられるか否かの判定は横軸に $\bar{x}$ を、縦軸に y'/x' (ここで $y' = s^2 - \bar{x}$, $x' = \bar{x}^2 - s^2/N$) をとり、各標本値を打点して、各点のちらばりかたが、単一の直線で代表されるか否かによってなさ

れる。各調査資料の値を打点した結果が第1図である。第1図において、各点は、かなりちらばっているが、 y'/x' は、おおむね2~5の間にあることがわかる。共通の k_c の算定法には種々あるが、いま、比較的簡便な Bliss and Owen⁴⁾, Bliss³⁾ の方法をもちいて、各供試木ごとの共通の k_c の値を算出した。第4表の数値がその結果である。第2回目の値は、第1回目の計算からえられた k_{c1} をもちいて算出したものであるが、

Table 3. Summerrized results of fitting the negative binomial to counts of adults of *Cryphalus fulvus* Nijijima emerged from pine branches placed for oviposition.

Tree Term		Observation														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B	d.f.	7	3	5	7	7	6	6	6	7	6	5	5	6	6	8
	χ^2	2.977	0.897	6.951	8.762	7.325	6.864	12.769	7.714	4.916	3.541	7.542	9.050	5.059	5.407	10.063
	P	0.885	0.826	0.228	0.273	0.404	0.339	0.048	0.264	0.671	0.738	0.187	0.110	0.538	0.494	0.264
D	d.f.	3	3	3	4	4	4	5	6	5	5	5	5	6	4	
	χ^2	4.198	3.586	3.719	3.028	1.468	4.137	3.522	8.583	4.729	2.896	2.506	2.611	3.168	5.854	
	P	0.245	0.312	0.292	0.557	0.831	0.397	0.623	0.199	0.456	0.716	0.775	0.759	0.787	0.212	
E	d.f.	7	4	3	4	4	4	4	4	4	5	5	2	3	3	
	χ^2	5.929	0.830	0.756	1.811	6.282	4.066	3.627	0.878	5.702	3.890	5.387	0.767	1.625	1.700	
	P	0.550	0.933	0.859	0.772	0.184	0.407	0.464	0.926	0.226	0.568	0.379	0.684	0.657	0.641	
F	d.f.	6	4	3	5	5	5	5	6	6	5	5	5	5	4	
	χ^2	5.777	1.615	1.710	5.812	2.891	2.738	1.494	9.712	7.626	2.274	0.914	8.543	14.422	0.288	
	P	0.454	0.806	0.639	0.329	0.717	0.740	0.912	0.145	0.270	0.809	0.968	0.136	0.014	>0.990	
G	d.f.	4	3	5	4	5	5	6	6	5	5	4	4	5	4	4
	χ^2	5.995	1.667	9.480	3.442	1.408	2.957	6.882	2.542	4.660	3.751	3.249	0.976	8.197	2.404	4.341
	P	0.200	0.648	0.093	0.489	0.922	0.807	0.337	0.861	0.464	0.589	0.519	0.912	0.153	0.664	0.371
H	d.f.	3	1	1		3		4		4		4		3		
	χ^2	2.915	0.986	2.225		1.652		5.916		0.577		4.351		2.681		
	P	0.415	0.328	0.145		0.652		0.207		0.964		0.369		0.452		
J	d.f.	4	2	5	3	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	
	χ^2	4.234	1.128	2.574	6.754	1.400	2.804	17.714	1.751	2.513	3.943	8.301	3.813	4.782	16.423	
	P	0.385	0.577	0.811	0.084	0.706	0.595	0.006	0.781	0.645	0.423	0.085	0.440	0.313	0.005	

Fig. 1. Relation in each sample of 7 trees of the observed $1/k_1 = y'/x'$ to the mean. Tree B ●, D ●, E ○, F ●, G ○, H ⊙, J ⊗.

k_{c2} はほとんど k_{c1} の値に近似しており、1回の計算でかなり妥当な k_c の推定値ができたことがわかる。えられた k_c の χ^2 検定は、 $\chi^2 = \sum (wy'^2) - \sum^2 (wx'y') / \sum (wx'^2)$ の値を求め、自由度 $= g - 2$ でなされる。ここで w は重みで、次式であらわされるものである。

$$w = \frac{0.5(N-1)k^4}{k'(k'+1) - (2k-1)/N - 3/N^2} \cdot \frac{1}{x'(\bar{x} + k')^2}$$

$1/k'$ は、 $\sum y' / \sum x'$ であり、つきには、えられた k_{c1} の値を代入して k_{c2} の値を求める。 χ^2 検定の結果、供試木7本のうち、GとHを除いて、 $P=0.05$ において、いずれも共通の $\hat{k}_c$ の値を算定することができた。供試木GおよびHについて、各調査資料を検討してみると、

