

## ニカメイガ幼虫集団の大きさが幼虫の生存に及ぼす影響

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者	野里, 和雄
巻/号	26巻2号
掲載ページ	p. 119-124
発行年月	1982年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## ニカメイガ幼虫集団の大きさが幼虫の生存に及ぼす影響

野 里 和 雄

高知大学農学部

Effect of Group Size on Larval Survival of *Chilo suppressalis* WALKER (Lepidoptera: Pyralidae). Kazuo NOZATO (Faculty of Agriculture, Kochi University, Nangoku-shi, Kochi 783, Japan) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **26**: 119-124 (1982)

Various numbers of newly hatched larvae *i.e.*, 5, 10, 30, 50, 100 and 200 were placed artificially on rice plants, and survival rates of early, middle and late instar larvae were investigated. Survival rates of the early instar larvae were low in all group sizes of the first generation and in the smaller group sizes of the second generation. Survival rates of larvae in the larger group sizes of the second generation and of the third generation were high. The mortality was density-dependent in the first generation, whereas it showed an inverse relation in the second and the third generations. Survival rates of the middle instar larvae were always high irrespective of the group size. The mortality of the late instar larvae was high in all the generations, and the effect was density-dependent. Such a high mortality rate of older larvae seems to be related to the destruction of the stem by larval feeding.

### はじめに

近年のニカメイガ少発生は耕種条件の変化によって、幼虫期の死亡率が高くなったことによると考えられている(桐谷, 1973; 尾崎, 1974)が、個体数変動の立場からの説明は不十分である。それは、幼虫期の生存におよぼす幼虫集団の大きさの影響について、これまで充分研究されなかったことによると考えられる。

森本(1960)は室内実験を行い、幼虫の生存率は孵化後分散期までは1茎当たり幼虫数が多い区で高く、また、分散期以後は逆に低くなることを見出した。この結果は、自然状態においても幼虫の生存率は幼虫集団の大きさの影響を受けている可能性を示唆しているが、実験条件が野外の状態とかなり異なっているため、そのまま適用できるか否か不明である。佐藤・森本(1962)は卵粒数の異なる卵塊を水田の稲へ接種してその後の生存数を調査し、第2世代において孵化後3日目と10日目の生存率は幼虫集団が大きいかほど高くなったが、第1世代では3日目と8日目のいずれの調査でもそのような傾向は見い出せなかったことを報告している。また、第2世代について、孵化後60日目まで調べ、日数が経過するにつれて幼虫集団の大きさの違いによる影響がなくなってくると述べているが、死亡過程の十分な分析はな

れていない。

本種幼虫の生活は孵化幼虫の稲への食入に始まり、食入後の摂食、摂食による稲の枯死ともなる移動分散、移動分散した中齢幼虫の稲への再食入、食入後の摂食、摂食による稲の枯死ともなる移動分散、移動分散した老齢幼虫の稲への再食入、食入後の摂食および同茎での蛹化という経過をたどる場合が多い。したがって、幼虫の生存率と幼虫の集団の大きさとの関係を明らかにするには、齢期ごとに、また、寄主生息数に反応した活動をする天敵の作用がない条件下で実験を行う必要がある。

そこで、天敵の発生が少ないと予想された実験圃場で、大きさの異なる孵化幼虫集団を稲へ接種し、幼虫期間を若齢期、中齢期および老齢期に分け、それぞれの生存率を調べた。

### 材料および方法

#### 1. 実験場所と稲の栽培

幼虫集団の影響を調べる場合には自然発生個体の侵入がなく、農薬散布や天敵の作用をできるだけ受けない場所で実験を行う必要がある。そこで、高知県南国市、高知大学農学部構内で周囲を藪によって水田から隔離された実験圃場において、1976年からポットに稲を栽培してきたが、水稻害虫とその天敵の自然発生が極めて少な

かったので 1979 年に同場所で実験を行った。プラスチックポット (38 cm×26 cm×高さ 24 cm) に稲をポット当たり 2 株育てたものを実験に用いた。稲の品種はニカメイガの世代ごとに、南国市でよく栽培されている、ホウネンワセ (早生)、コガネニシキ (中生) およびタマヒメモチ (晩生) を用いた。栽培管理は慣行に従ったが肥料は数回に分けて施した。

