ウンシュウミカン園におけるアゲハ卵の空間分布

鈴木芳人・山口勝幸¹・伊賀幹夫²・広瀬義躬・木本浩之

九州大学農学部生物的防除研究施設

(1976年5月17日受領)

Spatial Distribution of the Eggs of *Papilio xuthus* LINNÉ (Lepidoptera, Papilionidae) in a Citrus Grove. Yoshito SUZUKI, Katsuyuki YAMAGUCHI, Mikio IGA, Yoshimi HIROSE and Hiroyuki KIMOTO. (Division of Insect Natural Enemies, Institute of Biological Control, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **20**: 177~183 (1976)

Sequential data taken on frequency counts of the eggs of *Papilio xuthus* LINNÉ per tree in a citrus grove were analyzed by the m-m method (IWAQ, 1968) and the process generating the distribution was examined on the basis of field observations on the oviposition behavior of butterflies. The distribution was always contagious and characterised by the values of two parameters, $\alpha > 0$ and $\beta > 1$ of the m-m regression. The former value indicated the tendency of a gravid female to deposit a few eggs to a tree per her visit. The latter value reflected the heterogenous conditions among trees. The heterogeneity was partly caused by the variability in the quantity of new leaves from tree to tree. The higher the square value of c.v. in the number of new leaves per tree was, the larger the value of β in the spring sprouting stage became. In the summer and autumn sprouting stages, however, no correlation was observed between the two values. The presence of already-hardened leaves is suggested to uniform the tree conditions in these stages. Spatial distribution of the eggs of *P. xuthus* in a larger citrus grove is discussed in relation to the possible mechanisms inducing contagiousness.

緒 言

生物個体群の空間分布の研究は、標本抽出に基づく個体数推定の基礎として必要なばかりでなく、それ自体が個体群の構造である分布様式から生態学上の知見を得る上でも重要である(岩田, 1954; IWAQ, 1970)。とくに昆虫の場合、卵の分布様式は後の幼虫や蛹の分布を左右する要因であり、モンシロチョウ *Pieris rapae crucivora* BOISDUVAL に関する小林(1960; 1961; 1965a, b; 1966)のすぐれた研究をはじめ、多くの種について調査されている。しかしながら、特定の時・空間でえられた分布型の記載にとどまらず、その成立過程まで明らかにされた例はきわめて少ない。

本研究では、ウンシュウミカン園におけるアゲハ *Papilio xuthus* LINNÉ 卵の木当たり分布様式を2つの側面から分析した。第1は、経時的に変化する環境条件が卵の

分布様式におよぼす影響を分析することであり、第2は、母蝶の産卵行動の特性に基づいて分布の成立過程を推定することである。最後に両者を総合して、より広いミカン園におけるアゲハ卵の空間分布について考察した。

本稿をまとめるにあたり、有益な助言をいただいた名古屋大学農学部 巖俊一博士に、心から感謝の意を表す。

方 法

1. 調査ほ場

福岡市東区箱崎にある九州大学農学部のほ場を調査ほ場とし、1970年3月にウンシュウミカン2年生苗木51本(3列×17)を1.5m間隔で定植した。ほ場の肥培管理はほぼ慣行に従ったが、農薬は一切使用しなかった。

1 現在、埼玉医科大学寄生虫学教室

2 現在、東京都小笠原文庁害虫研究室

2. 産卵数調査

1970年5月3日からアゲハの産卵活動がみられなくなった同年11月まで、産卵数を3～4日間隔で調査した。調査株数は、6月14日まではすみの1株を除いた50株、それ以後は別の調査目的のために網かけした10株を除く40株である。各調査回毎に新たに発見した卵のまわりに速乾性インクで印をつけ、その株上の位置を記録した。この方法により、同時に存在する卵の産卵された時期の違いを識別することができた。

3. 葉数調査

展葉した時期を異にする葉に対して、それぞれ次の呼称を用いる。

古 葉：調査の前年に展葉した葉、

新 葉：調査当年に展葉し、次期の展葉が始まるまでの葉、

準新葉：調査当年に展葉した葉のうち、新葉を除いたもの。

新葉数の調査は、5月9日より11月2日まで、産卵数を調査した全株について7日間隔で行なった。大串(1964)の方法に準じ、新葉はその葉身長にしたがって、 L_1 : 15 mm 未満、 L_2 : 15～30 mm 未満、 L_3 : 30 mm 以上の3段階に分け、各々全数を調査した。

