

ニカメイチュウの実験的予察における サンプリングについて (第1報)

飼育虫の死亡に由来する50%蛹化日の変動性¹⁾

清家安長・高山昭夫・吉岡幸治郎
(愛媛県農業試験場)

ま え が き

ニカメイチュウ(*Chilo suppressalis* WALKER)の実験的予察法は、深谷博士らにより確立された第1回成虫の発生時期の予察法で、この予察法が越冬幼虫の休眠生理を背景とした優れた予察技術であることはいまさらいうまでもない(深谷・金子, 1948; 深谷, 1956)。

ただ、この方法で第1回成虫の発生時期の予察を行なう場合、加温飼育虫のサンプリングをどのようにすべきかについては、この予察法が広く用いられるようになった当初から論議されてきたことである。鳥居(1959)は、このような事情を重視して、いくつかのサンプリング法を提案しており、また、病害虫発生予察実施要項にもサンプリング規模とその方法が示されている(農林省農政局植物防疫課, 1965)。

しかしながら、この問題に関する具体的な検討事例はきわめて少なく、この予察法についてのサンプリングに関する諸問題が解決されているとはいえない。

著者の一人清家は、この問題の重要性に注目し、1960年頃から研究に着手していたが、その後、職務の都合などで事情やむなく研究を中止していた。

幸いにも、一昨年(1967)から再び研究業務に復帰することができたので、ここに、その結果の一部を報告して参考に供することとした。この報告を行なうにあたり、多年にわたりご教導を頂いている東京教育大学深谷昌次教授、小稿のとりまとめにあたり、数々の助言とご教示を頂いた四国農業試験場河野達郎室長、同研究室の大竹昭郎、小山光男両技官に対し、深謝の意を表する。

研 究 方 法

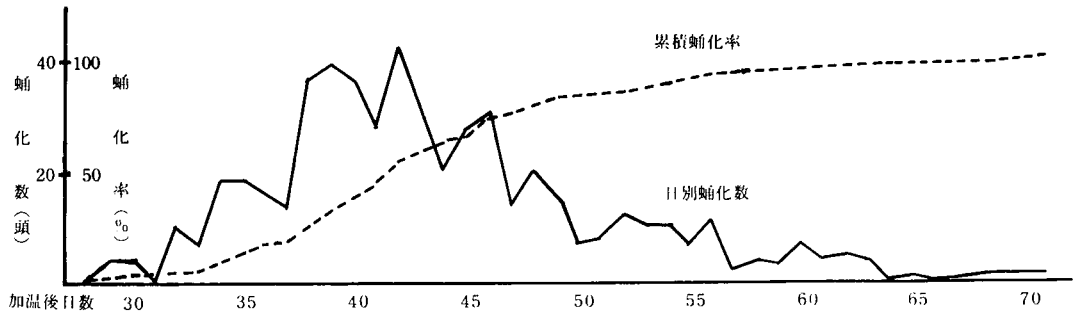
供試虫は、予察田の1963年度産稲わらから採集した越冬幼虫である。幼虫の加温飼育は、3月24日から病害虫発生予察実施要項に準じて行なったが、この研究は、ニカメイチュウの実験的予察のための加温飼育における供試虫のサンプリングを検討する試みなので、飼育虫は、15株1束の稲わらを単位として一連番号を付けた200束の稲わらから、それぞれ40頭ずつの幼虫を採集し、これを稲わら葉鞘とともに丸缶に順次収めていき、23組の飼育単位(以下これを飼育個体群、飼育標本などと呼ぶ)をつくった。蛹化数、死虫数の調査は各飼育単位毎に日別に行ない、これから50%蛹化日や、蛹化率、死亡率などを求めた。

1) On problems concerning sampling in laboratory forecast of the rice-stem borer, *Chilo suppressalis* (I). Variability in mid-point of pupation, in relation to the death during the rearing. By Yasunaga SEIKE, Teruo KŌYAMA and Kōjirō YOSHIOKA.
Proc. Assoc. Pl. Prot. Sikoku, No. 4 : 19 - 24 (1969)