## 2. 供試虫

通常ニカメイガが年 3 回発生する地帯 (南国市とその周辺) で、成虫発生期に誘蛾灯へ飛来した雌成虫を採集した。採集した個体が室内で産下した卵塊から孵化した個体を実験に用いた。

## 3. 孵化幼虫の接種とその後の調査

第 1 世代は 5 月 12 日に分けつ開始期の比較的小さな稲に孵化幼虫を接種して実験を行った。孵化直後の幼虫を 1 ポットで育てた 2 株のうち 1 株の 1 茎に、5, 10, 30, 50, 100 頭を接種し、15 日後 (若齢終了時)、30 日後 (中齢終了時) および 50 日後 (老齢終了時) にそれぞれ 4 ポットずつ、稲を分解して生存数、茎の中にある死亡個体数および被害茎数を調べた。第 2 世代は 7 月 28 日に分けつ後期の稲へ幼虫を接種して実験を行った。接種頭数は第 1 世代と同じにしたが、200 頭区を追加した。接種後、10 日目 (若齢終了時)、20 日目 (中齢終了時) および 35 日目 (老齢終了時) に 1 区当たり 4 ポットずつについて分解調査を行った。第 3 世代は 9 月 10 日に穂ばらみ期の稲へ幼虫を第 2 世代と同様に接種し、20 日後 (若齢終了時)、40 日後 (中齢終了時) および 80 日後 (稲刈取期) に他世代と同様な調査を行った。この

世代の調査は稲の刈取期で終了したので老齢期の全死亡を調べることはできなかった。なお、各世代とも、幼虫期の区分は、若齢期は 1 齢と 2 齢、中齢期は 3 齢と 4 齢および老齢期は 5 齢、6 齢および 7 齢を含むように平均的所要日数を考慮して決定した。各世代とも、幼虫の接種 2~3 日前に殺虫剤散布を行い、天敵を除去した。また、接種後から実験終了まで平均して 3 日に 1 度の割合で観察を行い、天敵と考えられる種を発見しただい除去したが、そのような種の発生数は少なかった。

