

新編生態学汎論. 東京養賢堂. 375~435 (1960).

### Summary

The number of egg galleries of *Cryphalus fulvus* Nijima per unit of 10cm on dead pine branches showed over dispersion. The spatial distribution of gallery counts could be well fitted to the binominal. The index of dispersion  $k$  was

estimated by the simplified maximum likelihood method described by Bliss and Fisher. Fitting a single  $k_c$  was possible to five series of eight negative binominal distributions. On the other hand, the two distribution data of egg galleries of *Ips tosaensis* Murayama followed the Poisson series.

**Spatial Distribution of adults of *Cryphalus fulvus* Nijima emerged from Dead Pine Branches.** Studies on the Control of Forest Pests. II. Shoji ASANO, Sumio NAGASAWA and Shizue FUSHIMI (Ihara Agricultural Chemicals Institute, Shimizu) Received April 25, 1968. *Botyu-Kagaku*, 33, 54, 1968.

9. 枯れたマツの樹枝から羽化脱出するキイロコキクイムシの成虫の分布. 林業害虫の防除に関する研究 第2報. 浅野昌司・長沢純夫・伏見静枝 (イハラ農業研究所) 43. 4. 25 受理

枯れたマツの樹枝部から羽化脱出するキイロコキクイムシの成虫の数の分布型を, 10cmの長さを調査単位として, 7日ごとに調べた。その分布は過大分散で, 14本の木からえられた92個の資料のいずれも負の二項分布型によく適合した。同一供試木における調査日別の, 負の二項分布の共通の $k$ が計算できたのは14本中の5本であった。

キイロコキクイムシ *Cryphalus fulvus* Nijima は, 松を侵蝕する主要な害虫のひとつで, わが国の太平洋岸の松林の致命的な枯損は, 主にこの侵害にはじまるものと考えられている。このキイロコキクイムシをはじめとして, 立木乃至倒壊木の皮材質部に棲息して喰害をつづける, いわゆる“松くい虫”とよばれる, マツの穿孔虫類の駆除を目的とする薬剤の有効度の評価は, 従来から野外試験においては無論のこと, 室内試験においても薬剤処理木を剥皮して, 樹皮下に棲息する穿孔虫の生死数を調べることによってなされてきている。これはこの種の昆虫が樹皮下を加害するという特性をもっているために, 薬剤の有効度の評価は単なる直接の殺虫効果以外の, たとえば樹枝の水分含量, 樹皮の厚薄, 樹脂の多寡など, 物理的な条件をも含めてなされなければならないことが, このような方法のとられてきた理由でもある。しかしこれには樹皮を剝離することに多大の労力を要し, 生死虫数の判定に関する個人差, 検出虫数の見落としなどのこともあって, 必ずしも適正な有効度の評価がなされていないうらみがないでもない。筆者らはより簡便で再現性のある有効度の評価法をみいだすことを目的に, まずその前駆の過程である, 本虫の加害をうけて枯損した樹枝部から, 羽化脱出する成虫の分布型の判定をおこなった。その結果をここに報告する。本文に入るにさきだち, 供試木の採取に御協力戴いた, 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

清水市日本平にある天然の松林内で, 松くい虫によって加害をうけたために, 枯損してまもない50~80年生のクロマツ14本を選び, その樹枝部を1966年12月から1967年1月にかけて伐採した。そのうち直径が2~6cmのものをえらび, これを10cmの長さに丸切したものを供試材料とした。供試木の切口は乾燥を防ぐためにパラフィンで封じた。供試木は各1本ずつ二重のポリエチレンの袋に封入し, 温度25°C, 関係湿度60%の恒温恒湿実験室に置いた。調査は成虫の脱出がみられはじめてから, 1週間おきにその数を記録し, 脱出成虫が終息するまで最高7週間目までつづけた。

### 結果と考察

先報<sup>9)</sup>において示したように, 分布型の判定は, 一般にまず標本の分散と平均値の比を目やすとしてなされる。すなわち標本の分散を $s^2$ , 標本の平均値を $\bar{x}$ とすると,  $s^2/\bar{x} < 1$ のとき過少分散,  $s^2/\bar{x} = 1$ のときポアソン分布,  $s^2/\bar{x} > 1$ のとき過大分散で, この過大分散をしめす統計的モデルのひとつとして, 負の二項分布が最もよくあてはまることがあきらかにされている。供試木14本からえられた資料92個について,  $\bar{x}$ ,  $s^2$  および  $s^2/\bar{x}$  を求めた結果は第1表のごとくで, いずれも  $s^2/\bar{x}$  は1より大きく, 脱出成虫の分布がほとんどの場合, 過大分散に属するであろうことが推察される。

Table 1. Over dispersions found in 88 series of adult distributions of *Cryphalus fulvus* Nijjima emerged from dead pine branches.  $\bar{x}$ =sample mean,  $s^2$ =observed variance.

