マツノキハバチに関する生態学的研究

II. 集団サイズと死亡率・死亡要因の関係について

中 村 寛 志

上戸学園女子短期大学

Ecological Studies on the European Pine Sawfly, *Neodiprion sertifer* (GEOFFROY) (Hymenoptera: Diprionidae). II. Relationship Between the Colony Size and Mortality Rate or Cause of the Death in Eggs and Larvae. Hiroshi NAKAMURA (Joto Gakuen Women's Junior College, Takasecho, Mitoyo-gun, Kagawa 767, Japan). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **25** : 63-70 (1981)

The survival rate and the mortality causes of *Neodiprion sertifer* were investigated from the egg stage to the fourth instar at two census areas (Campus Forest B and Ohshiba), Nagano Prefecture in 1976 and 1977. High mortality due to the predation of spiders occurred in the first-instar larvae at Campus Forest B, where the population density was comparatively low. In contrast, many larvae in the third instar died of the disease at Ohshiba, where outbreaks of *N. sertifer* had frequently occurred since 1975. The rate of hatchability of eggs at Ohshiba was 10% lower than that at Campus Forest B, but there was no significant relationship between the size of the egg clusters and the rate of hatchability. The mortality of the first instar larvae became higher with the decrease in the size of the colony at both census areas in 1976. At Ohshiba in 1976, the mortality due to the disease occurred in earlier stages in the small colonies than in the large ones, and all larvae of the colonies with less than 50 individuals died of the disease in the third instar stage. It was revealed by key-factor analysis that predation by spiders in the group in the first instar at Campus Forest B and the disease in the group in the third instar at Ohshiba were the main factors which gave rise to a difference in the mortality rate among the colonies, although these factors changed with the increase in the size of the colonies.

緒 言

野外での集合性昆虫については、アメリカンロヒトリ *Hyphantria cunea* の生命表 (ITÔ and MIYASHITA, 1968) やホオズキカメムシ *Acanthocoris sordidus* の分布様式 (藤崎, 1973) の研究などがみられ、また防御行動の立場からも集合効果が明らかにされている (CARNE, 1969; FUJISAKI, 1975)。しかし集団サイズと生存率との関係を野外でとらえて、集合効果を評価した研究は少ないといえる (LYONS, 1962; 桐谷ら, 1966)。従来の室内分離飼育では、若齢幼虫の集合効果に関する限りでは、集団サイズが大きいく程、生存や発育などに有利であることが検証されて来た (森本, 1960; 杉本, 1962; KIRITANI, 1964 など)。ところが野外でみられる幼虫集団は、室内飼育で人為的に作られた集団とは異なることが多く、天敵など別の死亡要因が働くものと考えられる。

それゆえ野外における集合効果を評価するとき、集団別生命表をもとにして集団サイズと死亡要因、死亡率との関係を分析していく必要があると考えられる。

マツノキハバチ *Neodiprion sertifer* (GEOFFROY) は膜翅目 (Hymenoptera)、マツハバチ科 (Diprionidae) に属し、幼虫期は強い集合性を示し集団でアカマツなどの葉を食害する。本種の生活史や死亡要因については、GRIFFITHS (1959) や WALLACE and SULLIVAN (1963) など多くの報告がみられる。本研究の調査地域である長野県上伊那地方での幼虫の死亡要因としては、若齢期ではクモ類による捕食、また3齢以後では病気、移動・分散による死亡が主要なものとみなされた (中村, 1978)。

本研究はマツノキハバチの個体群密度の異なる2地域で、卵期、幼虫期の生存率と死亡要因を集団を単位として調査し、これらと集団サイズとの関係を考察したものである。

1980年9月29日受領 (Received September 29, 1980)

本文に入るに先だち、終始暖かく御指導賜わった信州大学農学部応用昆虫学研究室の森本尚武教授に深い感謝の意を表します。

材料および方法

1. 調査地域

本調査は 1976, 1977 年に長野県上伊那郡南箕輪村にある信州大学農学部構内演習林 B 区と、約 2 km 離れた同村大芝のアカマツ林に発生していたマツノキハバチの自然個体群について行ったものである。

構内演習林 B 区は東西 100 m, 南北 30 m の方形区に樹高 2~5 m のアカマツ約 300 本と落葉広葉樹が点在している地域である。大芝は広範囲にわたるアカマツの植林地帯であるが、その中で樹高 2~5 m の地域を選び東西 300 m, 南北 100 m の調査区を設けた。大芝では 1975, 1976 年にアカマツの葉がほとんど食害される程に本種が大発生をしたが、演習林 B では個体群密度は低くほとんど被害はみられなかった。

