ニカメイチュウの形態にみられる相対成長

高 井 昭

茨城県農業試験場

(1966年4月18日 受領)

Relative Growth Relations in Morphological Characters of the Rice Stem Borer, *Chilo suppressalis* WALKER. Akira TAKAI (Ryugasaki Branch, Ibaraki Agricultural Experiment Station, Ryugasaki, Ibaraki-Pref.) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* 10: 138—144 (1966)

The relative growth relations observed in morphological characters of the rice stem borer, *Chilo suppressalis*, captured by light trap and reared in the laboratory are presented in this paper.

The relative growth relations are shown by an equation:

$$y = bx^{\alpha} \quad (\text{HUXLEY, 1932})$$

Values of α s in this equation were approximately 1 for length of fore-wing *vs.* adult body length or expansion of fore-wings and for adult body weight *vs.* number of eggs in ovary, and 3 for length of fore-wing *vs.* adult body weight or number of eggs in ovary. The relative growth relation was also found between larval and adult characters that is, α s were approximately 1 for larval weight *vs.* number of eggs in ovary and 0.4 for larval weight *vs.* length of fore-wing. Values of α s for length of fore-wing *vs.* adult head width were lesser than 1.

The index of wing load of males (1st generation 2.0, 2nd generation 1.9) was lighter than that of females (3.1 and 3.6, respectively). There were no significant differences in relative growth relations between the moths grown on the rice plant and on a water oat, *Zizania latifolia*.

緒 言

ニカメイチュウの防除を有効適切に行なうには、発蛾時期の予想と同時に発生量の多少を予想することが重要である。特に発生が少なく害虫個体群の密度がある経済的閾値以下にあると予想されれば、例年慣行的に行なわれている薬剤防除を中止して農業乱用の弊害を防止することができる(例えば、巖, 1963)。

発生量を予想する方法は予察灯に誘殺されたニカメイガの量的変動を解析することが肝要であると考えられる。

宮下(1955, 1963)はニカメイガ誘殺量の年次変動は漸進大発生(gradation)の特徴を示すことが多いと報告した。Gradationを律する要因は外的なもののみならず、内的なもの、すなわち虫自体の諸形質に規則的な変化が起きているのではないかと考えられる。この問題を解明する手段の一部として、虫体のいくつかの部分

について計測を行なった。

ニカメイチュウの形態については、栗原(1929)、清水(1935)が指摘したように、虫体各部の間には非常に高い相関がある。これらの間について相対成長(allo-metry)の立場から検討した。

本文にはいる前に、終始ご指導くださった農業技術研究所の伊藤嘉昭博士、および率直なご批判をいただいた高知県農林技術研究所桐谷圭治博士に厚くお礼申し上げる。また、本研究の機会を与えられた茨城県農業試験場病虫害部長渡辺文吉郎博士にお礼申し上げたい。

材料および方法

本報で扱ったニカメイガは1962~1965年の間に竜ヶ崎市にある予察灯(発生予察規格)に誘殺されたものおよび越冬幼虫を飼育したものである。

第1回成虫, 第2回成虫, 雌, 雄に分けて、総蔵卵数, 成虫体重を測定する個体は翌日直ちに、その他の個

体は乾燥標本として保存し冬季間に前翅長、体長、開張、頭巾を測定した。測定個体数は誘殺数の全部か、またはその一部である。

測定の方法

前翅長は前翅を体から離して翅の基部から翅頂までの最高翅長、開張は左右の前翅を開張しての最高長（ただし翅縁にある毛は除いた）、体長は下唇鬚を除いた頭頂から尾端の毛を除いた部分までを、それぞれノギスで測定した。

頭巾は両複眼の外側から外側までの距離を24倍の双眼顕微鏡でマイクロメーターを用いて測定した。

総蔵卵数は10倍の解剖顕微鏡をもって卵巣小管（Ovariole）内の卵数を数えた（先端部では個々の卵の区別が正確にできないので、ここでは卵黄が卵殻内の半分以上を占めている卵までを計数し、これをもって総蔵卵数にかえた）。誘殺雌蛾がすでに産卵を終了しているかどうかは桐谷・木村（1965, 未発表）により区別した。