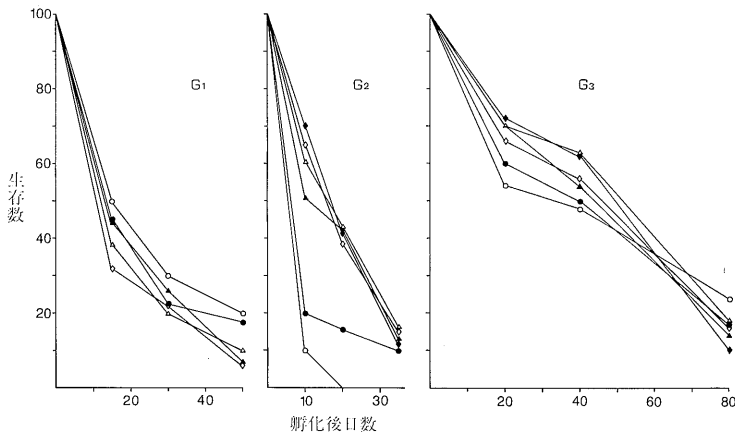
## 結 果

### 1. 生存曲線

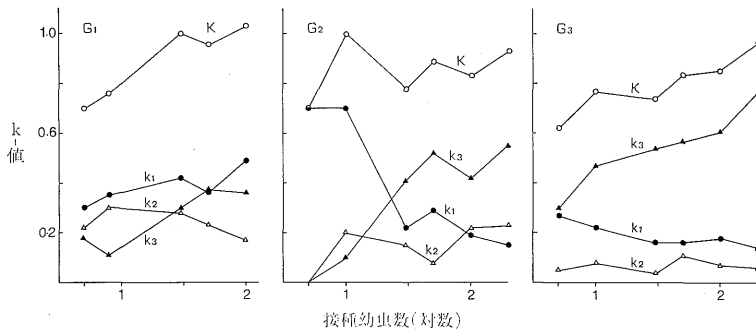
孵化幼虫を接種し、第 1 世代と第 2 世代は蛹化するまで、第 3 世代は稲の刈取期までの生存曲線を第 1 図に示す。第 1 世代は全体的傾向として、集団が小さいほどその生存率は高い。ただし、生存曲線の型は集団による差はなく DEEVEY (1947) のいう B 型に近い。第 2 世代の生存曲線は集団 10 頭以下と 30 頭以上では著しい違いがある。10 頭以下では若齢期までの死亡が多く、DEEVEY の C 型に近いのに対し、30 頭以上では若齢期までの死亡率が低く、その曲線は B 型を示す。なお、5 頭区は中齢期にすべての個体が死亡した。第 3 世代の生存曲線は集団の大きさによる差は大きくなく B 型に属する。

### 2. 齢別死亡率の分析

幼虫期の各齢 (若齢期、中齢期および老齢期) で生じる死亡率を分析し比較した (第 2 図, 第 1 表)。その際、中齢期と老齢期の初期数は若齢期と中齢期のそれぞれの終了時に調べた平均生存数を用い、分析は VARLEY and



第 1 図 ニカメイガ幼虫期の生存曲線。曲線の違いは接種時の幼虫集団の大きさの違いを示す。  
○: 5, ●: 10, △: 30, ▲: 50, ◇: 100, ◆: 200 頭/株。G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub>: 第 1, 第 2 および第 3 世代。



第2図 VARLEY and GRADWELL 法による齢別死亡率の分析。接種1齢幼虫数，若齢終了，中齢終了，老齢終了幼虫数を  $n_1, n_2, n_3, n_4$  とすると， $K = \log n_1 - \log n_4$ ， $K_1 = \log n_1 - \log n_2$ ， $K_2 = \log n_2 - \log n_3$ ， $K_3 = \log n_3 - \log n_4$ 。その他の記号は第1図参照。

第1表 PODOLER and ROGERS 法による齢別死亡率の分析

世代	齢別死亡率	b <sup>a)</sup>	r <sup>2</sup>
第1世代	k <sub>1</sub>	0.4194	0.7169
	k <sub>2</sub>	-0.1082	0.0959
	k <sub>3</sub>	0.6888	0.7848
	K		
第2世代	k <sub>1</sub>	-0.1178	0.0025
	k <sub>2</sub>	0.5555	0.4362
	k <sub>3</sub>	0.5623	0.0705
第2世代 30頭以上	k <sub>1</sub>	-0.1511	0.0285
	k <sub>2</sub>	0.1224	0.0134
	k <sub>3</sub>	1.0287	0.9286
第3世代	k <sub>1</sub>	-0.3352	0.6829
	k <sub>2</sub>	0.0704	0.1142
	k <sub>3</sub>	1.2648	0.9376

a) b は齢別死亡率 (y) と総死亡率 (x) との関係式  $\log y = b \log x + a$  の値である。死亡の割合は k-値で示した (第2図参照)。

第2表 齢別死亡率と幼虫集団の大きさとの関係

世代	齢別死亡率	b <sup>a)</sup>	r
第1世代	k <sub>1</sub>	0.1193	0.7370
	k <sub>2</sub>	-0.0530	0.2287
	k <sub>3</sub>	0.2131	0.8334
	K	0.2651	0.8928
第2世代	k <sub>1</sub>	-0.3906	0.8458
	k <sub>2</sub>	0.0178	0.0404
	k <sub>3</sub>	0.2417	0.8738
	K	0.0592	0.1095
第3世代	k <sub>1</sub>	-0.0711	0.7860
	k <sub>2</sub>	0.0062	0.0264
	k <sub>3</sub>	0.2341	0.9330
	K	0.1841	0.8667

a) b は齢別死亡率 (y) と幼虫集団の大きさ (x) との関係式  $\log y = b \log x + a$  の値である。死亡の割合は k-値で示した (第2図参照)。