2. 調査方法

1976 年には演習林 B で 4505 卵 (46 集団)、大芝で 3278 卵 (31 集団)、1977 年には演習林 B で 7066 卵 (99 集団)、大芝で 4683 卵 (79 集団) について卵塊単位に卵粒数、孵化幼虫数、死亡要因を調査した。このうち第 4, 5 表に示した集団については幼虫期も集団単位で生存幼虫数、齢期、死亡要因などについて調査を行った。

本種 1 雌当たりの蔵卵数は 80~100 卵であったが (中村, 1978), 本調査における 1 枝当たりの卵塊卵粒数の最大は 1976 年演習林 B で観察された 296 卵であった。これは 1 枝に 2 頭以上の雌が産卵したためと考えられる。本種は同一枝内の幼虫がすべて 1 集団を形成し、この集団を基本として生活をする。それゆえ本研究における 1 集団とは同一卵塊か否かを問わず 1 枝当たりの卵又は幼虫の集団をさすものである。

3. Key-factor 分析法による集団と死亡要因との関係を検出する方法

VARLEY and GRADWELL (1960) は key-factor 分析法を提案し、ナミスジフユナミジャク *Operophtera brumata* の生命表データから時間的な個体数変動の基本要因を検出した。桐谷ら (1966) はこの分析法において横軸にグループ分けされた卵塊サイズをとり、ミナミアオカメムシ *Nezara viridula* の各齢期における死亡率と集団サイズとの関係を分析した。

集合性昆虫の場合、ある地域での個体群の生命表は集

団単位の個体数推移が複合された結果として得られるが、この集団単位の生存率は、同一地域内でも各集団間で大きな変異がみられる。もしこの変異がある特定の死亡要因又は発育段階によって規定されているとするなら、桐谷ら (1966) が応用した key-factor 分析法において、グループ分けした集団サイズではなく各集団を単位としてプロットすることにより、この主要因を検出することができる。すなわち集団別生命表データより各集団ごとに、

$$K = \log (\text{卵塊卵粒数}) - \log (\text{最終発育段階の個体数}),$$

$$k_i = \log (i \text{ 番目発育段階の個体数}) - \log (i+1 \text{ 番目発育段階の個体数}),$$

$$K = \sum_{i=1} k_i$$

の値を求め、K 及び k を集団サイズ順にプロットする。この K の変化に最も良く対応する k が、集団間の生存率に変異をもたらしている主要因であるとみなすことができる。なお本研究では、k の値は発育段階別に求めたが、各死亡要因別に求めることもできる。

さらに K に対応する k が集団サイズの大小によって異なる場合は、集団間の生存率変動の主要因が集団サイズによって異なるとみなすことができる。次に k のグラフから各死亡要因の集団への働き方と集団サイズの関係を概略的にとらえることが可能である。いま各集団に同率の死亡が働いた場合、k の値は集団サイズにかかわらず一定値をとり、また同数の死亡がおこれば集団サイズが小さくなるに従って k の値は大きくなる。HOKYO and KIRITANI (1963) や MORIMOTO (1967) は集合性昆虫の場合、一般に死亡要因は集団を単位として all or none 的に働くことを指摘している。この分析法において k の値が各集団間で極めて大きな差が認められれば、死亡要因が all or none 的に働く傾向にあると推測できる。

この分析法の適用に当たっては、幼虫集団が互いに独立であること、すなわち幼虫集団間の移動交流がないか、あるいは無視できる程少ないことが前提となる。本調査においては、集団間の幼虫の交流は、1 齢から 3 齢までは両地域とも全くみられなかったが、4, 5 齢期では、大発生した大芝地区で幼虫の移動がみられた。それゆえ key-factor 分析法の適用は 1 齢から 3 齢までとした。ただし 1976 年の演習林 B では終齢期まではほとんど交流がみられなかったので 4 齢期まで適用した (第 3 図)。