成虫の生体重測定はトーションバランス（感量1mg）を用いた。

以上それぞれの部分を同一個体について測定した。

越冬幼虫はマコモまたはイネから採集したものを、殺菌した稲ワラとともに一頭ずつガラスチューブに入れ、さらに湿度を95%に調節したデシケーターに入れて、四面ガラス張りの定温器で3月15日から温度を25°Cに保った。

結果および考察

生物個体の二つの部分の量を x および y とし、この間に相対成長関係があるとする、次式が成り立つ（HUXLEY, 1932）。

$$y = bx^{\alpha} \quad (1)$$

両辺の対数をとると

$$\log y = \log b + \alpha \log x \quad (2)$$

となり、法則の成立は両対数のグラフにおける直線性によってたしかめられる。またこの直線関係から最小二乗法によって係数 b と α を求めた。 b および α は部分の各組み合わせに固有の係数で、特に(2)式で直線の傾斜をきめる α は相対成長係数といわれる。

誘殺蛾を世代・性別に分けて前翅長、開張、頭巾、体長の頻度分布を作ると二つのモードをもった分布となる。これは幼虫時代における寄主植物の違いによる（牧, 1958）ものと思われるが、第4図にみられるようにイネのニカメイガとマコモのニカメイガの間で相対成長に有

意差が認められなかったので一緒にして計算した。

鱗翅目成虫の大きさはよく開張をもって示されるが、これは展翅の仕方でもその測定値の変動が大きく、また測定の能率も悪いので主として前翅長に対する他の各部分について相対成長を調べた。

予察灯に誘殺されたニカメイガの前翅長（ x ）に対する各部分（ y ）間の相対成長を第1表に、越冬幼虫を加温して得られたニカメイガの各部分間の相対成長を第2表に示した。

第2式から、両対数グラフで直線関係がみられれば、 x および y は相対成長関係として検討することができる。第1表において相対成長係数 α の値は、成虫体長、開張で約1、成虫体重、総蔵卵数で約3である。また第2表では幼虫体重に対する成虫体重、総蔵卵数で約1、成虫体重に対する総蔵卵数で約1、前翅長に対する総蔵卵数で約3、幼虫体重に対する前翅長で約0.4である。もし、個体の大きさが相似形であるなら；

$$L = bx \quad \log L = \log b + \log x$$

$$W = bx^3 \quad \log W = \log b + 3 \log x$$

$$L^3 = bx \quad \log L = \frac{1}{3} \log b + \frac{1}{3} \log x$$

ただし L と W は長さに対する長さとし、 L^3 は重さに対する重さを表す。

上記のように α の実測値が1, 3, 0.33に近い値をとることは、ニカメイガの形態的性質がクワガタムシやシカの角などについて HUXLEY (1932) によってみいだされたような特別な相対成長係数に律せられるものでなく、相似形原則にしたがっていることを示している。

予察灯（第1表）と越冬幼虫の加温（第2表）によって得られた結果も良く一致した。

前翅長に対する開張は、前翅長に左右の差がないとすれば前者は後者のほとんど大部分を占めるので適合度のよいのはきわめて当然である。前翅長に対する頭巾は両者とも一次の量であるのに $\alpha < 1$ で、著しい劣成長（negative allometry）を示す。すなわち翅長のより大きい個体は相対的に小さい頭巾をもつことになる。また鱗翅目では一般に成虫頭巾は雌よりも雄が大きい（例えば高橋, 1956）。このことはニカメイガでも同様であった。つぎに前翅長あたりの各部分の値を性別についてみると、雄は雌にくらべて体（頭巾・体長）に比して翅（前翅長）が小さい（頭巾・体長がおなじ雄と雌とを比較すると、前者の方が小さい翅をもつ）。いっぽう第1図の前翅長に対する成虫体重の相対成長でわかるように、両者の間で $y = bx^{\alpha}$ が成立するので体重を前翅長で割った値を翼荷重の指標として示すと、第1回成虫で雌

