

Spatial Distribution of Entrance Burrows of *Cryphalus fulvus* Nijima on Pine Branches placed for Oviposition. Studies on the Control of Forest Pests. VI. Sumio NAGASAWA, Shoji ASANO and Fuyoko MAKITA (Research Laboratory, Kumiai Chem. Indus. Co., Shimizu). Received January 22, 1969. *Botyu-Kagaku*, 34, 22, 1969 (with English Summary 25)

5. 餌木のマツにあげられたキイロコキクイムシの穿入孔の分布. 林業害虫の防除に関する研究. 第6報. 長沢純夫・浅野昌司・牧田富代子(クミアイ化学工業株式会社研究所) 44. 1. 22 受理.

餌木のマツにのこされたキイロコキクイムシの穿入孔の数の分布は、過大分散で、負の二項分布型に適合し、8組の標本については共通の k_0 を算定することができた。直径 1.3~6.0cm の樹枝の間では、その表面積による穿入孔の数との相違は大きいものではなかった。

天然の枯損木、あるいは餌木のマツから羽化脱出するキイロコキクイムシ *Cryphalus fulvus* Nijima の成虫の分布と、枯れた樹枝部にのこされた母孔の分布については、それらが負の二項分布型によく適合することをさきに報告し^{1,2)}、さらにこれらの知見を基礎にして行なわれた、殺虫試験結果の解析例についても述べた^{3,4)}。ところでこの種昆虫の分布型調査の対象となる事象の一つに、産卵のためにあげられた穿入孔が残されている。キイロコキクイムシは産卵にあたって、まず樹皮に穿入孔をつくり、それをたよりに雌雄が樹皮下に入って、そこで交尾産卵が行なわれることが明らかにされている。ここでもし、健全木を餌木にもちいて成虫の飛来にさらし、一定期間後、そこにあげられた穿入孔を数えて、その多少を誘引剤、忌避剤、あるいは殺虫剤の効力判定の指標とするならば、成虫の羽化脱出をまってその数から効果の判定をおこなうより、はるかに時日の節減が可能であろう。今回そうした意図のもとになされる試験結果の解析にあらかじめしておかなければならない穿入孔の分布様式を調査した。その結果をここに述べる。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

餌木にもちいたクロマツは、清水市三保海岸保安林において、1968年6月と9月に間伐された直後の直径 1.3 から 6.0cm の樹枝部である。したがって、これらは1本の立木から集められたものでなく、多くの木からえられたもので、その長さや直径のほぼ等しいものを選んで、一組の供試餌木とした。長さ 1.8m のもの20本および 2.0m のもの20本をそれぞれひとつのブロックとした組と、長さ 1.2m のもの36本を1ブロックとした6組の合計8組について調査したが、それらを産卵のために設置した期間は、第3表の末尾に示した通りである。餌木のための樹枝は、伐採樹の下に伐採された小枝葉をしいて、その上に上下交互には

ば東西の方向に並べた。一定期間放置後 10cm を1調査単位として、その上にあげられた穿入孔を数えた。

結果と考察

調査結果の1例として、1968年6月24日に伐採、7月17日までの23日間、産卵のために、樹林内に放置されたブロックAについて、数えられた数値を第1表に示した。もし供試木がキイロコキクイムシ成虫の飛来穿入に対して、等しい状態におかれていた場合は、穿入孔の数は、その平均値と分散とが等しいポアソン分布にしたがわなければならないはずである。しかし第1表の下段に示したように、分散が抽出誤差の範囲内で、平均値と等しいかどうかを χ^2 検定した結果は、 $n=359$ において $P<0.005$ となり、はるかに過大分散であった。その様相は第1表に示した数字の上にもみられ、穿入孔の分布は、かなりかたより、とくに供試木によっていちじるしい違いがみとめられる。これはポアソン分布をするという仮定において、 χ^2 検定を行なった第2表、第2欄の値からも明らかで、 $P<0.001$ で有意である。第3欄の χ^2 の値も、第2欄のそれほどには大きくないが、やはり $P<0.001$ で有意で、設置方向によるかたよりも、これに加わっている事がうなづかれる。穿入孔が、こうした集合性をもった過大分散を示す原因については、さきに母孔の分布について論じたその事⁵⁾がある程度あてはまるであろう。よって過大分散の事例を示すに最もふさわしい数学的モデルの一つとしてあげられる、負の二項分布型のあてはめを試みた。その結果は、第1表最下段の χ^2 の値が示すように、高い適合性がえられた。同じ結果にポアソン分布をあてはめた結果は、危険率 $P=0.05$ において適合性をみとめることはできなかった。ブロックBからHにいたるおのおのについて、同様のあてはめをおこなった結果は、第3表第4欄以下に示すごとくで、いずれの場合もその穿入孔の数の分布は、負の二項分布型に適合した。そしてこの表には示さなかったが、いずれもポアソン分布にはあてはめることは不可