Tree	No. of samples	Term	Observation in week						
			1	2	3	4	5	6	7
A	175	$\bar{x}$	4.240	6.794	4.794	1.360	0.331	0.217	
		$s^2$	35.965	52.624	40.314	4.357	1.016	0.343	
		$s^2/\bar{x}$	8.482	7.745	8.409	3.131	3.065	1.581	
B	97	$\bar{x}$	11.320	1.763	0.289	0.258	0.186		
		$s^2$	141.782	9.579	0.478	0.652	0.340		
		$s^2/\bar{x}$	12.525	5.433	1.657	2.527	1.833		
C	144	$\bar{x}$	6.611	3.826	1.667	1.271	0.632	0.243	0.160
		$s^2$	104.617	25.697	7.483	6.255	2.639	0.577	0.429
		$s^2/\bar{x}$	15.824	6.716	4.490	4.922	4.177	2.373	2.685
E	310	$\bar{x}$	4.119	5.871	2.326	0.865	0.529	0.323	0.094
		$s^2$	25.685	35.504	10.101	2.648	1.926	1.125	0.195
		$s^2/\bar{x}$	6.235	6.047	4.343	3.063	3.641	3.489	2.064
K	341	$\bar{x}$	0.707	1.006	0.660	0.900	0.836	0.721	0.434
		$s^2$	4.520	8.933	2.902	3.954	3.173	2.378	1.359
		$s^2/\bar{x}$	6.395	8.881	4.398	4.392	3.796	3.296	3.066
L	63	$\bar{x}$	3.254	3.429	2.349	1.127	0.587		
		$s^2$	14.870	17.862	7.457	2.984	0.988		
		$s^2/\bar{x}$	4.570	5.210	3.174	2.647	1.683		
M	103	$\bar{x}$	18.010	7.350	3.699	4.660	2.786	1.107	0.602
		$s^2$	615.892	96.249	18.585	34.050	12.366	4.096	1.752
		$s^2/\bar{x}$	34.198	13.096	5.024	7.307	4.438	3.701	2.910
N	155	$\bar{x}$	22.929	12.232	6.161	4.187	2.729	1.497	0.903
		$s^2$	522.287	259.673	48.500	22.062	10.056	4.330	3.893
		$s^2/\bar{x}$	22.778	21.229	7.872	5.269	3.685	2.893	4.310
R	87	$\bar{x}$	9.218	4.345	5.529	7.310	4.621	1.874	1.230
		$s^2$	160.126	38.508	93.136	82.333	39.168	8.554	4.760
		$s^2/\bar{x}$	17.370	8.863	16.846	11.263	8.477	4.565	3.871
T	106	$\bar{x}$	8.660	10.085	1.840	1.406	0.481	0.208	0.142
		$s^2$	87.017	111.145	14.155	6.856	1.128	0.318	0.199
		$s^2/\bar{x}$	10.048	11.021	7.695	4.877	2.345	1.534	1.405
U	279	$\bar{x}$	0.090	0.082	0.247	0.939	1.548	0.652	0.269
		$s^2$	0.118	0.126	1.388	8.270	31.714	4.662	0.960
		$s^2/\bar{x}$	1.315	1.532	5.613	8.806	20.482	7.146	3.571
V	122	$\bar{x}$	8.057	9.705	3.738	3.254	2.172	0.852	0.254
		$s^2$	40.898	60.540	28.955	24.935	10.889	2.562	0.406
		$s^2/\bar{x}$	5.076	6.238	7.747	7.663	4.931	2.956	1.598
W	206	$\bar{x}$	2.777	11.660	5.398	2.117	1.456	1.134	0.592
		$s^2$	30.428	197.572	61.958	13.821	11.371	7.308	4.155
		$s^2/\bar{x}$	10.958	16.944	11.478	6.530	7.808	6.434	7.016
Z	116	$\bar{x}$	10.052	2.784	1.422	0.750	0.440	0.181	
		$s^2$	166.763	15.284	4.785	1.859	0.875	0.358	
		$s^2/\bar{x}$	16.590	5.489	3.364	2.478	1.989	1.979	