Gの第1回および第14回目の調査資料が、他のものにくらべ、分散がとくに大きい。この原因は、第1回目で1本、第14回目で2本の調査木にとくに脱出成虫数の多いものがあるためである。この回にのみ、このように異常なものがあらわれたことは、その調査木に、他の異なる特別の条件が介在していたと考えられる。いま、この2回を除外して、共通の $\hat{k}_c$ の値を再度算出してみると、その値は、前にもとめたものと異なり、 P は0.460となり、共通の $\hat{k}_c$ の値を算定することができた。この値は、第4表の()の中の数字で示した。またHについては、第3回目における y'/x' の値が他のものとあきらかに異なり、大きな値を示している。この第3回目は、脱出成虫がみられた調査木数が全木数95本のうち、わずか6本であり、また、さらにその中の1本に、脱出成虫数が多いものがあった。このような資料から、分布型を調べることは不適當であると考えて、いまこの回だけを除外し、残りのものについて共通の $\hat{k}_c$ を求めた結果は、 $P=0.884$ で十分その値がえられることがわかった。前と同様にこの値は第4表の()の数字でしめした。以上のことから、餌木とした各供試木における共通の $\hat{k}_c$ の値は、とくに異常と思われるものを除外して算定すれば、その値が求められることがわかった。

供試木全体での共通の $\hat{k}_c$ の検定を行なった結果を第4表最下段にしめしたが、その確率が <0.001 で求めることができなかった。いま、供試木中、最も大きな

Table 4. Estimation of common k_e

Tree	No. of Observation	1st estimation			2nd estimation		
		k_{e1}	χ^2	P	k_{e2}	χ^2	P
B	15	0.57186	18.613	0.184	0.57142	22.065	0.081
D	14	0.30435	19.471	0.112	0.30322	17.572	0.179
E	14	0.26866	8.998	0.772	0.26867	9.113	0.763
F	14	0.17771	7.676	0.860	0.17795	7.479	0.873
G	15 (13)	0.26728 (0.34876)	35.478 (11.878)	0.002 (0.460)	0.26802	30.344	0.008
J	14	0.32638	10.303	0.669	0.32633	9.950	0.698
H	8 (7)	0.09617 (0.13162)	57.049 (2.343)	<0.001 (0.884)	0.09291	28.231	<0.001
Total	94	0.37230	240.152	<0.001	0.39308	196.871	<0.001

k_e の値を示すBをのぞいて計算しなおすと、供試木全体に共通な $\hat{k}_e$ の値が求められ、その値は0.296であった。Bを除くべき適当な理由を見出せないが、このことは、供試木をさらに多く取るならば、供試木全体の共通の k_e の値がえられる可能性を示すと考えられる。

共通の $\hat{k}_e$ の算出方法には、他のひとつに Bliss and Fisher²⁾の最尤法がある。筆者らは、すでにキイロコキイムシの母孔の分布について、この方法をもちいて、共通の k_e の値の算出を試みた⁵⁾。いま供試木Eについて、その値を算定した結果を第5表に示した。共通の k_e の推定値は0.28383となり、その分散は0.00060となった。これから供試木Eの14個の調査資料にたいする positive exponent k' は、単一な数値 $\hat{k}_e=0.28383$

± 0.02449 でしめされる。同じ資料について Bliss and Owen⁴⁾, Bliss³⁾の方法によって求めた値は、第4表に示すように0.26867であった。このように共通の $\hat{k}_e$ の値がその算出方法によっても異なることを示している。

今回の試験結果から、餌木としたマツの樹枝部から羽化脱出するキイロコキイムシ成虫の分布は、枯損木の樹枝部で調べた結果と同じく、過大分散を示し、負の二項分布型に良く適合することがわかった。また共通の k_e についても、とくに異常と思われるものを除外して算定すれば、どの供試木にも、それぞれの共通な k_e の値が求めることができた。さらに全体に共通な k_e の値についても、供試木の条件をより限定するか、あるいはより多くの供試木をもちいて算定を試みれば、

Table 5. Calculation of a combined k_e by maximum likelihood from the 14 observations of adults of *Cryphalus fulvus* Nijima emerged from pine tree E.

Observation	Term	Calculation of score for				0.0015 z_3
		$k_1'=0.28$	$k_2'=0.29$	$k_3'=0.284$	$k_4'=0.2855$	$z_3 - z_4$
1	z_i	26.182162	23.304559	25.000174	24.567771	2.168146
2	z_i	-4.970893	-5.938584	-5.371540	-5.516885	0.297775
3	z_i	1.434693	0.645211	1.108122	0.989327	0.015505
4	z_i	16.866048	15.150331	16.159976	15.902150	1.519308
5	z_i	-0.319032	-1.511306	-0.811465	-0.990683	0.005511
6	z_i	-13.338221	-14.231397	-13.648953	-13.843165	1.438845
7	z_i	7.917202	6.402400	7.200651	6.996528	0.381016
8	z_i	-6.156193	-7.108560	-6.550587	-6.693865	0.449234
9	z_i	-4.097025	-5.082998	-4.463985	-4.597132	0.224494
10	z_i	-3.835176	-5.008825	-4.327933	-4.502340	0.161097
11	z_i	7.916801	6.280280	7.242454	6.996604	0.320031
12	z_i	-15.012393	-15.211148	-15.097620	-15.127542	11.426616
13	z_i	-2.025633	-2.771396	-2.334622	-2.446855	0.035065
14	z_i	-4.093520	-4.819895	-4.394695	-4.503857	0.265386
Total	Ratios $S(z_i)$	6.468820	-9.901328	-0.290023	-2.769944	18.708029 0.000051