結 果

1) 飼育虫の蛹化状況

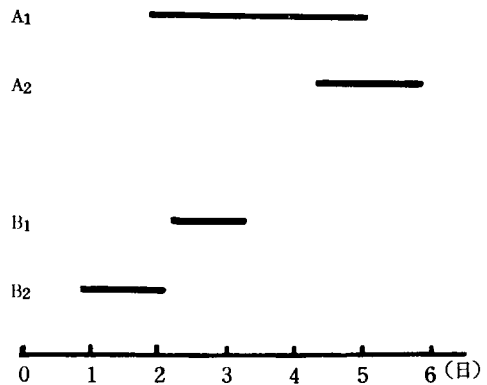
第1図は、全飼育虫の日別蛹化数の頻度分布と蛹化率の累積曲線を示したものであり、第1表は、23組の飼育標本の蛹化状況などを示したものである。



第1図 加温飼育における全飼育虫の日別蛹化状況

第1表 各飼育グループ別の蛹化状況

№	飼育虫数	蛹化数	蛹化率%	50% 蛹化日
1	40	15	37.5	5月1日
2	40	13	32.5	1
3	40	33	82.5	7
4	40	29	67.5	8
5	40	35	87.5	4
6	40	33	82.5	5
7	40	24	60.0	2
8	40	16	40.0	1
9	40	19	47.5	8
10	40	37	92.5	5
11	40	32	80.0	5
12	40	22	55.0	4
13	40	34	85.0	7
14	40	25	62.5	3
15	40	15	37.5	1
16	40	17	42.5	5
17	40	14	37.5	1
18	40	20	50.0	2
19	40	16	40.0	4
20	40	11	27.5	7
21	40	18	42.5	8
22	40	30	75.0	6
23	40	24	60.0	4
合計または平均	920	532	57.8	5月4.3日



第2図 加温飼育個体群の死亡率と50%蛹化日の信頼区間

横軸は4月30日(加温38日)を起点としたときの50%蛹化日数。A₁:死亡率50%以上のグループの平均値の信頼区間、A₂:同上死亡率50%以下のグループ。B₁:死亡率50%以上のグループでの、平均50%蛹化日からの差の信頼区間、B₂:同上、死亡率50%以下のグループ。

第1表によると、23組の各飼育標本毎の蛹化状況は、蛹化率の最低が27.5%、最高が92.5%で、算術平均は、57.8%であった。各飼育標本別の50%蛹化率は、5月1日から5月8日の範囲で、その平均値は5月4.3日である。