結 果

1. 生存曲線

第1図 演習林Bにおける生存曲線と $100q_x$ 曲線。
○—○：生存曲線，●—●： $100q_x$ 曲線。

第2図 大芝における生存曲線と $100q_x$ 曲線。
○—○：生存曲線，●—●： $100q_x$ 曲線。

1976, 1977 年に演習林Bと大芝で調査した集団の総生存曲線を第1, 2図に示した。演習林Bの生存曲線(第1図)は両年とも同様な傾向を示し, 1齢期に個体数の大きな減少がみられ, 以後はあまり死亡がおこらず, 4齢期までの生存率はほぼ50%であった。1齢初期の $100q_x$ 値は1976年で27.1, 1977年で25.0で, 他の齢期の5~10倍であった。本種1齢期の死亡要因としては, クモ類, ヤニサンガメ *Velinus nodipes*, 風雨による落下などで, このうち特にヒメグモ科 (Theridiidae) などのクモ類による捕食が主要であった(中村, 1978)。3齢後期に $100q_x$ 値がわずかに上昇しているのは, 葉を食い尽して他の枝や木に移動・分散する過程におこった個体数の消失のためであった。

大芝(第2図)では4齢期までの生存率が1976年で8.8%, 1977年で28.0%と演習林Bよりはるかに低い値であった。これは3齢期に演習林Bではみられなかった病気が発生したためであった。特に1976年には3齢初期の $100q_x$ 値は73.4にも達し, 調査した30集団のうち病気による死亡がみられなかったのは, わずか4集団に過ぎなかった。本種幼虫の病気としては, ウイルス病が報告されているが(BIRD, 1953, 1955), 本研究では病気の種類を確認できなかった。

第1表 1枝当たりの平均卵粒数と孵化率

調査地域	年次	調査集団数	平均卵粒数	標準偏差	C. V. (%)	孵化率 (%)
演習林B	1976	46	97.93	62.49	63.82	91.50
	1977	99	71.37	45.68	64.00	93.22
大芝	1976	31	109.27	65.56	60.00	84.84
	1977	79	59.28	57.07	96.26	82.85

第2表 演習林Bにおける卵塊サイズ別の孵化率

卵塊サイズ	1976年			1977年		
	卵塊数	総卵粒数	孵化率 (%)	卵塊数	総卵粒数	孵化率 (%)
30未満	6	96	90.63	17	316	94.94
30—49	3	108	93.52	20	787	93.52
50—69	8	499	92.59	16	910	93.08
70—89	3	249	92.77	15	1134	93.56
90—109	9	910	92.97	16	1650	92.67
110—129	9	1051	92.58	6	723	89.35
130—149	2	288	97.92	2	264	92.80
150以上	6	1304	87.42	7	1282	95.40

1齢期の死亡率と死亡要因はともに演習林Bと同じであったが, 卵期はいずれの年も演習林Bより死亡率が高かった。

2. 産卵数

第1表に1枝当たりに産下された卵の平均卵粒数とその孵化率を示した。演習林Bの平均産卵数は1976年より1977年の方が少なかったが, 有意な差はみられなかった。1977年の大芝では59.28卵と極めて少なく, 他のいずれの地域, 年次の平均産卵数に対しても統計的に有意差(危険率5%)が認められた。これは1977年が大芝で3年間続いた大発生を終焉期であったからと考えられる。

孵化率は両年とも演習林Bより大芝の方が約10%程低かった。本種の卵期の死亡要因としては, 孵化失敗, 生理死, 葉枯に伴う死亡, そして捕食(捕食者不明)があげられる。大芝では1976年は孵化失敗と捕食の割合が高く, また1977年では葉枯に伴う死亡の割合が演習林Bの1.13%に対し8.65%もみられた。

3. 卵塊サイズと孵化率

第2, 3表に演習林Bと大芝での卵塊サイズ別孵化率を示したが, 両地域ともに規則的な関係はみられなかった。1976年大芝の110~129卵粒区で孵化率が66.09%と低かった(第3表)のは1集団の卵が48%も捕食されていたためであった。しかしそれ以外では各卵塊サイズ間で孵化率に大きな差はなかった。

桐谷ら(1966)はミナミアオカメムシでは極端に小さな

卵塊では不受精率が高く生理的に弱くなると述べているが、本種の 30 未満の極小卵塊の場合、孵化率は他の卵塊サイズと差はみられなかった（第 2，3 表）。これは本種が特殊性決定様式をとっており，不受精卵は雄個体になるためではないかと考えられる。

4. 幼虫集団サイズと死亡率

孵化幼虫数をもとにした集団サイズ別の 1～3 齢期の齢別死亡率を 4，5 表に示した。生存曲線（第 1 図）からも明らかなように，演習林 B（第 4 表）では 1976，