準新葉数は調査せず、古葉数は5月9日に全数を調べたあとは調査しなかった。

結 果

1. 幼木の経時的変化

ウンシュウミカンには一般に年3回の萌芽期があり、各萌芽期に成長する芽をはじめから春芽、夏芽、秋芽と呼ぶ。調査は場の2年生幼木にも3回の萌芽期があり、落葉やアゲハ幼虫の摂食が比較的少なかったため、全葉数は季節をおって段階的に増加した。

アゲハの産卵は、食草の葉、新芽、若茎などに1個ずつ行なわれる(江崎・白水, 1951)が、ウンシュウミカンに対しては若い葉に行なわれることが多い。そこで、幼木の成育に伴う環境条件の変化を示す目安として、木当り新葉数の平均値および変動係数(C_{NL})の経時的変化をとりあげた(第1図)。

3回の萌芽期には共通して次の特徴がみられた。 C_{NL} の値は、木当り平均新葉数が少なく L_1 段階の新葉の比率が大きい時期に高い値を示し、新葉数がピークに達するまで減少を続けた。その後は、新しい萌芽期が始まるまで新葉数も C_{NL} の値もほとんど変化しなかった。すなわち、新葉数の少ない萌芽初期には、木当り新葉数

第1図 木当り新葉数とその変動係数(C_{NL})の季節的変動。

縦線部：葉身長 15mm 未満，白色部：葉身長 15～30mm 未満，横線部：葉身長 30mm 以上。

第2図 木当り産卵数の季節的消長。

I：第1世代，II：第2世代，III：第3世代，IV：第4世代。

が著しく不均一であったことを示している。各萌芽期に展葉した総数は夏芽が最も多く、春芽と秋芽はともに夏芽の約60%であった。

2. 産卵数の季節的消長

アゲハの産卵は調査を開始した5月3日から10月31日まで連続的に行なわれた(第2図)。木当り平均産卵数には4つのピークが認められ、ピークの間隔は有効積算温度法則に基づいて算出したアゲハ1世代の期間にほぼ一致した(広瀬ら, 未発表)。そこで、産卵数が谷になった時点を世代の切れ目とし、5月3日～6月14日、6月17日～7月30日、8月3日～9月10日および9月14日以降に発見した卵を、それぞれ便宜的に第1世代～第4世代の卵とみなした。ピーク時の木当り産卵数は世代を追って増加し、第4世代が最高であった。

経時的にみたほ場全体の産卵数と第1図に示した全新葉数、または個々の展葉段階の新葉数との間には、いずれも明らかな関係はみられなかった。この結果は、ほ場全体の産卵数がほ場の展葉条件以外の要因により大きな影響を受けていることを示している。

3. 木当り新葉数と産卵数の関係

つぎに、各調査時点におけるほ場内の木ごとの新葉条件の差が木当り産卵数におよぼす影響を検討した。

展葉段階の異なる新葉、 L_1 、 L_2 、および L_3 の木当り数をそれぞれ独立変数とし、木当り産卵数を従属変数として重回帰分析を行なった結果が第1表である。新葉調査は7日間隔で行なったのに対し、産卵数調査は3～4日間隔であったので、新葉調査の前後各1回の調査で発見した卵数を合計して従属変数とした。

重回帰式は、分散分析の結果24組中13組が危険率1%水準で有意であり、木当り産卵数が新葉条件の影響を受けていたことを示している。しかしながら、決定係数 (R^2) の値は概して低く、最大の場合でも木当り産卵数の分散を61%説明できるだけであった。従属変数と独立変数間の相対的関連の度合を知る目的で算出した標準偏回帰係数は、 L_2 が最も高い傾向がみられた。しかし、独立変数間の相関が比較的高く、とくに L_1 - L_2 間に正の、 L_1 - L_3 間に負の相関が存在した。このため、木当り産卵数への寄与率で L_2 が最大であるとは断定でき

なかった。

つぎに、 L_1 、 L_2 および L_3 の産卵数にあたる影響が等しいという仮定を置いて、木当り全新葉数と産卵数の間の一次回帰式を求めた(第2表)。両者の間には25組中12組において危険率1%水準で正の有意な相関があり、その時期は先に行なった重回帰分析の結果が有意であった時期とほぼ一致した。また r の値は R より低下したが、その差は比較的わずかであった。したがって、この結果は第1表に示した重回帰式の近似として第2表の回帰式を用いることが許容できることを示していると考えられる。