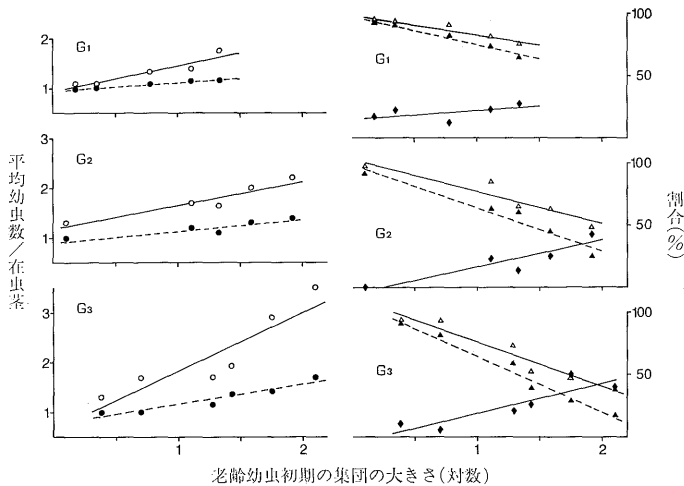
GRADWELL (1960) と PODOLER and ROGERS (1975) の両法で行った。その結果，第1世代においては幼虫期間に生じる高い死亡は，若齢期と老齢期に起っていると考えられた。第2世代の場合は10頭以下では，若齢期の死亡率が高く，その後は低くなる。それに対して，30頭以上の区においては，中齢期までの死亡率は低いが，老齢期に高い。このように，少数区は若齢期に，多数区は老齢期に高い死亡率が生じるため第2世代幼虫期における死亡の生じ方は総死亡に対して特定の齢における死亡の割合がとくに高いという傾向は示さない。ただ，一般の水田において発生の主體になると考えられる30頭以上の場合には老齢期の死亡が全死亡に占める割合が高いことを示している。第3世代においては，老齢期の死亡率が高く，全死亡に対する割合が高いことを示している。

### 3. 齢別死亡率と幼虫集団の大きさとの関係

第2表に齢別死亡率と幼虫集団の大きさとの関係を世代別に示した。第1世代では若齢期と老齢期の死亡率が集団が大きくなるほど高くなり，その傾向は後者で顕著である。幼虫の全期間に生じる死亡も前述の結果を反映して密度依存的に起っている。第2世代においては，若齢期には集団が大きくなるほど死亡率は低くなるが老齢期ではその逆の傾向を示す。幼虫の全期間に生じる死亡率は若齢期と老齢期の相反する傾向を反映して集団の大きさの間に差がみられなかった。第3世代の場合は中齢期までは生息数による影響はみられないが老齢期は明らかに密度依存的死亡がみられる。孵化後から越冬前までの幼虫の死亡率は老齢期を反映して生息数が多いほど高い。

### 4. 老齢期における死亡要因の解析

各世代とも，老齢期の死亡率が高く，また，密度依存



第3図 老齢期における1茎当たり幼虫数の変化(左側, ○:老齢幼虫初期, ●:老齢終了時). 老齢期終了時に茎の中で死亡していた個体数の割合(右側, ◆)および利用可能茎残存率の変化(右側, △:老齢幼虫初期, ▲:老齢終了時). その他の記号は第1図参照.

的に死亡が生じているので, その要因を知るため, 1茎当たり幼虫数, 茎の中で死亡していた個体数の割合および利用可能茎の残存率について調べた(第3図). 老齢初期には1茎当たり幼虫数は集団が大きいほど多い傾向にあるが, 終了時にはその傾向はほとんどなくなり, 幼虫が多いほど死亡率が高いかあるいは移動分散したことを示唆している. また, 茎の中で死亡していた個体数の割合も, その値はかなりばらつくものの, 集団が大きいほど高率になる傾向にある. ただし, 死亡の原因については明らかでない. 一方, 利用可能な茎の割合は老齢初期においてすでに集団の大きさが大きいほど低く, 終了時にはさらに低くなっており, この間に幼虫が食入した茎が新たに生じたことを示唆している.