1977 年ともに 1 齢期の死亡率が一番高く，齢期が進むにつれて低くなった。この 1 齢期の死亡率と幼虫集団サイズとの間には 1976 年に一定の傾向がみられた。すなわち 30 頭未満の集団では 72.41％と一番死亡率が高く，30～109 頭の各区は 30～60％の間で，110 頭以上では 20％台の低い死亡率を示した。また 1977 年では 30 頭未満の小集団の死亡率は 33.33％で，1976 年より低く，他の集団サイズとの有意な差は認められなかったが，150 頭以上の集団では他の集団サイズよりわずかに低い死亡率を示した。2，3 齢期の齢別死亡率は集団サイズとの間には明瞭な関係はみられなかった。

大芝（第 5 表）では 1 齢期の死亡率は，演習林 B と差はなかったが，2，3 齢期に病気が発生したため高い死亡率を示した。1976 年の 1 齢期の死亡率と集団サイズについては，30 頭未満の小集団が比較的高く，150 頭以上の大集団では低い（19.36％）という演習林 B と同様の結果を示したが，1977 年ではこのような傾向はみられなかった。

大芝での 1976 年の 2 齢期の死亡率を集団サイズ別にみると，50～149 頭の各区は 30～40％であったの対

第 3 表 大芝における卵塊サイズ別の孵化率

卵塊 サイズ	1976 年			1977 年		
	卵塊数	総卵粒数	孵化率 (%)	卵塊数	総卵粒数	孵化率 (%)
30 未満	5	120	85.00	24	440	92.27
30—49	2	94	85.11	22	885	83.16
50—69	5	303	90.43	15	866	85.22
70—89	3	253	80.63	5	392	79.34
90—109	5	501	90.22	4	406	84.73
110—129	2	230	66.09	2	225	84.44
130—149	—	—	—	1	130	90.77
150 以上	9	1777	85.37	6	1339	77.45

第 4 表 演習林 B における幼虫集団サイズ別の齢別死亡率

集 団 サ イ ズ	1976 年						1977 年					
	調 査 集団数	総孵化 幼虫数	齢別死亡率 (%)				調 査 集団数	総孵化 幼虫数	齢別死亡率 (%)			
			1 齢	2 齢	3 齢				1 齢	2 齢	3 齢	
30 未満	7	116	72.41	9.38	6.90		7	120	33.33	12.50	12.86	
30—49	3	117	43.59	6.06	3.23		9	338	52.96	16.35	6.02	
50—69	7	435	34.48	9.82	2.72		11	678	31.12	6.21	2.51	
70—89	6	506	46.84	5.58	7.09		7	513	50.49	10.24	5.70	
90—109	8	803	58.28	15.38	6.31		12	1189	40.20	14.35	9.36	
110—129	6	696	29.60	11.43	2.76		3	347	38.04	8.37	4.57	
130—149 150 以上	5	1056	26.33	5.91	8.33		—	—	—	—	—	
							5	894	29.53	5.56	9.41	
合 計	42	3729	35.96	10.35	5.87		54	4079	38.32	9.78	7.18	

第 5 表 大芝における幼虫集団サイズ別の齢別死亡率

集 団 サ イ ズ	1976 年						1977 年					
	調 査 集団数	総孵化 幼虫数	齢別死亡率 (%)				調 査 集団数	総孵化 幼虫数	齢別死亡率 (%)			
			1 齢	2 齢	3 齢				1 齢	2 齢	3 齢	
30 未満	5	109	42.20	87.30	100.00		24	440	37.95	9.52	25.91	
30—49	2	71	39.44	67.44	100.00		19	686	26.53	7.94	59.27	
50—69	5	309	20.71	33.47	83.44		13	725	44.69	8.73	42.08	
70—89	5	387	38.76	44.30	83.33		2	186	23.66	7.04	31.82	
90—109	5	472	36.23	33.23	59.80							
110—129	5	666	31.98	40.40	82.22		2	228	34.65	7.38	54.35	
130—149							—	—	—	—	—	
150 以上	3	594	19.36	19.83	75.52		2	344	42.44	6.06	44.62	
合 計	30	2608	30.18	35.48	76.77		62	2609	36.11	8.04	45.21	

第3図 1976年演習林Bにおける集団間の生存率に差を生じさせている主要因検出のための key-factor 分析.