第1表 予察燈に誘殺されたニカメイガの前翅長 (x) に対する各部分 (y) 間の相対成長式の係数

y	年次	世代・性	前翅長 x (mm)		測定した 個 体 数	計算に使っ た 個 体 数
			α	b		
成 虫 体 長 (mm)	'62	1 ♀	1.0729	0.7568	294	29
"	"	1 ♂	1.0034	0.9889	420	42
"	"	2 ♀	0.9477	1.1050	670	67
"	"	2 ♂	0.9211	1.2054	592	59
平 均			0.9863			
開 張 (mm)	'62	1 ♀	1.0064	2.1867	294	29
"	"	1 ♂	1.0115	2.1538	420	42
"	"	2 ♀	0.9693	2.4066	670	66
"	"	2 ♂	0.9848	2.3180	592	59
平 均			0.9930			
成 虫 体 重 (mg)	'62	1 ♀	2.9576	0.0171	293	29
"	"	1 ♂	2.8627	0.0180	420	42
"	"	2 ♀	3.1764	0.0130	670	67
"	"	2 ♂	3.2142	0.0101	592	59
平 均			3.0527			
総 蔵 卵 数	'62	1 ♀	2.8592	0.1461	104	104
"	"	2 ♀	3.0949	0.1196	140	140
"	'65	1 ♀	3.1015	0.1056	31	31
"	"	2 ♀	2.7637	0.3446	121	78*
平 均			2.9548			
成 虫 頭 巾 (mm)	'65	1 ♀	0.6842	0.2798	150	31
"	"	1 ♂	0.6412	0.3560	278	28
"	"	2 ♀	0.7189	0.2588	116	116
"	"	2 ♂	0.8111	0.2579	120	120
平 均			0.7139			

* 産卵を終了しない雌だけについて計算した。すなわち誘殺されたニカメイガの産卵済率は25.5%であった。

第2表 越冬幼虫を加温して得られたニカメイガ雌に対する各部分間の相対成長式の係数

y	年 次	幼虫体重 (mg)		前翅長 (mm)		成虫体重 (mg)		測定した 個 体 数
		α	b	α	b	α	b	
成 虫 体 重 (mg)	'63	0.9187	0.7687					90
前 翅 長 (mm)	'64	0.4098	1.8431					95
総 蔵 卵 数	'63			2.6587	0.4424			107
"	'64			3.2085	0.1328			51
"	'63					0.9589	8.3495	113
"	'63	0.7807	10.4344					91
"	'64	1.0327	3.7065					56

第1図 前翅長に対する成虫体重の相対成長 (1962年)

3.1, 雄 2.0, 第2回成虫では雌 3.6, 雄 1.9で両者とも雄の方が小さい。こういう一見矛盾した結果が生ずる原因は、後述するように雌成虫は成熟卵を持っているため、翅長の割合に体重が重いことによる。雄は雌にくらべて飛行速度(飛行距離/sec)は遅い(弥富・関口, 1936)が活動性は雌よりも雄の方が大きい(KIRITANI and Iwao, 1964)にもかかわらず翅が小さいということは、成虫の活動性の活発さは体重/前翅長の大小との関係が大きい(巖, 1956)ことによると思われる。

産卵を終了した雌をも含めた成虫体重に対する総蔵卵数の相対成長を第2図に示す。ニカメイガにおいて成虫体重と総卵数の間には高い正の相関関係があり(栗原, 1929), バッタで成虫体重は卵巣の成熟度に依存している(PHIPPS, 1950)。幼虫時代を低密度で育ったニカメイチュウの成虫は体重が重くて成熟卵数が多い(森本, 1960)。第2図はこれらと同じように雌の成虫体重は総蔵卵数に支配され、体重の重い雌成虫はより総蔵卵数が多い結果を示し、よく相似形の原則が適合している。しかし成虫体重がある程度以下になると直線関係が乱れて

第2図 成虫体重に対する総蔵卵数の相対成長 (1962年)
相対成長式の係数は、第1回成虫雌 $\alpha: 1.0465$, $b: 5.4271$, 第2回成虫雌 $\alpha: 1.0230$, $b: 6.5654$ 。

第3図 産卵未終了個体についての前翅長に対する総蔵卵数の相対成長 (1965年)