### 考 察

天敵の作用がない条件下のニカメイガ幼虫の死亡の生じ方は, 幼虫の生活を反映して齢期によって異なっている.

若齢期の死亡率は第1世代と第2世代の小集団で高いのに対し, 第2世代の大集団と第3世代の全集団は低い(第2図, 第1表). また, 死亡の生じ方は第1世代が密度依存적であるのに対し, 第2世代と第3世代は密度逆依存적である(第2表). 第1世代幼虫の死亡率が高く, また, それが密度依存的に生じるのは, 小さな稲へ食入する時, 移動分散が生じ(佐藤・森本, 1962; 大竹・大矢, 1962; 野里, 未発表). それに起因する死亡が生じ

ること, 食入後の摂食は小さな稲の枯死を早め再度の移動分散を起こさせ, それにともなって, 死亡も多くなったと推測され, また, 幼虫にとっての栄養価も低いことも(平野, 1964)その原因と思われる. このような傾向は集団が大きいほど強く表われると考えられる. 一方, 第2世代の幼虫は充分生育した稲へ食入するため, 稲の茎が硬くなっており, 幼虫集団が小さいと食入が困難であるが, 大集団では集合の効果によって容易に食入できる結果, 小集団で高死亡, 大集団で低死亡になったと考えられる. この結果は, 第2世代幼虫を用いた室内実験(森本, 1960)と第2世代の卵塊を水田の稲へ接種した結果(佐藤・森本, 1962)と一致している. 第3世代においては, すべての集団が第2世代の大集団と同じ傾向を示すと考えられる. 小集団の死亡率が穂ばらみ期まで生育した稲でありながら第2世代小集団より低い原因については気温等の季節的要因が稲の硬度や幼虫の生存に影響をおよぼした結果ではないかと思われる.

中齢期の死亡率は各世代とも低く(第2図, 第1表), 集団の大きさによる差もみられない(第2表). このことは, この齢期間をもっとも安定した時と考えられ, 石倉・小野(1959), Iró et al. (1962) および Koyama (1977)の報告にも低死亡率の調査結果がみられる. この齢期間に幼虫の移動分散があるにもかかわらず, 低死亡率を示すのは, 稲が充分生育し, 株当たり茎数が増加しているため, 移動が同株内に限定されることが多い(宮本, 1951)ことによるものと考えられる.

それに対して、老齢期の死亡率は各世代とも高く（第2図，第1表），その生じ方も密度依存的である（第2表）。老齢期に高死亡率を示す調査結果として、石倉・小野（1959）、Iró et al.（1962）および Koyama（1977）の報告がある。高い死亡率が生じる原因は、老齢幼虫期に1茎当たり幼虫が減少すること、茎中に死亡個体が見られること、利用可能茎が少ないこと（第3図）および移動分散があること（宮本，1951）からつぎのことが考えられる。1. 老齢に至るまでに幼虫の摂食による稲の枯死が餌条件を悪化させ、その生理的悪影響が累積して老齢期に表われる。2. 老齢期における餌条件の悪化が餌をめぐる相互干渉を生じさせる。3. 餌の悪化からのがれる移動分散が起こるが、母株での利用可能茎が減少しているため移動範囲が広くなり、再食入率が低下する。これらの現象は集団が大きいほど強く作用すると考えられる。1と2を裏づける証拠として、調査時に茎中で死亡している個体が少なからず見つかったことが上げられるが、病死との区別ができず正確な生理死亡または相互干渉による死亡数を推定することはできなかった。ただ、森本（1960）の室内実験の結果でも分散期後においては生息数が多いほど死亡率が高いことが明らかになっているので、生理死亡または相互干渉による死亡はかなり一般的に生じていると思われる。3については、茎から移動した後、1と2の影響が残っているため再食入する前に死亡した個体とポットから離脱した個体が含まれていると考えられる。後者の個体数が多ければ移動する幼虫を目撃する機会が多くなるが、そのようなことはなかった。また、野外調査で、この期間の高い死亡率が天敵によると考えられる場合も、捕食者による死亡が主な場合は移動中の幼虫が攻撃された可能性が強く、餌条件の悪化に起因する移動分散がその背景にあると考えられる。