$$\begin{aligned}
 K &= \log(\text{卵塊卵粒数}) - \log(5 \text{ 齢初期数}) \\
 k_1 &= \log(\text{卵塊卵粒数}) - \log(1 \text{ 齢初期数}) \\
 k_2 &= \log(1 \text{ 齢初期数}) - \log(2 \text{ 齢初期数}) \\
 k_3 &= \log(2 \text{ 齢初期数}) - \log(3 \text{ 齢初期数}) \\
 k_4 &= \log(3 \text{ 齢初期数}) - \log(4 \text{ 齢初期数}) \\
 k_5 &= \log(4 \text{ 齢初期数}) - \log(5 \text{ 齢初期数})
 \end{aligned}$$

し、小集団の 30~49 頭区では 67.44%, 30 頭未満では 87.30% と極めて高く、反対に 150 頭以上の大集団では 19.83% と低い死亡率であった。3 齢期では 90~109 頭区の例外を除き、いずれの集団も 75% 以上の高い死亡率を示した。このことから集団サイズが小さい程病気による死亡が早い時期におこったということが出来る。

1977 年になると病気による死亡は、3 齢期のみにみられ、その死亡率も 1976 年よりはるかに低かった。また集団サイズとの間にも一定の傾向は認められなかった。

5. 集団間の生存率に差を生じさせる主要因

第3, 4図は 1976, 1977 年の演習林Bにおける集団別生命表をもとに key-factor 分析法を使って集団間の生存率に差を生じさせる死亡要因を検出するためのグラフである。これによると両年ともKの値は大きな変動を示し、集団間で死亡率の差がみられたことをあらわしている。このKの変化に最もよく対応しているのは k_2 、すなわち 1 齢期の死亡であった。この結果から 1 齢期の主要死亡要因であるクモ類による捕食量の多少が、各集団間の生存率の差を規定しているといえる。

1976 年の集団サイズ 185 頭以上のKは k_5 (4 齢期の死亡) に対応していた(第3図)。これは大集団の場合

は 4 齢期の移動・分散による死亡が、生存率に差を生じさせる主要因であったことを示している。

大芝における集団間の生存率に差を生じさせている主要因検出のためのグラフを第5, 6図に示した。これらにはKとともに $K' = \log(\text{卵粒数}) - \log\{(\text{4 齢初期幼虫数}) + (\text{病気による死亡個体数})\}$ 、すなわち病気を除いた 4 齢までの死亡を示した。1976 年の大芝(第5図)では演習林BよりKの値が大きく 4 集団を除き大きな変動はみられなかった。このKの値によく対応しているのは 100 卵以上では k_4 (3 齢期の死亡) で、100 卵以下では k_3 (2 齢期の死亡) と k_4 を加えた値であった。このことは 100 卵以下の集団では病気による死亡は 2 齢期からおこるのに対し、100 卵以上の集団では 3 齢期以後であったことを示している。1977 年(第6図)ではKの値は大きく変動し、集団間に死亡率の差がみられたことを示している。このKの変化によく対応しているのは k_4 であり、3 齢期に病気による死亡幼虫がみられたかどうか集団間の生存率の差を生じさせる主要因であった。

1976 年の K の値は集団間にあまり差がなくほぼ一定で、病気は各集団に一定の割合で死亡をおこさせ、逆に 1977 年では集団間でKの値の大きな変動がみられ、病気

第4図 1977年演習林Bにおける集団間の生存率に差を生じさせている主要因検出のための key-factor 分析。
K, k_1 , k_2 , k_3 , k_4 の値は第3図と同様にして求めた。

第5図 1976年大芝における集団間の生存率に差を生じさせている主要因検出のための key-factor 分析。
 $K' = \log(\text{卵塊卵粒数}) - \log[(\text{4 齢初期数}) + (\text{病気による死亡個体数})]$, K, k_1 , k_2 , k_3 , k_4 の値は第3図と同様にして求めた。

は集団単位に all or none 的に死亡をおこさせたという結果を示している。しかし 1976 年の場合は、幼虫の病気が大流行しほとんどの集団が全滅したため第5図のような K の変化になったもので、病気は基本的には 1977 年のように集団を単位として all or none 的に働くものと考えられる。