By interpolation $\hat{k}_e=0.28383$, $V(\hat{k}_e)=0.00060$

$\chi^2=18.707978$

えられることが推察された。

科学, 33, 46-54 (1968).

摘 要

マツを加害する穿孔虫類の防除を目的とする薬剤の有効度評価に、適切な試験方法を確立する目的で、餌木とした7本のマツの樹枝部から脱出する、キイロコキクイムシ成虫の分布を、10cmの長さを調査単位として、3日ごとに最高15回まで調べた。その分布は、おおむね過大分散を示し、負の二項分布によく適合した。とくに異常と認められたものをのぞくことによって、各供試木における調査日間の共通の k_0 の値の算定は可能であった。供試木中、1本を除外すれば、供試木全体の共通な k_0 の値は求められた。このことは供試木をさらに多くとれば、全体に共通な k_0 の値が求められるものと推測された。なお同一の供試木における共通の k_0 を Bliss and Owen⁴⁾の簡便法と Bliss and Fisher²⁾の最尤法の二方法で求め、その結果を比較した。

引 用 文 献

- 1) 浅野昌司・長沢純夫・伏見静枝：防虫科学, 33, 54-61 (1968).
- 2) Bliss, C.I. and R.A. Fisher: *Biometrics* 9, 176-200 (1953).
- 3) Bliss, C.I.: *Proc. 10th Intern. Congr. Entomol.* 2, 1015-32 (1958).
- 4) Bliss, C.I. and A.R.G. Owen: *Biometrika* 45, 37-58 (1958).
- 5) 長沢純夫・浅野昌司・柴三千代・伏見静枝：防虫

Summary

In July 1967, some branches, having diameters ranging from 2 to 6cm, were cut from 7 living pine trees which were about 50 years old. These branches were placed at the base of the tree from which they were taken for oviposition of *Cryphalus fulvus* [Nijima for a period of 20 days. Under a laboratory condition of 25°C and 60% relative humidity, the number of adults that emerged per unit of 10cm of a branch was counted every 3 days. The number of adults counted per unit showed over dispersion. The spatial distributions of 92 out of 94 samples could be well fitted to the negative binomial. Through observation of the spatial distribution data it was possible to fit a common k_0 to each of 5 trees. It was also possible to calculate a common k_0 in the remaining 2 trees if one or two unusual samples were omitted. Estimation of a common k_0 among all the trees was possible if one unusual tree was omitted. The estimated result was 0.296. There was a small difference between the common k_0 's of the same tree depending upon whether it was calculated by the method of Bliss and Owen⁴⁾ or that of Bliss and Fisher²⁾.

Studies on the Increment of the Efficacy of Insecticides (VIII) Metabolism of ³H-Pyrethroids in the Adult House Fly, *Musca domestica vicina* Macq. Akifumi HAYASHI*, Tetsuo SAITO and Kisabu IYAROMI (Laboratory of Applied Entomology and Nematology, Faculty of Agriculture, Nagoya University, Nagoya) Received July 17, 1968. *Botyu-Kagaku*, 33, 90, 1968.

14. 殺虫剤の効力増進に関する基礎的研究 (VIII). ³H-アレスリンおよび³H-フタルスリンのイエバエにおける代謝について。林 晃史*, 斎藤哲夫, 彌富喜三 (名古屋大学農学部害虫学教室)

³H-アレスリンと³H-フタルスリンに共力剤 piperonyl butoxide, *n*-propyl isome, safroxan, MGK-264 および sulfoxide を 1:10 の割合で混用し、ピレスロイドの体内への吸収ならびに代謝について調べた。その結果、共力剤を加用することによって、排泄量が少なくなり、体内存在量の多くなることが認められた。また、表皮残存量からみると共力剤の加用は有効成分の表皮透過性を低下せしめるものと考えられる。

なお、代謝物をペーパークロマトグラフィーで調べた結果、両薬剤とも6つの成分が分離され、共力剤を加用することによって分解物の量は少なく、このことより、共力剤の作用機構の一つはピレスロイドの分解を抑制するものではないかと考える。

The penetration and metabolism of pyrethroids in insects have been studied by Winteringham (1955), Hopkins *et al.* (1957), Chang *et al.* (1964),

* Present address: Taisho Pharmaceutical Co., Ltd., Toshima-ku, Tokyo. (大正製薬株式会社研究部防虫科学研究室)