以上の結果から、老齢幼虫期に密度依存的死亡が生じているとみることができ、それは老齢期初期の低密度下における高い生存率が次世代の個体数を低下させない意味で重要と思われる。例えば、天敵に強く作用する農薬の散布が行われず、天敵の活動が活発だったと思われる時代でも本種は水稻の重要害虫であったことおよび当時の誘殺数から考えてその発生量は少なくなかったと思われる（例えば、春川ら，1934），たとえ天敵が作用しても、残存個体の高い生存率によって次世代の個体数は低下しなかったものと推測される。すなわち、卵寄生蜂等による卵への攻撃や幼虫寄生蜂の寄生によって生存個体数は少なくなるが、それらの個体は餌条件の悪化に起因する

移動分散がなく、また捕食者からの攻撃も少ないから、生存率が高くなるため次世代の個体数は低下しなかったものと思われる。また、BHC やパラチオン等の殺虫剤が散布され、その悪影響で天敵の活動が低調だったと思われる時代は殺虫剤散布にかかわらず個体数の増加傾向がみられた。その原因は、残存個体が天敵類の減少のため攻撃されなくなり、また、低密度のためこみあいによる干渉もなく、さらに、多肥栽培の稲は幼虫の生育に良好であるため生存率が高くなったことによると考えられた（宮下，1958）。この時代にも老齢幼虫の低密度での高い生存率が次世代の個体数を低下させないために大きな役割を果たしたと考えることができる。

ところで、西日本における近年の少発生現象は天敵の減少した後（野里・桐谷，1976）に、刈取期のくり上げ、穂数型品種の普及、土壌改良剤珪カルの施用量増加、収穫の機械化、藁の施設園芸への転用や焼却等の耕種条件が原因となって生じたと考えられている（桐谷，1973）。少発生の原因と考えられているこれらの要因のうち、収穫の機械化と藁の施設園芸への転用や焼却のように茎中に生息する越冬世代老齢幼虫の死亡率を高める働きがあり、しかも幼虫の生息数に関係なく作用すると考えられるから、これらの要因が作用すると低密度時の高い生存率が保障されなくなるとと思われる。また、他の要因による幼虫の生存率の低下も老齢幼虫期に顕著に表われるか否かは不明であるが、少なくとも老齢幼虫の低密度における生存率はこれら要因が作用する以前よりは低下したと考えられる。このように、耕種条件が作用する以前にみられた老齢幼虫の低密度での高い生存率による個体数の回復機構がこれらの要因の作用によって破壊された結果本種の発生量が少なくなったと推測される。

## 摘 要

大きさの異なる孵化幼虫集団（5，10，30，50，100および200）を稲へ接種して、各齢期（若齢期，中齢期および老齢期）の生存率を調べた。若齢期の生存率は第1世代の全集団と第2世代の小集団で低いのに対し、第2世代の大集団と第3世代の全集団は高く、また死亡は第1世代が密度依存的であったのに対し、第2世代と第3世代は密度逆依存的に生じた。中齢期の生存率は常に高く、また、集団の大きさによる差もなかった。老齢期の死亡率は各世代とも高く、その生じ方も密度依存的であった。それは、幼虫の摂食による稲の枯死によるためと考えられた。