第3表 相 対 成 長 式 に お け る 係 数 の 年 次 変 動

y	年 次	世 代 ・ 性	前翅長 x (mm)		総誘殺数	測定した 個 体 数	計算に使 った個体 数
			α	b			
成 虫 体 長 (mm)	'62	1 ♀	1.0729	0.7568	294	294	29
"	'64	1 ♀	1.0780	0.6683	151	14	14
"	'62	2 ♀	0.9477	1.1050	1633	670	67
"	'64	2 ♀	0.9106	1.0731	3111	30	30
"	'65	2 ♀	0.9023	1.1350	1385	30	30
"	'62	2 ♂	0.9211	1.2054	1158	592	59
"	'65	2 ♂	0.9611	1.0044	1385	30	30
成 虫 頭 巾 (mm)	'64	1 ♀	0.7732	0.2162	151	20	20
"	'65	1 ♀	0.6842	0.2798	201	150	31
"	'64	2 ♀	0.7026	0.2647	3111	30	30
"	'65	2 ♀	0.7189	0.2588	1385	116	116

下に折れるような傾向がある。すなわち蔽卵に関係のない基本的体重があるように考えられるが、本論文においては全部を一緒にして取り扱った。

第3図は前翅長に対する産卵を終了していない雌蛾についての総蔽卵数の相対成長を示したものである。一部の鱗翅目における総蔽卵数（例えばニカメイチュウ：栗原，1929；アワヨトウ：巖，1956；ヨトウガ：平田，1956）と同様にばらつきはそうとうに大きい，直線関係が認められるので相対成長関係は成立する。

相対成長係数の年次変動を知るために最近2～3カ年の結果を第3表に示したが，このていどの誘殺数では年による変動はなさそうである。

羽化後吸蜜して初めて卵巣が成熟するアワヨトウでは体重の軽い成虫の産卵数が必ずしも少なくない（巖，1956）が，ニカメイガのように成虫期に食餌をとらない昆虫では，大きい幼虫から羽化した成虫は大きく，いっ

第4図 越冬幼虫を加温したニカメイチュウについての相対成長（1964年）
白丸，破線はマコモのニカメイチュウ。黒丸，実線はイネのニカメイチュウ。相対成長式の係数は

	マコモのメイチュウ		イネのメイチュウ	
	α	b	α	b
左 図	1.3037	0.6888	1.0327	3.7065
右上図	3.0895	0.1413	3.2085	0.1328
右下図	0.3693	2.0640	0.4098	1.8431

そう多くの卵を産むと考えられる(石倉・小野, 1959)。そこで1964年に予察灯の近くにおいて、幼虫密度の高い水稻の一品種のワラからイネのニカメイチュウの、また水路に生えた比較的広範囲のマコモからマコモのニカメイチュウの越冬幼虫を採集し、雌だけについて加温した結果を第4図に示す。第4図でわかるように、体重の重い幼虫から羽化する成虫は大きく、かつ総蔵卵数も多い。当然幼虫体重と総蔵卵数のあいだにも相対成長が成立する。前翅長に対する総蔵卵数の相対成長は誘殺雌成虫のそれと一致した。

ここで行なった実験の範囲ではイネのニカメイチュウとマコモのニカメイチュウの間では相対成長に統計的な有意差が認められなかった¹⁾。

個体群密度の変動によって個体の大きさや産卵数などがかわることは実験的に多くの昆虫で知られているが、自然個体群についてもこれらの関係が成立しうることがあることは KLOMP (1958) によって *Bupalus piniarius* において示された。すなわち幼虫期の密度が高くなるにしたがい、蛹の大きさは小さくなり、かつ、それより羽化した成虫の産卵数も少ない。ニカメイガにおいても第1回成虫の有効発蛾数(田植後の誘殺数)が多い年には第2回成虫の頭巾が小さくなること(桐谷, 私信)、また森本(1960)は幼虫の生息密度が幼虫・蛹・成虫のおのこのステージの生理生態的形質に変異をもたらすことを報告している。しかし幼虫体重、さらに成虫体重は幼虫密度だけに支配されるのではなく、イネの条件(深谷, 1950; 石井・平野, 1958)をあわせて考えなければならぬと思われる。これら形質の変異は食餌植物を異にしたところのイネのニカメイチュウとマコモのニカメイチュウについてもみられたが、相対成長については両者に差が認められなかったことは興味ある問題である。