Table 1. Number of entrance burrows (x) per 10cm unit of pine branch made by *Cryphalus fulvus* Nijima for the purpose of oviposition. Small arrow head indicates the top of branch. (Block A)

Direction of pine branches were placed. East—West	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	Total		
	6	3	3	7	0	5	0	5	0	2	0	7	1	3	0	3	2	0	0	1	48
	5	0	0	7	1	2	0	4	0	7	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	31
	3	0	0	1	0	0	2	4	1	2	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0	19
	7	1	0	3	1	3	1	2	1	8	0	2	1	4	0	2	0	0	0	0	36
	4	1	1	3	1	0	2	2	0	4	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	23
	1	0	4	2	2	1	1	3	0	5	5	2	0	0	1	2	0	0	0	0	29
	3	1	0	3	2	0	3	4	0	4	3	2	0	1	1	4	0	1	0	0	32
	4	1	0	1	1	1	2	1	0	3	2	5	1	1	1	0	0	0	0	0	24
	2	1	1	0	0	0	1	1	0	7	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	18
	2	0	0	1	1	1	3	1	0	1	2	1	2	2	0	1	0	1	0	0	19
	1	1	1	1	1	4	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	4	0	0	0	15
	0	2	0	2	5	1	0	1	1	0	4	1	2	3	0	0	0	0	1	1	24
	0	1	0	1	1	0	1	5	0	2	3	1	3	3	0	1	0	0	0	0	22
	3	1	0	1	1	2	0	2	1	3	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	19
	0	0	1	1	3	0	1	1	1	1	7	0	1	0	0	0	0	0	1	0	18
	1	0	1	0	4	2	1	1	0	1	8	0	2	1	0	0	0	0	0	0	22
	3	0	0	1	3	1	0	5	3	0	6	3	8	3	2	0	0	0	0	0	38
	8	2	0	0	2	1	1	0	2	0	4	0	7	0	0	2	0	0	1	0	30
	Total	53	15	12	35	32	20	19	42	11	50	51	33	31	26	5	22	3	2	3	2

$$N=360, \bar{x}=467/360=1.2972, s^2=1103.20/359=3.0730$$

$$\chi^2=1103.20/1.2972=850.447, n=359, P<0.001$$

Frequency distribution of above data: f =No. observed. $P\phi$ =Poisson distributions, $NB\phi$ =Negative binominal expectations.

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8+
f	161	90	41	30	15	9	2	8	4
$P\phi$	98.42	127.63	82.76	35.78	11.59	3.00	0.64	0.11	0.07
$NB\phi$	161.54	85.47	47.91	27.36	15.77	9.14	5.32	3.10	4.39

From $P\phi$, $\chi^2=170.20$, $n=4$; from $NB\phi$, $\chi^2=6.32$, $n=5$.

Table 2. χ^2 -analysis of entrance burrow distribution in Table 1.

Variation	D. F.	χ^2	P
Between columns	19	236.854	<0.001
Between rows	17	48.525	<0.001
Remainder (difference)	323	565.051	<0.001
Total	359	850.430	<0.001

能であった。

負の二項分布のあてはめにあたってもちいた。集中度を示す母数 k の値を、第3表に示したが、これらは Bliss and Fisher²⁾の方法によって算定したものである。ここでもし8個の標本について共通の k_e の算定が可能であれば、穿入孔の数によつて薬物の有効度を判定する試験結果の解析は、その都度対照区をもうけ