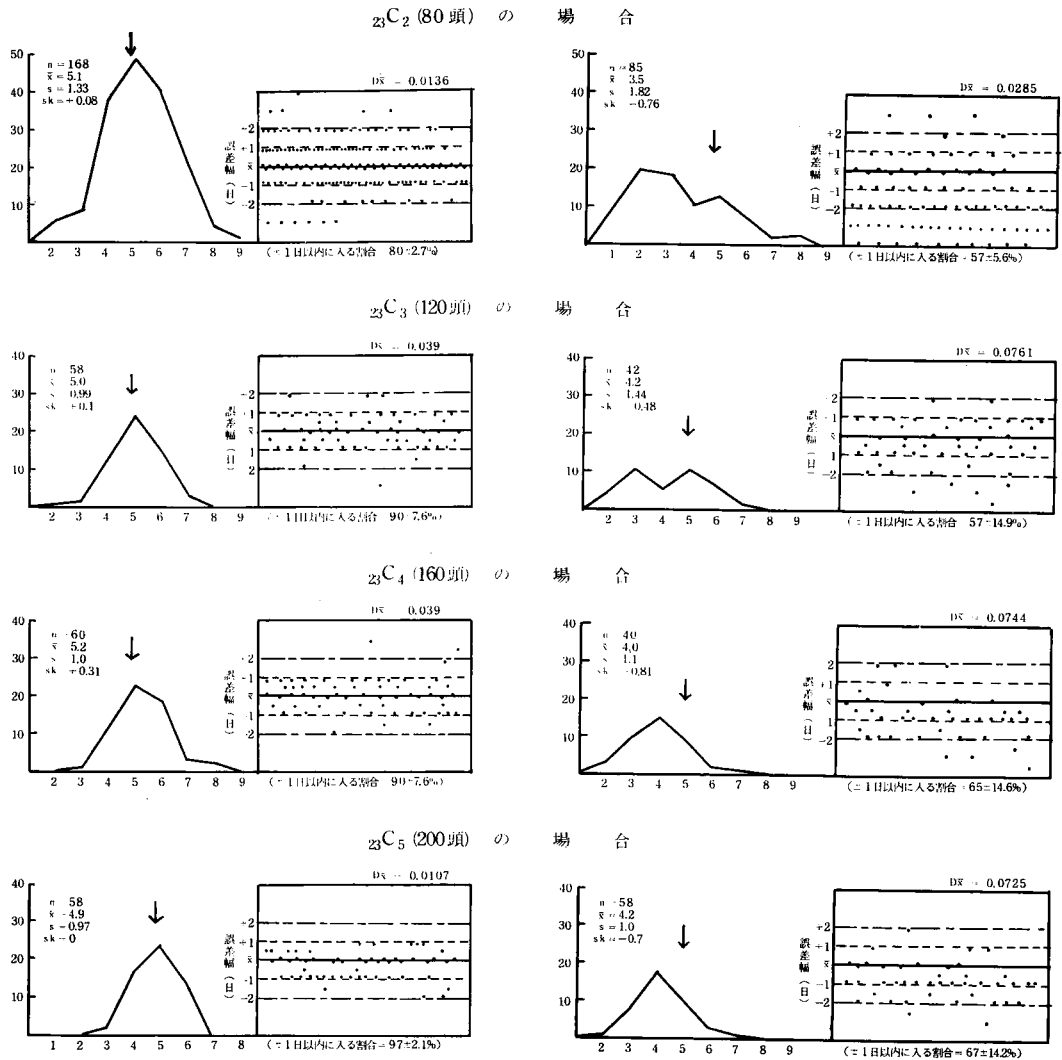
2) 飼育虫の死亡(多少)が飼育標本の50%蛹化日に及ぼす影響

飼育標本(23組)の蛹化率に著しい差異のあることは前項でのべたとおりであるが(第1表),これは,死亡率に著しい違いがあるということと同義であるから,飼育標本の50%蛹化日と死亡率との間にみられる関係を検討した。

その結果は次のとおりである。

まず, THOMPSON の棄却検定で,棄却でき得る加温飼育標本(50%蛹化日に関して)は認められなかった(成績略)。

次に,全飼育標本を50%死亡率を境にして2群に分け,両者における50%蛹化日の平均値の信頼



死亡率 45% 以下のグループ

死亡率 46% 以上のグループ

第3図 飼育個体群の蛹化率と50%蛹化日との関係

↓印は全飼育虫数の50%蛹化日。度数分布の横軸は,4月30日(加温38日目)を起点としたときの50%蛹化日数,縦軸は蛹化個体数。

区間と、全飼育虫での50%蛹化日の平均値からの差についての平均値の信頼区間とを求めた結果は第2図のとおりである。

これによると、平均値の信頼区間は両者で重なり合ったが、平均値からの偏差の平均値については、死亡率の高い飼育標本と、低い飼育標本との間に信頼区間について差が認められた。

3) 標本抽出実績による標本数(虫数)の検討

第3図は、80頭から200頭までの標本規模について抽出実験を行ない、これをさらに死亡率の高いものと(45%以上)、低いもの(44%以下)とに分けて比較対照したものである。

標本抽出実験は、 n 個から r 個とる組合わせの公式(${}_nC_r = \frac{n!}{r!(n-r)!}$)を利用して、飼育虫数80頭(${}_{23}C_2$)、120頭(${}_{23}C_3$)、160頭(${}_{23}C_4$)、200頭(${}_{23}C_5$)の各本規模毎にそれぞれ行なった。抽出回数、23組から2組とる組合わせの標本規模(80頭)の場合には、上式から求められる組合わせ数(253組)全部を抽出したが、標本規模120頭(${}_{23}C_3$)以上のものについては、組合わせ数が非常に多いので、それぞれ100回だけ抽出し、さらに、これを上記した死亡率の区分に従い仕分けして取扱った。

これによると、死亡率の高い標本と、低いものとの50%蛹化日の度数分布には著しい差異が認められる。すなわち、いずれの標本規模においても、死亡率の低い標本よりも、高いものの方が50%蛹化日の標準偏差(σ)や標準誤差($D(\bar{x})$)、歪度(sk)の小さい傾向が顕著である。