この回帰式の y 切片は、アゲハ第1世代初めは負の値をとったが、それ以後は一貫して正であった。さらに、全新葉数と産卵数の相関は、アゲハ第1世代初めには卵密度が低くても有意であったが、第2世代以降は比較的高い卵密度時に限って有意であった。この結果より、アゲハ第1世代初めにはとくに新葉数が産卵数におよぼす影響が強かったと示唆される。

第1表 木当り産卵数と新葉数の重回帰分析

アゲハ世代	調査月日	重相関係数	単 相 関 係 数			標準偏回帰係数			変 数 間 の 相 関		
			L_1	L_2	L_3	L_1	L_2	L_3	L_1-L_2	L_1-L_3	L_2-L_3
I	5. 16	0.69**	0.62	0.47	0.36	0.51	0.18	0.20	0.39	0.17	0.42
	23	0.73**	0.35	0.62	0.72	0.16	-0.16	0.80	0.54	0.34	0.86
	30	0.45*	0.10	0.41	0.38	-0.07	0.30	0.21	0.34	0.29	0.63
	6. 6	0.32	-0.21	0.02	0.30	-0.07	-0.05	0.29	0.20	-0.44	0.32
	13	0.27	0.07	0.25	-0.06	-0.09	0.28	-0.16	0.16	-0.69	0.15
II	20	0.24	0.15	0.06	0.04	0.36	-0.10	0.23	0.63	-0.61	-0.25
	27	0.55**	0.52	0.37	-0.35	0.41	0.20	-0.07	0.37	-0.54	-0.13
	7. 4	0.79**	0.64	0.75	-0.30	0.17	0.62	-0.15	0.68	-0.39	-0.13
	11	0.50**	0.03	0.32	0.21	-0.38	0.67	0.22	0.76	-0.42	-0.25
	19	0.55**	0.00	0.42	0.54	-0.05	-0.17	0.69	0.18	0.13	0.87
	26	0.22	-0.17	-0.02	0.13	-0.24	0.12	0.07	0.64	-0.15	0.21
III	8. 1	0.62**	0.13	0.55	0.36	-0.10	0.56	0.25	0.50	-0.21	0.15
	8	0.66**	0.31	0.65	0.40	0.09	0.55	0.13	0.42	-0.07	0.51
	15	0.30	-0.10	0.04	0.30	-0.01	0.03	0.30	0.54	-0.37	0.06
	22	0.31	0.06	0.31	-0.03	0.01	0.32	0.05	0.24	-0.64	-0.23
	29	0.56**	0.13	0.47	-0.22	-0.47	0.77	-0.08	0.73	-0.55	-0.52
	9. 5	0.17	0.13	0.17	-0.04	0.03	0.15	-0.01	0.66	-0.08	-0.15
IV	12	0.39	0.02	0.28	0.27	-0.47	0.73	-0.15	0.73	0.33	0.78
	19	0.65**	0.19	0.60	0.37	-0.17	0.66	0.16	0.58	-0.11	0.29
	26	0.63**	0.10	0.60	0.34	-0.10	0.60	0.11	0.39	-0.31	0.33
	10. 4	0.56**	0.14	0.47	0.28	0.13	0.42	0.33	0.38	-0.42	0.01
	12	0.76**	0.12	0.33	0.66	-0.18	0.48	0.68	0.67	-0.02	-0.05
	19	0.39	0.05	0.01	0.39	0.11	0.05	0.39	0.35	0.06	-0.11
	26	0.35	0.05	0.24	0.25	0.04	0.24	0.27	0.26	-0.19	-0.05