て k をきめる必要がなくなるから、大幅に労力は節減できるであろう。共通の k_e がもとめられるか否かを Bliss and Owen方法によつて検定した結果、共通の k_e は 0.8743 をもつてこれにあてることができた。その95%信頼限界は 0.7571~1.0344 であった。さきに浅野ら²⁾は供試木の条件をある程度限定することにより、また供試木を多く用いることによって、共通の k_e は算定できるであろうとするしたが、本文の結果はそうした想定を要付けるものであろう。

なお筆者らは今日まで、こうした分布型を考察するにあたって、調査単位は一律に10cmとし、その太さすなわち表面積については考慮を払わなかった。筆者らが用いた大きさの範囲の樹枝においては、そうした考慮が果して必要であるか否かを検討してみよう。それは樹枝の直径と、穿入孔の数の関係をグラフの上に打点し、その間の相関の有意性を検定すれば、ことた

Table 3. Observed entrance burrow distributions (f) of *Cryphalus fulvus* Nijima on pine branches placed for oviposition, and their negative binominal ($NB\phi$) expectations.

Burrows per twig x	A		B		C		D		E		F		G		H	
	Obs. f	Exp. $NB\phi$	Obs. f	Exp. $NB\phi$	Obs. f	Exp. $NB\phi$	Obs. f	Exp. $NB\phi$	Obs. f	Exp. $NB\phi$	Obs. f	Exp. $NB\phi$	Obs. f	Exp. $NB\phi$	Obs. f	Exp. $NB\phi$
0	161	161.54	269	270.33	339	339.01	265	264.48	310	310.00	242	242.96	225	220.77	213	209.60
1	90	85.47	101	96.00	62	63.44	93	95.30	87	86.19	109	106.34	87	99.84	92	100.77
2	41	47.91	36	38.27	24	19.21	42	40.01	23	25.16	45	46.52	55	51.16	49	47.45
3	30	27.36	13	15.81	4	6.56	17	17.59	8	7.46	22	20.35	32	27.24	27	22.69
4	15	15.77	6	6.65	0	2.36	9	7.91	4	+3.19	8	8.90	15	14.77	11	10.69
5	9	9.14	4	2.82	1	0.89	3	3.60			1	3.89	10	8.10	6	4.96
6	2	5.32	2	1.21	2	+0.53	2	1.37			2	1.70	2	4.48	2	+3.84
7	8	3.10	1	+0.91			0	0.63			2	0.74	6	+5.64		
8	4	+4.39					1	+1.11			1	+0.60				
N	360		432		432		432		432		432		432		400	
$\bar{x}$	1.29722 ± 0.09399		0.63657 ± 0.05139		0.32176 ± 0.03579		0.69213 ± 0.05547		0.40046 ± 0.03654		0.77778 ± 0.05656		1.05787 ± 0.07568		0.89250 ± 0.06422	
$\hat{k}$	0.89349 ± 0.13963		0.80329 ± 0.15998		0.44724 ± 0.11266		0.75167 ± 0.13823		0.90945 ± 0.27679		1.00098 ± 0.18962		0.78998 ± 0.11999		1.05211 ± 0.20596	
χ^2	6.322		1.824		1.388		0.468		0.432		0.882		4.697		2.796	
n	5		3		2		3		2		3		5		4	
P	0.283		0.613		0.500		0.925		0.809		0.782		0.462		0.598	
No. branches	20		36		36		36		36		36		36		20	
Length of branch (m)	1.8		1.2		1.2		1.2		1.2		1.2		1.2		2.0	
Duration placed for oviposition	6.24~7.17 1968		6.24~7.17 1968		6.24~7.17 1968		6.24~7.17 1968		9.6~9.28 1968		9.6~9.28 1968		9.6~9.28 1968		9.6~9.28 1968	

Table 4. Correlation coefficient r between surface area of an unit branch and number of entrance burrows.