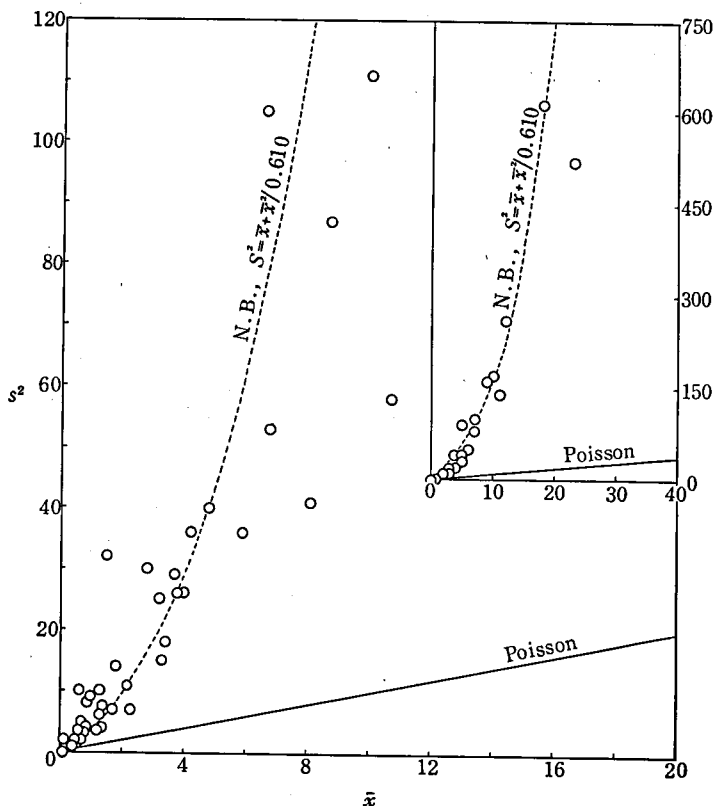


Fig. 1. Relation between  $\bar{x}$  and variance  $s^2$  of the samples. Solid line represents the theoretical Poisson distribution and dotted line represents the theoretical negative binominal distribution at  $k=0.610$

それは  $\chi^2$  検定をおこなって、1からのへだたりの有意性をしらべることによって証明しうるが、その結果はいずれも有意であった。さらに  $s^2$  と  $\bar{x}$  との関係を図に表わしたのが第1図である。これにはポアソン分布の理論線をもあわせしめたが、この図からも脱出成虫の分布が過大分散を示すことが明らかである。

そこで過大分散の代表的モデルである負の二項分布のあてはめを、つきのごとくこころみた。負の二項分布は  $(q-p)^{-k}$  の一般式であらわされるもので、 $k$  は集中度をしめす母数である。この  $k$  の値の算出方法には、つぎの三つの方法があり、それぞれに長所、短所を有することは先報<sup>9)</sup>でしるした。

I  $k = \bar{x}^2 / (s^2 - \bar{x})$ ,

II  $f_0 = N(1 + \bar{x}/k)^{-k} = Nq^{-k}$ ,

III  $S\{A_x / (x+k)\} - N \ln(1 + \bar{x}/k) = 0$

第1の方法は最も簡単に  $k$  が求められるが、 $k < 1$  では効率がわるく、第3の方法は最も妥当な値がえられるとされているが、計算にかなりの手数がかかり、第2の方法は精度、労力その申半に位するとされている。いま全資料について第1および第3の方法によって  $k$

の値の算出を試みた結果を第2表に示した。いずれの  $k$  も第1の方法と第3の方法で求めたものとかなり異なった値を示した。

この第3の方法でもとめた  $k$  を用いて、負の二項分布へのあてはめをおこない、その適合性を検討した結果が第3表である。

適合度の検定のための  $\chi^2$  の値は、理論値5以下の項をまとめて行なうのが普通であるが、できるだけ厳密に行なうために、本資料のあてはめには1以下をまとめることで、 $\chi^2$  検定を行なった。全調査資料89個のうち、 $P=0.05$  では79個が、 $P=0.01$  ではすべてのものがこの負の二項分布に適合することがわかった。