大芝ではいずれの年も病気が集団間の生存率の変動を規定する主要因であることが明らかになったが、この病気による死亡個体を除いた死亡 (K') の変化をみると、1976, 1977 年とも 1 齢期の k_2 の変化とよく対応していた(第5, 6図)。これは病気が発生しなければ大芝においても演習林 B と同様に、1 齢期のクモ類による捕食が集団間の生存率に差を生じさせる主要因となることを示しているといえる。

考 察

本調査では幼虫の 1 齢初期に大きな死亡がみられたが、GRIFFITHS (1959) も本種幼虫について同様な結果を報告している。また LYONS (1962) はマツハバチの一種 *Neodiprion swainei* の幼虫においても 1 齢初期の死亡率が高く、それは食草にうまく定着できずにおこる死亡 (establishment mortality) (GHENT, 1960) のためであると述べている。中村(1977)は集合性昆虫の若齢幼虫の死亡が establishment mortality のみでおこると仮

第6図 1977年大芝における集団間の生存率に差を生じさせている主要因の検出のための key-factor 分析。K, k_1 , k_2 , k_3 , k_4 の値は第3図と、また K' の値は第5図と同様にして求めた。

定して集団サイズ (n) と死亡率 (M_n) の関係をモデル式 ($M_n = (1-p)^n$) で表わした。本調査における孵化幼虫の最小集団は 8 頭であったことから、室内単独飼育の死亡率より得られた p の値を使って establishment mortality による死亡率を求めると $M_8 = 2.25 \times 10^{-4}$ で極めて低い値となった。1976 年の演習林 B の調査では 1 齢初期にクモ類の攻撃を受けた集団と、うけなかった集団では約 20% もの生存率の差がみられた。それゆえ本調査における 1 齢初期の高死亡率はクモ類による捕食が主な原因であると考えられる。

LYONS (1962) は *N. swainei* 幼虫の死亡率は、極小集団になると高くなるが、ある程度以上の集団サイズ間では差がみられず、またある地域では大集団になると生存率が高くなるという関係があったことを述べている。本研究では、1 齢期の死亡率と幼虫集団サイズとの関係は、1976 年では演習林 B、大芝ともに極小集団では死亡率が高く、一方大集団では低いという結果がみられたが、1977 年になるとそのような傾向は認められなかった(第 4, 5 表)。また大芝における 2, 3 齢期の幼虫の病気による死亡と集団サイズの関係についても、1976 年には集団サイズが小さい程発育段階の早い時期から病気

による死亡が多くみられ、死亡率も高くなったが、1977 年には明瞭な関係は認められなかった(第 5 表)。これは年次により平均集団サイズが異なっていたことが一つの原因ではないかと考えられる。すなわち両地域とも、1976 年に比べ 1977 年の平均卵粒数が少なく、特に大芝では 1976 年の約 $\frac{1}{2}$ であった(第 1 表)。このため個体群内での、小集団、あるいは大集団の占める割合が、1976 年と 1977 年とは異なり、集団サイズと死亡率の間にみられる傾向が変化したものではないかと考えられる。さらに大芝における病気と集団サイズとの関係については、1977 年は 1976 年より病気による死亡の割合が小さく、明瞭な傾向がみられなかったものと考えられる。

集団間の生存率に差を与えている主要因は、演習林 B では 1 齢期のクモによる捕食 (k_2)、大芝では 2, 3 齢期の病気 (k_3 , k_4) であった(第 3, 4, 5, 6 図)。これらの k は他の k よりはるかに大きな値であったことから、両地域の個体群の幼虫期生存率を左右する大きな死亡要因と考えられる。同時期に調査した密度の異なる 2 地域の生命表データを時間的変化と読みかえてみると(巖, 1971)、演習林 B のように比較的密度が低い時期にはクモ類が重要な死亡要因となっているが、大芝でみられたように密度が高くなり大発生した場合には新たに病気が個体群の密度を制御する要因となるものといえる。このことは病気による死亡を除いた K' の変動が k_2 (クモ類)とよく対応していたことから示唆される(第 5, 6 図)。

今後野外において集合性昆虫の集合効果をとらえていく場合、集団単位生命表をもとに、各死亡要因ごとに集合効果を評価していくとともに、個体群密度によって集合効果がどのように影響を受けるかということについて研究する必要があるものと考えられる。

摘 要

集合性昆虫であるマツノキハバチについて、大発生をした地域(大芝)と比較的密度の低い地域(演習林 B)について、卵期、幼虫期の生存率と死亡要因を調査し、key-factor 法を使って集団サイズと死亡要因の関係を分析した。