Block	N	Area(cm ²)	No. burrows 100cm ²	r	F
E	432	84.0(40~145)	0.476	0.1632	11.760
F	432	85.3(50~170)	0.911	0.0939	3.828
G	432	79.9(42~145)	1.324	0.3724	69.224
H	400	104.5(50~188)	0.854	0.1999	16.572

りよう。標本E, F, GおよびHについて検討した結果は、第4表に示すごとくで、標本Eにおいては、有意の相関は見出されなかったが、他の標本においては、いずれも危険率 0.05 においてその相関は有意であった。しかしその程度はかなり小さく、殺虫試験をおこなう場合無作為に供試木をとることによって、たやすく平均化できるであろう。

以上の結果から、餌木としたクロマツの樹枝部を加害する、キロコキイムシの穿入の仕方は、ランダムではなく、集合性をもち、その分布様式は、負の二項分布に適合することがわかった。さらに共通の k_2 が算出できたことは、その集合性に何らかの同一な傾向が存在していることが推測される。負の二項分布を示す要因については、さきの母孔の分布や、脱出成虫の分布について論じた事が穿入孔の場合にもあてはまるであろう。とくに今回の場合は、供試木のもつ化学的、物理的誘引性や、穿孔した昆虫の放出するフェロモンによる誘引が大きな要因となろう。すでに *Ips*, *Dendroctonus* ではフェロモンの同定がなされている。穿入する昆虫が、先きに穿孔した個体による影響をうける場合、理論的にもランダム分布にはなりがたく、集合分布を示す。マツの樹枝部に形成された母孔や、樹枝部から脱出する成虫の分布が集合分布を示し、負の二項分布に適合することをすでに報告したが^{1,2,6)}、今回の調査結果と併せて、三者の間には、密接な因果関係があり、その相互関係を明確にする事も重要である。今後の検討の課題としたい。穿入孔の形成は、その全部が完全な母孔形成に結びつくものではなく、穿孔の途中、直後あるいは母孔形成初期の死亡、母孔を形成しても交尾、産卵の不完全に終るものなど、必ずしも穿入孔の数と母孔数とは一致しない。筆者らの調べた1例では、穿入孔の平均数が 0.8925 のとき、次世代幼虫の発育可能な母孔数の平均は 0.7650 であり、さらに母孔から孵化、発育する幼虫も、寄生蜂、寄生菌、およびその他の原因で生育の途上で死亡するものもあり、母孔の形成と脱出成虫数が一致しない事もおこりうる。さきに報告した脱出成虫の分布が負の二項分布によく適合しながらも、その共通の k_2 が求め難

い原因はこうした複雑な要因をその間に内在する故でもあろう。

摘 要

健全なマツの樹枝を、一定期間樹林内に放置し、キロコキイムシの飛来産卵にさらした後、そこにあけられた穿入孔の数を、10cm を調査単位としてしらべ、これが負の二項分布型に適合することを明らかにした。えられた8組の負の二項分布型にたいして、共通の k_2 を算定、0.8743 の値をきめた。直径1.3から6.0cm の間の樹枝においては、その表面積と穿入孔の数の間の相関はあまり大きいものではなかった。

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) 浅野昌司・長沢純夫・伏見静枝：防虫科学, 33, 86~90 (1968).
- 3) Bliss, C.I. and R.A. Fisher: *Biometrics*, 9, 176~200 (1953).
- 4) Bliss, C.I.: *Proc. 10th Intern. Congr. Entomol.* 2, 1015~1032 (1958).
- 5) Bliss, C.I. and A.R.G. Owen: *Biometrika*, 43, 37~58 (1958).
- 6) 長沢純夫・浅野昌司・柴三千代・伏見静枝：防虫科学, 33, 46~54 (1968).
- 7) 長沢純夫・浅野昌司・伏見静枝：防虫科学, 33, 80~85 (1968).
- 8) 長沢純夫・浅野昌司・伏見静枝：防虫科学, 33, 153~158 (1968).

Summary

In the summer of 1968, some healthy pine branches, having diameters ranging from 1.3 to 6.0cm, were placed in a pine forest and exposed for oviposition of *Cryphalus fulvus* Nijima for a period of 22~23 days. After that, the number of entrance burrows made on bark was counted

per unit of 10cm. These numbers showed over dispersion. The spatial distributions of eight samples could be well fitted to the negative binominal. It was possible to calculate a common

k , for all samples. The estimated result was 0.8743. The slightly positive correlation coefficients between surface area of unit branch and number of entrance burrows were significant at $P=0.05$.

抄 録

土壤中における DDT の DDD への変換とそれら化合物の土壤微生物に対する影響

Conversion of DDT to DDD in soil and the effect of these compounds on soil microorganisms. Ko, W.H. & J.L. Lockwood: *Canadian J. Microbiol.* 14: 1069-1073, 1968.