$k$  の値は先にのべたように分布の集中度を表わす母数で、その値が小さいほど集中度合いが大きい。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。それゆえ  $k$  は同一種であれば、密度効果が働かない場合、平均値の異なる個体群であっても、ほぼ同一の値をとると期待される。もし共通の  $k$  の値が得られれば、個体数を直接数えないで、個体数0の調査単位頻度から、その個体群の平均値を推定しうるし、また一定地

Table 2. Exponent  $k$ 's determined from the mean and variance of the sample (I) and that estimated by the maximum likelihood method (II)

Tree	Method	Observation in week						
		1	2	3	4	5	6	7
A	I	0.5667	1.0073	0.6471	0.6290	0.1605	0.3736	
	II	0.6236	1.0129	0.6984	0.6338	0.1366	0.3954	
B	I	0.9821	0.3976	0.4394	0.1686	0.2227		
	II	0.5991	0.3571	0.3358	0.1392	0.1503		
C	I	0.4460	0.6695	0.4776	0.3240	0.1989	0.1770	0.0948
	II	0.5213	0.6124	0.4094	0.3116	0.2704	0.1912	0.0977
E	I	0.7869	1.1632	0.6958	0.4190	0.2003	0.1296	0.0862
	II	0.8115	0.9879	0.7875	0.4698	0.2307	0.1742	0.0857
K	I	0.1310	0.1276	0.1942	0.2654	0.2989	0.3141	0.2145
	II	0.1622	0.1293	0.1676	0.1762	0.2335	0.2658	0.2192
L	I	0.9115	0.8145	1.0805	0.6841	0.8603		
	II	0.6400	0.5817	0.7863	0.6925	0.8548		
M	I	0.5425	0.6076	0.9192	0.7389	0.8105	0.4098	0.3151
	II	0.4197	0.4796	0.6608	0.6407	0.6383	0.5924	0.2995
N	I	1.0528	0.6047	0.8966	0.9808	1.0165	0.7909	0.2729
	II	0.7767	0.7424	0.9348	0.9421	0.9873	0.8043	0.3887
R	I	0.5631	0.5526	0.3489	0.7123	0.6180	0.5255	0.4284
	II	0.7043	0.4640	0.5190	0.5707	0.4968	0.3684	0.3428
T	I	0.9572	1.0064	0.2748	0.3625	0.3577	0.3885	0.3493
	II	1.6725	1.1775	0.5049	0.3815	0.3544	0.4572	0.3500
U	I	0.2844	0.1550	0.0536	0.1203	0.0795	0.1061	0.1046
	II			0.0599	0.0756	0.1067	0.1047	0.1393
V	I	1.9769	1.8528	0.5540	0.4884	0.5476	0.4349	0.4251
	II	1.5657	1.5818	0.9238	0.5629	0.5234	0.3998	0.3399
W	I	0.2788	0.7313	0.5152	0.3827	0.2139	0.2090	0.0985
	II	0.3639	0.6335	0.4490	0.3774	0.2375	0.2228	0.0934
Z	I	0.6447	0.6203	0.6017	0.5074	0.4444	0.1850	
	II	0.4000	0.4426	0.5916	0.4291	0.3845	0.1569	

域の個体数を推定することができる。さらにこのことは、応用分野を広くすることにも結びつくであろう。例えば、昆虫の発生消長、害虫の密度調査、発生予察、防除薬剤の効果の判定、などに役立つであろう。

第2表にかかげた $k$ の値を、各供試木別に調査回数ごとの変化を図にしめたものが第2図である。この図からわかるように、 $k$ の値は各供試木ごとに、またひとつの供試木においてもかなりの変異がみられる。しかし前述したように、 $k$ の値は同一種であれば、平均の異なる個体群であっても、ほぼ同一の値、すなわち共通の $k$ が求められると考えられている。

こうした共通の $k$ の算定には、つとに Beal<sup>9)</sup>, Kleczkowski<sup>10)</sup>, Anscombe<sup>1,2)</sup> らによつてのべられたいくつかの方法があり、先報においては、供試木5本にみられたキイロコキクイムシの母孔の分布を、負の二項分布型にあてはめ、それらの共通の $k$ を Bliss and Fisher<sup>11)</sup>の最尤推定法によつてきめる方法をのべた。しかしこの Bliss and Fisher<sup>11)</sup>の方法によつて共通の $k$ をきめることには精度の高さは、期待できるが、individual counts が20または30をこえると、計算のため多大の労力を要することが大きな障りとなつてのこされた。そのため後年 Bliss<sup>9)</sup>, Bliss and Owen<sup>9)</sup>

Table 3. Summzerized results of fitting the negative binominal to counts of adults of *Cryphalus fulvus* Niiijima emerged from dead pine branches.