一方、50%蛹化日が許容する誤差限界内に入る割合にも、死亡率の高い標本と低いものとの間に著しい差異が認められる。すなわち、全飼育虫の平均50%蛹化日の ± 1 日以内、 ± 2 日以内の誤差限界内に入る標本の割合をみると、いずれの標本規模においても、死亡率の高い標本よりも低いもので高かった。 ± 1 日以内の信頼限界内に入る割合についていえば、死亡率の低い標本では、飼育虫数120頭でも $90 \pm 7.6\%$ 、200頭では $97 \pm 2.1\%$ の高い値を示している。これに反して、死亡率の高い標本では最も大きな標本規模(200頭)でも、その割合は僅かに $76 \pm 14.2\%$ である。

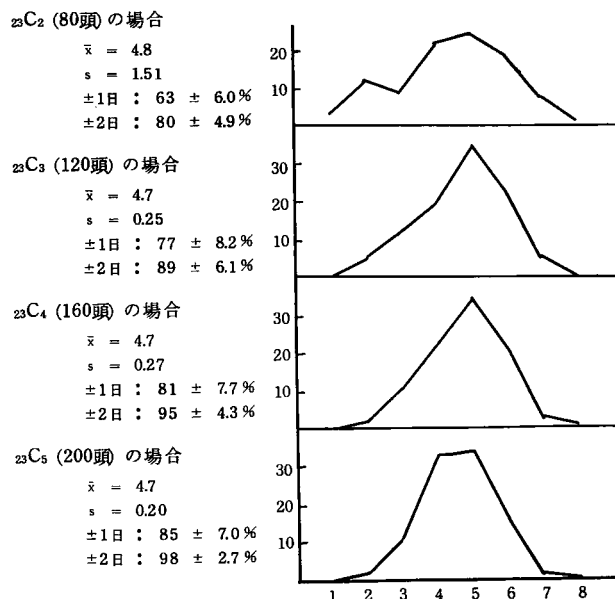
第4図は、飼育標本の死亡(率)に由来する50%蛹化日の変動を無視して、23組の飼育標本から一様に、各標本規模毎に100回宛抽出した結果であり、抽出方法も第3図の場合と同じ手順で行なった。

これによると、50%蛹化日の頻度分布や、平均値からの誤差幅(± 1 日、 ± 2 日)に入る標本割合などの傾向は、第3図に類似した傾向を示している。だが、その内容を第3図の死亡率の高い抽出標本や低いものと、それぞれ比較すると、50%蛹化日の集中性は、前者よりも高く後者よりも低い傾向が認められる。

考 察

この課題の研究に当たり、筆者らは、越冬世代幼虫の発育速度に関して、ほぼ同質とみなされる小集団(約2aの水田で育った920頭)の全体を23組(1組40頭)に分けて加温飼育し、その成績を用いて、既に述べてきた手法で抽出実験を行なった。

研究の最終目標は、著者らも地区全体(異質な)の標本抽出においてい



第4図 飼育虫数の多少と50%蛹化日の標本分布との関係
横軸は、4月30日(加温38日目)を起点としたときの50%蛹化日数、縦軸は蛹化個体数。 ± 1 日、 ± 2 日は、それぞれ $\frac{1}{x}$ から1日以内、2日以内にはいる割合を示す。

る。ただ、その母集団は、異質といっても、相互に異質な小集団(おのおの小集団のなかは等質とみなされる)の複合集団であろうから、ここでまず異質母集団の一構成単位である等質な小集団の標本抽出を手がけたわけである。

昆虫(自然集団)の発育速度などを調べるに際し、ニカメイチュウの加温飼育のごとく、標本の採集後、調査の完了までに「飼育期間」をむような場合には、飼育の影響で採集標本は質的・量的に除々に変わっていくのが常であり、しかも、しばしばこの変化が大きいため、標本価値の低下がもたらされる。