## 引用文献

- DEVEEY, E. S. Jr. (1947) Life tables for natural populations of animals. *Quart. Rev. Biol.* **22**: 283-314.
- 春川忠吉・高戸龍一・熊代三郎 (1934) 二化螟虫の生態学的研究(第3報) 二化螟虫の棲息密度につきて. *農学研究* **23**: 1-147.
- 平野千里 (1964) 栽培時期の異なるイネにおけるニカメイガ幼虫の生育. *応動昆* **8**: 166-169.
- Itô, Y., K. MIYASHITA and K. SEKIGUCHI (1962) Studies on the predators of the rice crop insect pests, using the insecticidal check method. *Jap. J. Ecol.* **12**: 1-11.
- 石倉秀次・小野小三郎 (1959) イモチとメイチュウ. 大阪: 富民社. pp. 310-336.
- 桐谷圭治 (1973) 水稻害虫. 総合防除(深谷昌次・桐谷圭治編) 東京: 講談社. pp. 310-336.
- KOYAMA, J. (1977) Preliminary studies on the life table of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (WALKER) (Lepidoptera: Pyralidae). *Appl. Ent. Zool.* **12**: 213-224.
- 宮本裕三 (1951) 2 化螟虫の第 2 化期幼虫の分散. *防虫科学* **16**: 40-45.
- 宮下和喜 (1958) 害虫と殺虫剤と天敵. *農業技術* **13**: 169-173.
- 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**: 197-201.
- 野里和雄・桐谷圭治 (1976) ニカメイガの減少傾向と卵期天敵の役割. *植物防疫* **30**: 259-263.
- 大竹昭郎・大矢慎吾 (1965) 圃場における第 1 世代ニカメイチュウ幼令幼虫の分散と死亡率. *北陸病害虫研究会報* **13**: 22-25.
- 尾崎幸三郎 (1974) ニカメイガの少発生現象と稲の栽培条件の変化との関係. *四国植物防疫研究* **9**: 13-23.
- PODOLER, H. and D. ROGERS (1975) A new method for the identification of key factors from life-table data. *J. Anim. Ecol.* **44**: 85-114.
- 佐藤安夫・森本尚武 (1962) ニカメイチュウの卵塊性幼虫集団に関する生態学的研究. *応動昆* **6**: 95-101.
- VARLEY, G. C. and G. R. GRADWELL (1960) Key factors in population studies. *J. Anim. Ecol.* **29**: 339-401.

## 新刊紹介

**The American Cockroach**, W. J. BELL and K. G. ADIYODI 編 (1981), Chapman and Hall, London, pp. 529, £ 36 (21,000 円).

R. G. DOWNER (ウオーター大), L. M. ROTH (米国陸軍ナティク研究所) を含む 18 人の, 主として若手研究者が執筆し, BELL (カンサス大) と ADIYODI (カルカッタ大) が編集. 1978 年まで, 一部は 1981 年までの約 1,900 の文献を引用し, さらに未発表の研究成果を加えて書かれたゴキブリに関する数少ない成書である. これまでに D. M. GUTHRIE and A. R. TINDALL (1968) が書いた *The Biology of Cockroach*, P. B. CORNWELL (1968) が書いた *The Cockroach Vol. I* があるが, これらは一般生物学, 分類, 生態行動を強調していたが, 本書は逆に, 生理生化学をあつかっている. これは過去 10 数年間に昆虫生理生化学が飛躍的に進歩したことの証拠ともなっている. 直題目は昆虫の基本型であることから, 大学での昆虫生理生化学の 1 つの教科書としても適当である.

一方, ゴキブリは病原菌の機械的伝播者であり旋尾線虫類の中 *Gongryonema* の中間宿主ともなる世界的な家庭害虫で, 医昆虫学徒にとっても必携の書である. 内容は次の 16 章からなっている. なお ( ) 内は新しいと思われる引用, まとめを示す.

- 1) 緒論, 2) 皮膚 (bursicon の作用機構), 3) 循環 (心臓周辺の血液循環図), 4) 栄養と消化 (消化酵素のリスト), 5) 呼吸 (気門と換気の制御), 6) 浸透調節と排泄, 7) 脂肪体と代謝 (脂肪体の全て), 8) 神経組織 (簡単な殺虫機構も含む), 9) 感覚器, 10) リズム (他の専門書と同様, リズム現象の生理生化学的な説明努力なし), 11) 筋と筋活動 (神経筋接合部の伝達物質の記述), 12) 神経分泌とホルモン (NSC, CC, 腹部神経節, CA, PG など調和のとれた解説), 13) 生殖, 14) フェロモンと行動 (フェロモンの化学については不十分), 15) 胚と後胚発育, 16) 再生.

(東大農, 池庄司敏明)