Tree	Term	Observation in week						
		1	2	3	4	5	6	7
A	d. f.	16	21	17	7	3	1	
	$\chi^2$	12.304	11.847	11.237	14.232	4.135	1.363	
	<i>P</i>	0.723	0.942	0.840	0.048	0.250	0.249	
B	d. f.	21	7	1	2	1		
	$\chi^2$	37.243	17.907	3.861	8.691	0.660		
	<i>P</i>	0.017	0.013	0.050	0.014	0.434		
C	d. f.	20	14	8	7	4	2	1
	$\chi^2$	19.614	11.902	13.525	14.820	3.214	0.580	0.088
	<i>P</i>	0.484	0.614	0.096	0.041	0.525	0.750	0.772
E	d. f.	18	23	12	7	6	4	1
	$\chi^2$	17.544	24.437	15.113	8.516	3.934	2.032	0.063
	<i>P</i>	0.487	0.386	0.239	0.291	0.686	0.730	0.802
K	d. f.	8	10	7	9	8	7	5
	$\chi^2$	8.324	20.426	8.860	13.665	15.288	3.948	2.103
	<i>P</i>	0.410	0.028	0.266	0.142	0.055	0.785	0.833
L	d. f.	9	9	6	4	2		
	$\chi^2$	20.183	8.347	10.552	3.991	3.111		
	<i>P</i>	0.017	0.500	0.106	0.417	0.213		
M	d. f.	18	18	12	14	10	5	4
	$\chi^2$	21.853	27.065	25.175	6.902	22.317	3.601	5.418
	<i>P</i>	0.242	0.081	0.015	0.936	0.014	0.611	0.251
N	d. f.	40	29	19	14	11	7	6
	$\chi^2$	42.187	33.268	20.603	11.625	7.217	3.345	8.500
	<i>P</i>	0.382	0.270	0.365	0.636	0.780	0.848	0.204
R	d. f.	18	12	14	16	12	7	5
	$\chi^2$	13.613	8.302	15.782	6.779	13.219	9.384	0.439
	<i>P</i>	0.752	0.760	0.331	0.976	0.359	0.230	0.999
T	d. f.	19	23	7	6	3	2	
	$\chi^2$	22.185	18.488	6.107	10.770	1.713	0.549	
	<i>P</i>	0.278	0.729	0.529	0.097	0.638	0.761	
U	d. f.			4	8	11	7	4
	$\chi^2$			5.273	8.084	23.951	5.489	0.486
	<i>P</i>			0.264	0.432	0.013	0.602	0.974
V	d. f.	20	23	12	12	9	5	1
	$\chi^2$	14.378	27.648	18.753	6.005	16.396	3.823	2.700
	<i>P</i>	0.809	0.232	0.096	0.914	0.062	0.578	0.101
W	d. f.	14	33	21	12	10	8	6
	$\chi^2$	9.659	34.401	26.467	9.616	6.854	2.971	2.815
	<i>P</i>	0.786	0.452	0.191	0.650	0.738	0.934	0.829
Z	d. f.	20	11	6	4	2	1	
	$\chi^2$	28.339	11.962	9.075	5.728	2.214	0.100	
	<i>P</i>	0.102	0.373	0.175	0.223	0.338	0.757	

はこれにくらべればはるかに簡便な計算法を提唱し、これによる種々の解析例をしめした。今、比較的容易なこの Bliss and Owen<sup>6)</sup>の方法によって、各供試木ごとの共通の  $k$  の値を、供試木  $K$  の資料をもちいて求めてみることにしよう。それにはまず資料から次の値を計算する。