* 危険率5%水準で有意。

** 危険率1%水準で有意。

第2表 木当り産卵数の全新葉数に対する回帰

アゲハ世代	調査月日	相関係数	回帰係数	y切片
I	5. 9	0.46**	0.007	-0.067
		0.65**	0.082	-1.765
		0.58**	0.024	-0.816
		0.32*	0.009	0.423
	6. 6	-0.08	-0.002	1.115
		0.09	0.002	0.617
II	20	0.01	0.000	1.778
		0.32*	0.023	0.471
	7. 4	0.61**	0.584	1.587
		0.44**	0.082	7.126
		0.32*	0.025	3.606
		-0.10	-0.004	2.780
III	8. 1	0.45**	0.028	2.726
		0.59**	0.016	2.011
		0.20	0.005	3.600
		0.28	0.018	7.444
	29	0.52**	0.030	6.618
		0.06	0.004	6.719
IV	12	0.33*	0.072	5.544
		0.44**	0.030	7.375
		0.49**	0.044	7.613
		0.52**	0.030	2.467
	10. 4	0.71**	0.164	4.323
		0.39*	0.025	2.010
	26	0.27	0.004	0.072

* 危険率5%水準で有意。 ** 危険率1%水準で有意。

4. 卵の空間分布

アゲハ卵の空間分布の特徴を、幼木に古葉と新葉のみが存在する春芽の展葉期と、古葉と新葉に加えて準新葉が存在する夏芽および秋芽の展葉期に分けて分析した。分析には IWAO (1968) の $\hat{m}-m$ 回帰分析法を用い、記号も IWAO (前出) に従った。

IWAO and KUNO (1971) は、環境の異質性が生物の空間分布におよぼす影響を検討し、一様な環境下で $\hat{m} = \alpha_0 + \beta_0 m$ の関係が存在する場合、不均質な環境下では理論的に $\hat{m} = \alpha_0 + (C^2 + 1)\beta_0 m$ となることを明らかにした。ここでCは区画当り存在個体数の期待値の変動係数である。したがって、 $\hat{m}-m$ 法を適用する際には、環境の不均質度 (C^2) がほぼ一定であるデータのセットを用いる必要がある。前節でのべたように、木当り新葉数の差は環境の不均質性を生む少くとも1つの要因であると考えられた。そこで、 C^2 の仮の尺度として木当り新葉数の変動係数の2乗 (C^2_{NL}) をとりあげ、その値に基づいて春芽および夏・秋芽の展葉期をさらに細分した。

a. 春芽の展葉期

春芽の展葉期は、越冬世代と一部の第1世代の成虫の

産卵期にあたる。第3図は、前者が産卵した第1世代卵の $\hat{m}$ を m に対してプロットした結果である。第1世代全期間については $\hat{m}-m$ 間に直線関係はみられないが、 C^2_{NL} の値によってグルーピングしたそれぞれの時期には直線関係が認められた。回帰式の信頼性はいずれも低い。 C^2_{NL} の低下とともに回帰係数 β が低下する傾向は明りょうに認められ、新葉数の木当り分布の偏りが小さいほど、卵の分布の集中度が低かったことを示している。しかしながら、 C^2_{NL} の変化にくらべて β の変化はより大きく、 C^2_{NL} の差から期待される以上に環境の不均質度の変化が大きかったことが示唆された。この理由は、第2表に示した木当り新葉数と産卵数の関係によって説明できる。すなわち、第1世代初めには回帰式のy切片の値は負であり、両者の比例関係から期待される以上に多くの卵が新葉数の多い木に集中的に産まれているのに対し、第1世代後半は切片の値が正に転じている。したがって、木当りの新葉数の差が生みだす環境の異質性は、 C^2_{NL} が最も高かった初期には C^2_{NL} より大きく、逆に C^2_{NL} が低下した後期には C^2_{NL} より小さかったと推定される。

回帰式の信頼性が低いため、 α の値から分布の基本単位を推定するのは危険をとまなう。しかし、 m の値が著しく小さいときには C^2_{NL} の値にかかわらず $\hat{m}$ の値がほぼ0であったので、分布の基本単位は1に近い値であったと考えられる。

b. 夏・秋芽の展葉期

この期間は、非休眠蛹から羽化した夏型成虫の産卵期である。 C^2_{NL} の値に基づいて3つの時期に区分し、各時期の $\hat{m}-m$ 回帰式を求めた (第4図)。回帰式への適

第3図 アゲハ第1世代の木当り卵数の $\hat{m}-m$ 関係。

○ : $C^2_{NL} > 0.6$, × : $0.3 < C^2_{NL} < 0.6$,
● : $C^2_{NL} < 0.3$ 。

第4図 夏・秋葉の展葉期における木当り卵数の m^* - m 関係。
A: $C^2_{NL} > 0.6$, B: $0.3 < C^2_{NL} < 0.6$,
C: $C^2_{NL} < 0.3$