(1) 演習林 B では 1 齢初期のクモ類による捕食、大芝では 3 齢期の病気によって高い死亡がみられた。

(2) 孵化率は両地域とも 80% 以上であったが大芝の方が 10% 程低かった。また卵塊サイズと孵化率との間には明瞭な関係はみられなかった。

(3) 幼虫集団サイズと死亡率との間には、両地域とも 1976 年には小集団では 1 齢期の死亡率が高く、150 頭以上の大集団では低くなる傾向がみられたが、1977 年ではこのような関係はみられなかった。

(4) 幼虫の病気は 1976 年の大芝では、集団サイズが小さい程発育段階の早い時期に発生し、また集団内個体の死亡率も高くなった。

(5) Key-factor 分析法によると、演習林 B では 1 齢期のクモ類による捕食、大芝では 2 齢以後の病気による死亡が、集団間の生存率に差を生じさせている主要因であった。

引用文献

- BIRD, F. T. (1953) The use of a virus disease in the biological control of the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (GEOFFR.). Can. Ent. **85** : 437—446.
- BIRD, F. T. (1955) Virus diseases of sawflies. Can. Ent. **87** : 124—127.
- CARNE, P. B. (1969) On the population dynamics of the eucalypt-defoliating sawfly *Perga affinis affinis* KIRBY (Hymenoptera). Aust. J. Zool. **17** : 113—141.
- 藤崎憲治 (1973) ホオズキカメムシの空間分布様式 —その集合性と関連して—. 応動昆 **17** : 31—38.
- FUJISAKI, K. (1975) Breakup and re-formation of colony in the first-instar larvae of the winter cherry bug, *Acanthocoris sordidus* THUNBERG (Hemiptera : Coreidae), in relation to the defence against their enemies. Res. Popul. Ecol. **16** : 252—264.
- GHEENT, A. W (1960) A study of the group-feeding behaviour of larvae of the jack-pine sawfly, *Neodiprion pratti banksianae* ROH. Behaviour **16** : 110—148.
- GRIFFITHS, K. J. (1959) Observations on the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (GEOFF), and its parasites in southern Ontario. Can. Ent. **91** : 501—152.
- HOKYO, N. and K. KIRITANI (1963) Mortality process in relation to aggregation in the southern green stink bug. Res. Popul. Ecol. **5** : 23—30.
- ITÔ, Y. and K. MIYASHITA (1968) Biology of *Hyphantaria cunea* DRURY (Lepidoptera : Arctiidae) in Japan. V. Preliminary life tables and mortality data in urban areas. Res. Popul. Ecol. **10** : 177—209.
- 巖 俊一 (1971) 生命表 (4). 植物防疫 **25** : 497—501.
- KIRITANI, K. (1964) The effect of colony size upon the survival of larvae of the southern green stink bug, *Nezara viridula*. Jap. J. appl. Ent. Zool. **8** : 45—54.
- 桐谷圭治・中筋房夫・法橋信彦 (1966) ミナミアオカメムシの卵塊および幼虫集団サイズと生存率. 応動昆 **10** : 205—211.
- LYONS, L. A. (1962) The effect of aggregation on egg and larval survival in *Neodiprion swainei* MIDD. (Hymenoptera : Diprionidae). Can. Ent. **94** : 49—58.
- 森本尚武 (1960) ニカメイガの幼虫密度が幼虫、さなぎおよび成虫の形質に及ぼす影響について. 応動昆 **4** : 197—202.
- MORIMOTO, N. (1967) Ecological interpretation of insect aggregation. J. Fac. Agric. Shinshu Univ. **4** : 225—234.
- 中村寛志 (1977) 集合性昆虫における幼虫の初期死亡の機構に関する考察. 応動昆 **21** : 190—196.
- 中村寛志 (1978) マツノキハバチの生活史と死亡要因. 上戸短大紀要 **8** : 27—37.
- 杉本 毅 (1962) タケノホソクロバ幼虫の集団の大きさがその発育と死亡率に及ぼす影響. 応動昆 **6** : 196—199.
- VARLEY, G. C. and G. R. GRADWELL (1960) Key factors in population studies. J. Anim. Ecol. **29** : 399—401.
- WALLACE, D. R. and C. R. SULLIVAN (1973) Laboratory and field investigations of the effect of temperature on the development of *Neodiprion sertifer* (GEOFF.) in the cocoon. Can. Ent. **95** : 1051—1066.