$$x' = \bar{x}^2 - s^2/N, \quad y' = s^2 - \bar{x}$$

この値は、第4表の4,5欄に示した。最初の  $k$  の推定値は、

$$k' = \Sigma x' / \Sigma y'$$

横軸に  $y'$ 、縦軸に  $x'$  をとり、各点を打点したとき、

それが直線  $y = \frac{x'}{k}$  の近くにちらばっている場合は、

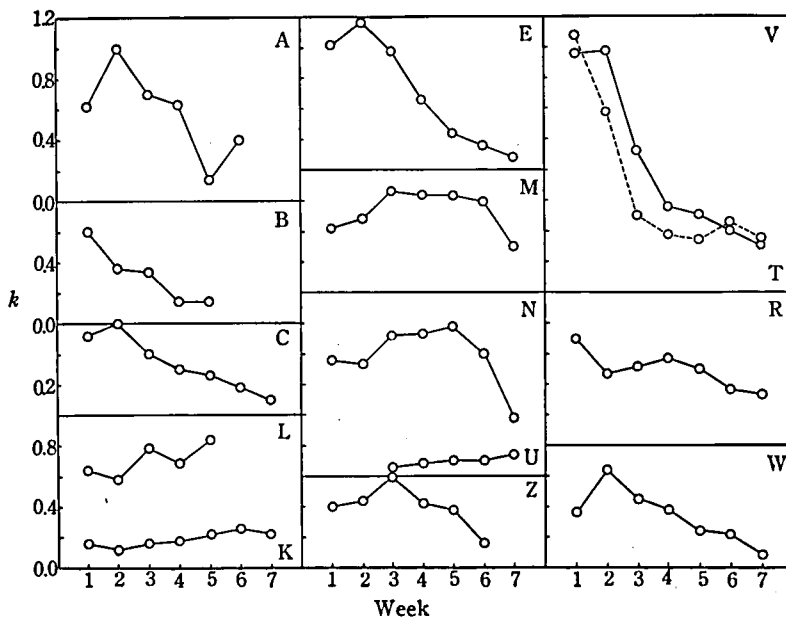


Fig. 2. Weekly changes of  $k$ 's

Table 4. Estimation of  $k_c$  within seven successive weekly observations. Data from adult counts  $x$  of *Cryphalus fulvus* Nijima emerged from dead pine branch of tree K.

Week	$\bar{x}$	$s^2$	$x'$	$y'$	$y'/x'$	$(x+k)^2$	$wx'$	$wy'$
1	0.7067	4.5195	0.4518	3.8125	8.438468	0.781306	0.275847	2.327726
2	1.0059	8.9332	0.9178	7.9272	8.637176	1.399761	0.153970	1.329866
3	0.6598	2.9016	0.4049	2.2417	5.536429	0.059144	0.307626	1.703150
4	0.9003	3.9543	0.7689	3.0540	3.971908	1.161039	0.185628	0.737297
5	0.8358	3.1730	0.6651	2.3372	3.514058	1.026199	0.210019	0.738019
6	0.7214	2.3780	0.4954	0.6566	3.343964	0.807509	0.266896	0.892491
7	0.4340	1.3346	0.1824	0.9006	4.937500	0.373584	0.576901	2.848449
	5.2639	27.1942	3.8863	21.9298	38.379503	5.608541	1.976887	10.576997

$k' = 21.9298/3.8863 = 0.177215$ ,  $A = 0.215521$ ,  $\Sigma(wx'^2) = 0.910360$ ,  $\Sigma(wx'y') = 4.981283$ ,  $k_c = 0.182756$ ,  $\Sigma(wy'^2) = 31.254946$ ,  $B_0^2 = 27.256448$ ,  $X^2 = 3.998498$ ,  $\Sigma w = 5.796842$ ,  $C = 19.298933$ ,  $[wx'^2] = 0.569332$ ,  $[wx'y'] = 1.374228$ ,  $[wy'^2] = 11.956013$ ,  $B^2 = 3.317051$ .

Effect of	D. F.	S. S.	M. S.	F
Slope, $1/k$	1	$B_0^2 = 27.256448$	$B_0^2 = 27.256448$	$B_0^2/s^2 = 12.620$
Computed intercept against 0	1	$C + B^2 - B_0^2 = 0.038313$	$I_0 = 0.038313$	$I_0/s^2 = 0.0177$
Error	4	$[wy'^2] - B = 8.638962$	$s^2 = 2.159741$	

$1/k_c = 5.47178 \pm 1.04808$ ,  $t = 1.960$  at  $P = 0.05$

Confidence limits: for  $1/k_c$ , 7.52601 and 3.41755; for  $k_c$ , 0.13287 and 0.29261

$k'$  は  $k_c$  の推定値に近い。また共通の  $k$  の値は  $\bar{x}$  にかんけいない値となるので、共通な  $k$  の値が求められるときは  $\bar{x}$  に対して各  $y'/x'$  の関係を打点とすると、横軸に平行な直線関係となる。それゆえ、この関係から共通の  $k$  の値が求められるかどうかの推測もある程度できる。この関係を第1表の値を用いて、第3,4図に示した  $y'$  の  $x'$  に対する各点が、直線  $y' = \frac{1}{k'} x'$  からかなり離れて散らばりがある場合は、重みをかけて補正する補正にはまず  $A$  という値をつぎの式でもとめる。