合度はきわめて高く ($r^2 > 0.92$), 各時期とも環境の異質度がほぼ一定であったことを示唆している。

先にのべた春芽の展葉期に比べて β の値はどの時期も低く, かつ時期による差が減少した。また, C^2_{NL} の低下にともなって β の値が低下する傾向もみられなかった。

一方, α の値は各時期とも 0 よりやや大きく, 分布の基本単位が 1 より大きかったことを示している。

5. アゲハの産卵行動

7~9月の夏・秋芽の展葉期に, 調査ほ場に飛来し産卵したのべ 36 頭の母蝶の行動を観察した。産卵行動のパターンは次の通りであった。

ほ場に侵入した母蝶は, 飛しょう速度を落して侵入地点近くの木に接近し, 木の周囲をゆるやかに飛び回りながら産卵部位を探索する。つぎに翅を羽ばたかせたまま肢で葉につかまり, 腹部をまげ, 1 卵産付する。産卵した場合も産卵に至らなかった場合も, 母蝶は同一の木に対して, また別の木に移って探索からはじまる一連の動作を繰り返す。

のべ 36 頭の産卵行動の記録をもとに第 1 回産卵が行なわれた度数の木当り分布をポアソン分布の理論値と比較した結果, 有意な差はみられなかった ($\chi^2 = 2.22$, d. f. = 1)。さらに, 周辺部に位置する木と内部の木に第 1 回産卵が行なわれた度数に差があるかどうかを MANN-WHITNEY の U-検定法で調べたところ, 同じく有意な差はなかった。以上の結果は, 母蝶の侵入場所が特定の位置の木に偏る傾向がなかったこと, さらに母蝶の行動力に比べてほ場が狭かったために, 周辺部と中央部の差が生ずる余地のなかったことを反映している。

ほ場に侵入してから移出するまでの母蝶の総産卵数は個体差が大きかった (第 5 図) が, 産卵行動に伴う母蝶

第5図 アゲハ母蝶のほ場飛来当り産卵数。
破線: 平均値。

第6図 アゲハ母蝶のほ場飛来当り産卵回数の木当り分布。
I: ポアソン散布指数, () 内は産卵回数,
破線: ポアソン分布の理論値。

の軌跡には共通した特徴があり, 侵入した地点から直線的またはジグザグに一方向に移動し, 途中ですでに探索した木にもどることはまれであった。ただし, 滞在時間の長い個体はほ場のはしまで行ってから反転するか, いったん移出してから別の地点より再侵入してほ場内をくまなく探索した。特定の木に飛来して別の木に移るまでを 1 度の訪問と定義すれば, この軌跡から 1 個体の木当り訪問数の分布は過小分散となることが示唆される。

つぎに, 少なくとも 1 卵の産卵を伴う訪問回数を産卵回数として, 1 度のほ場飛来によって形成される木当り産卵回数の分布を調べた。その結果, 産卵回数 5 回以下の 24 例についてはいずれも一様分布であり, 産卵回数 6 回以上の 12 例についても有意な集中性はみられなかった (第 6 図)。

産卵回当り産卵数は第 1 回が最も多くて平均 1.89 であり, ひき続き第 3 回まで多い傾向があった (第 7 図)。この傾向は, ほ場に侵入直後の母蝶が産卵部位の探索に

第7図 アゲハの産卵回当り産卵数。

n: 産卵回。

費す時間が比較的短いために、同一の木に2卵以上産まれる機会が多かった結果である。第4回目以後は産卵部位の探索時間がより長くなり、訪問しても産卵しないで別の木に移る割合が増加した。そのため、1回当り2卵以上産まれる割合が減少し、85回中7回(8.2%)観察されただけである。

全産卵回をこみにした産卵回当り産卵数の分布の平均こみあい度は0.81であり、この値は、夏・秋芽の展葉期の木当り産卵数について求めた $m-m$ 回帰式の α の値にほぼ一致した。

考 察

昆虫のほ場内における空間分布は過大分散を示すのが一般的である(COLE, 1946)。集中分布を導く理論的機構に言及した報文は多く(COLE, 1946; BLISS and FISHER, 1953; WATERS, 1959 ほか)、産下卵の分布集中化に関して繰り返し指摘されている要因は、「卵塊」による産卵と、環境の異質性の2つである。