DDT を施した土壤から DDD [1,1-dichloro-2,2-bis(*p*-chlorophenyl)ethane] と DDE [1,1-dichloro-2,2-bis(*p*-chlorophenyl)ethylene] が検出されるのは微生物によって DDT が変換されたためと考えられている。また DDT など塩素系殺虫剤は一般に抗菌性を示さないといわれている。これに対し本報告では DDT と DDD が土壤微生物に対して人工培地上では阻害作用のあることが確認された。DDT は嫌氣的土壤条件下では比較的速かに消失する。このときアルファルファの残渣を混入するとさらに急激に減少することがわかった。

一方、DDT の減少に伴って DDD が増加してくる。アルファルファ混入土壤を滅菌して DDT を加えると 5 週間後も変化がないことから、DDD への変換は生物学的であることが推定される。DDT および DDD の土壤微生物に対する影響を人工培地上で比較すると、細菌と放線菌では DDD の抗菌性は DDT より強い。しかし 10 種のカビに対しては両化合物とも 100ppm でも影響はなかった。この場合 *Mucor ramannianus* は例外で 10~100ppm の DDD で阻害された。また DDT あるいは DDD をそれぞれ 1, 10, 100ppm 含む培地で土壤微生物を分離すると、細菌は 1ppm でコロニー数が減少し、100ppm では 90% 以上が阻害された。放線菌も 10ppm で減少しはじめるがそのコロニー数は DDT よりも DDD によって強く阻害される。なおカビに対しては両者とも無害であった。しかし土壤中の微生物に対しては DDT, DDD とともにほとんど抗菌作用はない。なお放線菌の数は 100ppm でわずかに減少する。DDD は土壤中において DDT より安定であることから、この変換が施用した DDT の残留性に寄与していると考えられる。(上山昭則)

土壤中における微生物による塩素系農薬の蓄積と濃縮

Accumulation and concentration of chlorinated hydrocarbon pesticides by microorganisms in soil. Ko, W.H. & J.L. Lockwood: *Canadian J. Microbiol.* 14: 1075-1078, 1968.

残留農薬が高等植物および動物の食物連鎖にしたがって蓄積されることは知られているが、微生物による蓄積については今までほとんど知られていなかった。著者らは Dieldrin, DDT および PCNB が植物病原菌である *Rhizoctonia solani* ほかに 7 種のカビや放線菌によって蓄積されることを確認した。湿潤土壤 1g あたり Dieldrin, DDT, PCNB をそれぞれ 42 μ g ふくむように加えカビを接種すると 24 時間後 Dieldrin は 14~18 μ g, DDT は 4~9 μ g, PCNB は 41~57 μ g が菌糸から検出された。また Dieldrin 含有土壤に放線菌を接種すると 21~33 μ g が検出された。とくに PCNB は土壤中の濃度以上に菌体に蓄積された。*R. solani* を用い吸収量を調査すると、3 農薬ともに 50 時間までの調査では培養時間に比例して増加した。また接種 48 時間後の菌糸中の DDT, Dieldrin, PCNB の濃度は土壤中の濃度のそれぞれ 1.8, 2.4, 7 倍であり、これは最初に加えられた量の 1.5, 2.0, 6.0% であった。Dieldrin 250 μ g を含む土壤 6g あたり 500mg の *R. solani* 菌糸を接種するとその吸収量は 25 μ g となり、これは土壤中の濃度の 10% に相当する。菌糸への Dieldrin 吸収量は土壤に加えた Dieldrin 量に比例し、また菌糸の生死とは無関係である。すなわち菌糸による農薬の蓄積は土壤微生物の代謝活性 (metabolic activity) とは無関係である。これら生あるいは死微生物によって農薬が蓄積されるために土壤中で長く保持されるのではないかと考えて、有機物による農薬の蓄積量と微生物による農薬の吸収量とを比較した。H₂O₂ 処理土壤に *R. solani* の乾燥菌体を全体の 1% になるように混入すると Dieldrin の 70%, PCNB の 80% が菌体に蓄積された。すなわちこれらの農薬の残留に対しては有機物よりもむしろ菌糸の占める役割の方が大きいことがわかった。(上山昭則)