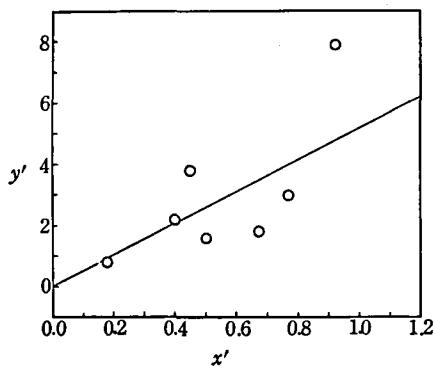


Fig. 3. Regression estimate of  $k_c$  for the distribution of *Cryphalus fulvus* Nijjima emerged weekly from tree K, where  $x' = \bar{x}^2 - s^2/N$  and  $y' = s^2 - \bar{x}$ . The slope of the weighted regression is  $1/k_c = 5.4718 \pm 1.0481$ .

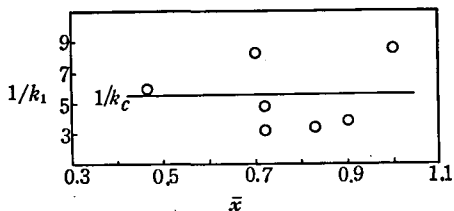


Fig. 4. Distribution of  $1/k_1 = y'/x'$  about horizontal line for the regression estimate of  $1/k_c$

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

この  $A$  を用いて  $wx'$  を次式で計算する。

$$wx' = A/(\bar{x} + k')$$

さらに  $wx^2, wy', wx'y', wy^2$  をもとめ、これらの値から

$$k_c = \Sigma(wx'^2) / \Sigma(wx'y')$$

を算定する。 $\hat{k}$  の検定には

$$B_0^2 = \Sigma^2(wx'y') / \Sigma(wx^2),$$

$$\chi^2 = \Sigma(wy'^2) - B_0^2 \text{ (d.f.} = n-2)$$

によっておこなう。これらの計算値は、第4表下欄に示した。また分散分析は、

$$[wx'^2] = \Sigma(wx'^2) - \Sigma^2(wx') / \Sigma w,$$

$$[wx'y'] = \Sigma(wx'y') - \Sigma(wx') \Sigma(wy') / \Sigma w,$$

$$[wy'^2] = \Sigma(wy'^2) - C$$

$$C = \Sigma^2(wy') / \Sigma w,$$

$$B^2 = [w'y']^2 / [wx'^2]$$

の値をもちいて、第4表の下段にしめしたような順序でおこなえばよい。共通の  $k$  が求められる時は第1行の  $F$  の値は有意性を示し、第2行の  $F$  検定は有意性を示さない。今算出した値について  $n_1=1, n_2=4$  で検定すると、第1行が有意で、第2行は有意を示さないことがわかった。

$1/k_c$  の分散および信頼限界は次式で求められる。

$$V(1/k_c) = 1 / \Sigma(wx'^2)$$

$$\text{信頼限界 } 1/k_c \pm t / \sqrt{V(1/k_c)}$$

同資料において  $1/k_c$  の分散は 1.09847 となり、信頼限界 (95%) は 7.52601 ~ 3.41755 となった。これより  $k_c$  の信頼限界 0.13287 ~ 0.29261 が求められる。

上のべた Bliss and Owen<sup>9)</sup> の方法で、各供試木ごとの調査日別資料間における共通の  $k$  の計算を試みた結果は、供試木14本の中、第5表にかかげた K, L, M, U, Z の5本だけに、そうした値の求められることがわかった。また、この5本の供試木における全体の共通の  $k$  の値を、第4表最下段に示したが、その確率は  $<0.005$  となり、全体の共通の  $k$  の値は求められなかった。このように各供試木での共通の  $k$  が求められ

Table 5. Results of estimation of  $k_c$  within successive weekly counts in tree K, L, M, U and Z.