すでに明らかにしたように、アゲハの卵の木当り分布も周年集中的であり、上記の2つの要因がともにそれに関与している。以下、本調査で得られた結果をもとに分布の成立過程を詳しく検討し、より広いウンシュウミカン園におけるアゲハ卵の木当り分布について考察してみたい。

「卵塊」による産卵には、2卵以上がかためて産卵される場合と、産卵は1卵ずつ行なわれるが、調査対象にした区画の大きさにくらべて母蝶の移動距離が短いために結果的に同一の区画に2卵以上が産まれる場合が含まれる。アゲハは後者の例であり、同様な過程の存在は、

モンシロチョウ(KOBAYASHI, 1966)やミカンハモグリガ *Phyllocnistis citrella* STAINTON (池本, 1972)でも知られている。アゲハにおいて平均「卵塊」サイズ>1となった要因は、おもにほ場に侵入した直後の母蝶がひき続き同一の木に産卵する傾向があったためである。しかしながら、その場合でも、アゲハは1卵産んだあとほとんど例外なくいったん飛び離れてから別の部位に産卵しており、一ヶ所に1卵ずつ産む強い習性を有している。このため、3卵以上の「卵塊」が形成された例はまれである(第7図)。同一の木に続けて産卵する傾向は、ほ場に侵入する母蝶が産卵を抑制されていた時間に依存して多少強まるかも知れないが、「卵塊」産卵は分布の集中化の一要因ではあっても、それ自体では高い集中性をもたらす要因にはならないと考えられる。

環境の異質性、すなわち区画当り産卵数の期待値の不均一性をもたらす要因は、位置の効果と、個々の区画の性質の差異とに大別できる。位置の効果としてよく知られているのはいわゆる周辺効果であり、モンシロチョウ(松沢, 1958)ほか多くの具体例がある。本研究を行なったほ場は狭かったために周辺効果を生ずる余地がなかったが、広い園では少なくとも次の2つの機構によって周辺効果を生じうると考えられる。

木当り産卵数の期待値は、母蝶の訪問回数の期待値 $E(V)$ と、1回の訪問当り産卵数の期待値 $E(O)$ の積と表わすことができる。母蝶の産卵数には上限があるので、 $E(V)$ は園の中央部では小さくなる可能性がある。さらに、アゲハはほ場への侵入直後には続けて同一の木に産卵する傾向があるため、仮に $E(V)$ が等しくても $E(O)$ の大きな周辺部の木は中央部の木より産卵数の期待値が大きくなるであろう。

位置の効果と異なり、木自体の性質に差異が存在する場合には、園の大きさや形にかかわらず環境の異質性が生じうる。すでに述べたように、調査ほ場においては周辺効果の余地はなく、母蝶の産卵行動に伴う軌跡が排他的であった点からみて、 $E(V)$ の木毎の差はなかったと思われる。それにもかかわらず、木当り産卵数の $m-m$ 回帰式においては常に $\beta > 1$ であり、環境の異質性が存在したことを示していた。したがって、木ごとの性質の差異が $E(O)$ の不均一性をもたらしていたはずである。つまり、1度のほ場飛来によって形成された木当り産卵回数の度数分布に集中性がみられなかったのは、機会的な産卵の結果ではなく、ほ場飛来1回当りの産卵数が少なく排他的な訪問をした結果であるといえよう。

$E(O)$ の不均一性を生じた少なくとも1つの要因は、

木当たり新葉数のばらつきである。しかし、木当たり新葉数と産卵数の間の相関は有意であっても、相関係数はそれほど大きくなかった。この原因としては、 $E(V)$ および $E(O)$ のまわりの分散の効果や、新葉数と $E(O)$ の関係が線型ではないなどの可能性が考えられよう。しかしながら、新葉数以外にも $E(O)$ に影響する要因が存在した可能性も大きい。考えられるその要因の1つは準新葉数である。春芽の展葉期には C^2_{NL} の低下と平行して β の値が低下したが、夏・秋芽の展葉期にはこの関係がみられず、しかも β の値は春芽のどの時期よりも小さかった。夏・秋芽の展葉期が春芽の展葉期と異なるのは準新葉が存在する点である。本研究では準新葉数を測定していないが、その変動係数は展葉を終えた時期の新葉の変動係数 C_{NL} とほぼ等しく0.2以下であったと考えられる(第1図)。したがって、準新葉数を $E(O)$ に影響する要因と仮定することにより、夏・秋芽の展葉期の小さい β 値、換言すれば、環境の異質度の低下を説明することができる。この仮説の検証と、これ以外にも存在すると思われる $E(O)$ に影響する要因の検出は今後の課題である。