虫の発生速度に影響を与える飼育環境や条件を制御することは比較的容易であり、ニカメイチュウの加温飼育に関してはほぼ解決されているとみてよい(深谷, 1956; 浜野ら, 1961)。しかし、加温飼育虫の死亡割合やその起こり方の違いが、飼育個体群の蛹化曲線や蛹化時期にも反映されてくるのは必至であり、そのうえ、飼育虫の死亡を飼育の環境条件だけで制御することは必ずしも容易ではなく、仮りに容易だとしても、死亡割合の違いで標本価値がどのように低下するかを明らかにしておくことはきわめて重要である。

著者らの研究結果では、蛹化時期に関して等質とみなされる母集団(越冬虫)からの標本であっても、50%の蛹化日の標本分布は、飼育虫の死亡割合の差異で著しく相違し、飼育虫の死亡割合が高くなるに伴い、標本価値の低下していくことが明らかとなった。

しかしながら、それが加温飼育集団であるがゆえに、その死亡割合が自然集団のそれとどの程度一致されているかは不明である。

そこで、問題は、蛹化時期調査を目的とした加温飼育標本の価値付けのよりどころとして、加温飼育集団と自然集団との幼虫期における死亡割合の適合度合いそのものが絶対的条件であるのか、それとも、両者の死亡割合の差異にもかかわらず、さきにのべた加温飼育標本の価値が死亡割合の低いものほど高いという結果を重視すべきであるのかということであるが、この点に関しては、著者らはいまのところ後者を支持する考え方に傾いている。

ここで、標本価値が著しく低下する死亡割合の臨界値を知ることがきわめて重要である。著者らの研究結果では、その値は、45~50%付近であったが、この値にある程度(50%)の幅をもたせれば、安全性の高いものになってこよう。

病害虫発生予察実施要項によると、ニカメイチュウの加温飼育における飼育虫は300頭以上とされている。そして、このサンプリング規模は地区全体の予察を目的としたものであるから、異質な無限母集団を前提としたものであるし、また、このサンプリング規模は、これまでに得られている数多くの資料から経験的に導かれた数値であり、理論的裏付けはないが案外当を得た規模であるかも知れない。

著者らは、すでに述べたような理由から、まず、等質母集団におけるサンプリング規模について検討してきた。その結果、これまでしばしばのべてきた標本価値の低い飼育標本(死亡割合の高い)で、高い調査精度を収めようとすれば、非常に大きな標本 n (飼育数)を必要とする。しかし、標本価値の高い飼育標本(死亡割合の低い)の場合には、あまり多くない飼育虫数(150頭以上)でも高い調査精度の得られることが明らかとなった。

以上、ニカメイチュウの加温飼育における飼育虫に関して、標本調査法の立場から論述してきたが、なかでも、その標本価値が飼育虫の死亡割合によって変動される現象は、昆虫の自然集団におけるある属性を、飼育標本で調査する場合に介在している事象だと考えるべきである。

要 約

ニカメイチュウ第1回成虫の発生時期を予察する目的で、越冬世代幼虫の加温飼育調査を行なう場合におけるサンプリング法に関連した事項を検討した。

1. 等質母集団から任意抽出した標本でも、飼育虫の死亡割合の違いで標本価値に著しい差異が認められ、死亡割合が高くなるほど価値の低下していくことが明らかとなった。
2. しかも、死亡割合が45～50%付近までは、価値低下は徐々にしか進行しないが、それ以上の死亡割合になると、きわめて著しい傾斜(こう配)で価値低下の進行する傾向が認められた。
3. このため、死亡割合が45～50%以上の加温飼育標本で、高い調査精度を収めるためには非常に多数の飼育虫数を必要とするが、死亡割合がそれ以下のものではあまり多くない虫数(150頭以上)でも高い調査精度を得ることのできる事が明らかとなった。
4. 以上のことから、標本価値が著しく低下する死亡割合の臨界を明らかにしておくことの重要性を強調し、その臨界値は(40～50%) - 10%としておけばかなり安全性の高いものであることを付言した。

引用文献

- 浜野勝博(1961)：第1化期実験予察における幼虫の飼育。植防，15：13～16。
深谷昌次(1956)：ニカメイチュウの実験的予察。植防，10：230～234。
深谷昌次・金子武(1948)：ニカメイチュウの越冬生理。農学研究，39：131～133。
鳥居酉蔵(1959)：発生予察実験法(サンプリング)。昆虫実験法(日本植物防疫協会)，pp. 585～602。

(1969年2月14日 受領)