Tree	No. of samples	No. of observations	$k_c$	$\chi^2$	d. f.	Probability
K	95	7	0.1828	3.998	5	0.552
L	63	5	0.8471	0.753	3	0.860
M	103	7	0.5952	8.455	5	0.140
U	279	7	0.0898	5.415	5	0.376
Z	116	6	0.5568	8.074	4	0.091
Total	656	32	0.6103	72.707	30	$<0.005$

ても、全体の共通の  $k$  がえられなかったことは、各供試木間に異なる条件が介在していたことが考えられる。またこのことは、この条件の違いがわかりこれをとりのぞくようにできれば、供試木全体の共通の  $k$  がえられるものと考えられる。今回供試木として用いたものは、穿孔虫の加害をうけすでに枯損した木であるから、その加害は長期間にわたり幾度も加害されていたともおもわれる。また枯損時期も一定でないので、枯れてからの樹木の材質の変化の違いも当然ふくまれている。調査期間が一週間おきにしていることにも問題があるかも知れない。一方 Jacobson<sup>7)</sup> は樹枝から揮散する化学物質がキクイムシ類を誘引すること、穿孔食害の結果出される木屑や糞などに、そうした誘引性の物質がふくまれていること、また昆虫自体、相互に集合をうながす性的な誘引物質がふくまれていることなどを綜説している。また Wood *et al.*<sup>10)</sup> は、その誘引物質を糞の中から分離し、それが 3 種の化合物の混合物であると同定している。このような昆虫の生理的要因も、分布様式の中に当然含まれてくるものと考えられる。

今回の試験結果からは、被害枯損木の樹枝部から、羽化脱出するキイロコキクイムシ成虫の分布はランダム分布ではなく、集中分布を示し、負の二項分布型によく適合することがあきらかになった。今後、被害枯損木を用いて、キイロコキクイムシ成虫の防除薬剤の有効度を評価するときには、羽化脱出する成虫は負の二項分布をするという、前提で行ないえよう。共通の  $k$  の値は、発生の環境条件をより限定することによってえられるかもしれない。しかしその条件の限定は、今後の検討にまたなければならぬ。

#### 摘 要

マツを加害する穿孔虫類の駆除を目的とする薬剤の、有効度を評価する場合の、より適切な試験方法を見出すために、マツの穿孔虫の加害をうけ、枯損した 14 本の立木について、その樹枝部の単位長さ 10cm から、羽化脱出するキイロコキクイムシ成虫の度数分布を一週間ごとに調べ、えられた 92 個の資料に対して、その分布型のあてはめを試みた。キイロコキクイムシの脱出分布を示し、その代表的な統計的モデルのひとつである負の二項分布型がいずれの資料にもよく適合

した。また負の二項分布の  $k$  の値を最尤法で求め、さらに共通の  $k$  の値の算出を試みた結果、同一供試木における調査日別の、成虫分布の共通の  $k$  が、5 本の供試木において求めえられた。発生の環境の条件をさらに限定することによって、キイロコキクイムシ脱出成虫の分布をしめす負の二項分布型の共通の  $k$  の算定は可能となるであろう。

#### 引用文献

- 1) Anscombe, F. J.: *Biometrics*, 5, 165~73 (1949).
- 2) Anscombe, F. J.: *Biometrika*, 37, 358~82 (1950).
- 3) Beall, Geoffrey: *Biometrika*, 32, 243~62 (1942).
- 4) Bliss, C. I. and Fisher, R. A.: *Biometrics*, 9, 176~200 (1953).
- 5) Bliss, C. I.: *Proc. 10th Intern. Congr. Entomol.* 2, 1015~32 (1958).
- 6) Bliss, C. I. and Owen, A. R. G.: *Biometrika*, 45, 37~58 (1958).
- 7) Jacobson, M.: *Insect sex attractants*. Interscience Publishers, New York, 154 pp. (1965).
- 8) Kleczkowski, A.: *Ann. App. Biol.* 36, 139~52 (1949).
- 9) 長沢純夫・浅野昌司・柴 三千代・伏見静枝: *防虫科学* (1967).
- 10) Wood, D. L., Stark, R. W., Silverstein, R. M. and Rodin, J. O.: *Nature* 215, 206 (1967).

#### Summary

The weekly adult counts of *Cryphalus fulvus* Nijjima emerged from dead pine branches per unit of 10cm long were overdispersed. Ninety-two series of counts gotten from 14 dead pine trees could be well fitted to the negative binominal distribution. Common  $k_c$  within weekly counts were obtained in 5 trees of 14 trees. It was impossible, however, to calculate the common  $k_c$  for 5 pine trees.