本調査では定植直後の幼木を用いたために新芽の萌芽がとくに不ぞろいであった。一般の園では萌芽はより斉一であるのが普通であり、春芽の展葉期においても木当たり新葉数の差異に起因する環境の異質度ははるかに小さいことが予想される。

摘 要

ウンシュウミカン幼木園においてアゲハ卵の空間分布を経時的に調査し、母蝶の産卵行動の観察に基づいて空間分布の成立過程を明らかにした。

ほ場に飛来した母蝶は、ジグザグまたは直線的に一方方向に移行しながら産卵し、途中ですでに訪問した木にもどることはまれであった。しかし、ほ場に侵入直後には同一の木に続けて産卵する習性を有すること、および環境に異質性が存在したために、多数個体による産卵の累積結果である卵の空間分布は周年集中的であった。

環境の異質性をもたらした要因の1つは、木毎の新葉数の違いであった。木当たり新葉数の変動係数は萌芽初期に大きく、展葉がすすむとともに低下した。このため、春芽の展葉期には、時間の経過とともに卵の分布集中度は低下した。しかし、夏・秋芽の展葉期には準新葉が環境を一様化していたと考えられ、分布の集中度はどの時期も低かった。

調査結果の考察に基づいて、より広いミカン園におけるアゲハ卵の空間分布の特性を予測した。

引用文献

- BLISS, C. I. and R.A. FISHER (1953) Fitting the negative binomial distribution to biological data; note on the efficient fitting of the negative binomial. *Biometrics* **9**: 176~200.
- COLE, L. C. (1946) A theory for analyzing contagiously distributed populations. *Ecology* **27**: 329~341.
- 江崎佛三・白水 隆 (1951) 日本の蝶. *新昆虫* **4**(9): 1~117.
- 池本孝哉 (1972) ミカンハモグリガ個体群の動態—とくに分布構造の面から—. *応動昆* **16**: 127~138.
- IWAO, S. (1968) A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Popul. Ecol.* **10**: 1~20.
- IWAO, S. (1970) Analysis of spatial patterns in animal populations: progress of research in Japan. *Rev. Plant Protec. Res.* **3**: 41~54.
- IWAO, S. and E. KUNO (1971) An approach to the analysis of aggregation pattern in biological populations. In “*Statistical Ecology*” Vol. 1 (ed. G. P. PATIL *et al.*). Pennsylvania Univ. Press, University Park and London: 461~513.
- 岩田俊一 (1954) 生物集団の分布型研究の発展とその問題点. *生物科学* **6**: 110~116.
- 小林四郎 (1960) キャベツ畑におけるモンシロチョウ卵の分布様式とその集中傾向に関する要因について. *日生態* **10**: 154~160.
- 小林四郎 (1961) 不規則に植えられたキャベツ苗床におけるモンシロチョウ卵の分布. *日生態* **11**: 165~166.
- 小林四郎 (1965a) モンシロチョウの産卵部位に及ぼす成虫密度の影響. *日生態* **15**: 35~38.
- KOBAYASHI, S. (1965b) Influence of parental density on the distribution pattern of eggs in the common cabbage butterfly, *Pieris rapae crucivora*. *Res. Popul. Ecol.* **7**: 109~117.
- KOBAYASHI, S. (1966) Process generating the distribution pattern of eggs of the common cabbage butterfly, *Pieris rapae crucivora*. *Res. Popul. Ecol.* **8**: 51~61.
- 松沢 寛 (1958) アオムシコマユバチの生態に関する研究. *香川大学農学部紀要* **3**: 1~125.
- 大串竜一 (1964) ミカン新梢害虫の研究 (予報) 一問題点と主要種の発生消長一. *日生態* **14**: 241~247.
- WATERS, W. E. (1959) A quantitative measure of aggregation in insects. *J. Econ. Ent.* **52**: 1180~1184.