以上に示した相対成長が大発生前後の条件下でどう変わるかをしらべることが、今後必要であろう。もし、そこに一定の関係があれば(例えば、大発生前後に相似形の原則が破れるようなことがあれば)、形態的特長を利用した発生予察ということも考えられるであろう。

摘 要

1) 予察灯に誘殺されたニカメイガについて各部分の形態を相対成長法則により検討した。なお越冬幼虫を加温した成虫についても行なった。

2) 相対成長係数 α のおおよその値は、前翅長に対する成虫体長および開張が1、前翅長に対する成虫体重、総蔵卵数が3、幼虫体重に対する成虫体重、幼虫体重に対する総蔵卵数、成虫体重に対する総蔵卵数が1、幼虫体重に対する前翅長が0.4で、いずれも相対成長関係が成立した。

3) 前翅長に対する成虫頭巾の相対成長係数は1よりも小さい。

4) 翼荷重の指標としての成虫体重/前翅長は第1、2回成虫とも雌より雄の方が小さい。

5) 相対成長係数は最近の2~3カ年では年による変動はなかった。

6) イネで育ったニカメイチュウと、マコモで育ったニカメイチュウの間では相対成長に統計的に有意差はなかった。

引 用 文 献

- 深谷昌次(1950) 二化螟虫, 北方出版社, 141 pp.
 平田真雄(1956) 成虫の形質に対する幼虫密度の影響. ヨトウガの相変異. 第2報. 個体群生態学の研究 III: 78~92.
 HUXLEY, J. S. (1932) Problem of Relative Growth, Methuen & CO. Ltd., London, 276 pp.
 石井象二郎・平野千里(1958) ニカメイガ幼虫の生育におよぼす水稻への施肥の影響. I. 土壌への窒素質肥料の施用量とニカメイガ幼虫の生育. 応動昆 2: 188~202.
 石倉秀次・小野小三郎(1959) イモチとメイチュウ, 富民社, 大阪, 300 pp.
 巖 俊一(1956) アワヨトウの相変異. 第1報. 個体群生態学の研究 III: 60~78.
 巖 俊一(1963) 害虫個体数の変動と関連した個体形質の変異. 発生予察に対する1つのアプローチ. 応動昆第7回シン

1 有意性検定はつぎの式によった。ご指導いただいた農業技術研究所塩見正衛氏にお礼申し上げる。

$$a = \frac{1}{\sqrt{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}}}$$

$$b = \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} - \frac{[\Sigma xy - \frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{n}]^2}{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}}$$

$$\hat{\beta} \pm t_{(d, f. = n - 2) 0.05} a \cdot \sqrt{b}$$

ボジウム記録.

彌富喜三・関口三郎 (1936) 二化螟蛾の飛翔速度. 応動 8: 55~56.

KIRITANI, K. and S. IWA0 (1964) The biology and life cycle of *Chilo suppressalis* (WALK.) and *Tryporyza incertulas* (WALK.) in temperate areas. Symp. on the major insect pests of rice., Int. Rice Res. Inst. (in press)

桐谷圭治・木村勝千代 (1965) ニカメイチュウ発生予察上の新方法. 関西病害虫研究会報 8: 110.

KLOMP, H. (1958) Larval density and adult fecundity in a natural population of the pine looper (*Bupalus piniarius*, L.) Arch. Néerl. Zool. 8: 319~334.

栗原章平 (1929) 二化螟虫の卵数に就いて. 応動 1: 174~181.

牧 良忠・山下優勝 (1958) 寄主植物によるニカメイチュウの生態的変異. 兵庫農試研究報告 6: 47~50.

宮下和喜 (1955) ニカメイチュウ発生量の年次的変動について二, 三の考察. 農研報告 C 5: 99~106.

MIYASITA, K. (1963) Outbreaks and population fluctuations of insects, with special reference to agricultural insect pests in Japan. Bull. Nat. Inst. Agric. Sci. C 15: 99~170.

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 4: 197~201.

PHIPPS, J. (1950) The maturation of the ovaries and the relation between weight and maturity in *Locusta migratoria migratorioides* (R. & F.). Bull. Ent. Res. 40: 539~557.

清水 滋 (1935) 二化螟虫の大きさ. 応動 7: 304~309.

高橋史樹 (1956) コナダグラメイガの増殖能力に及ぼす棲息密度の影響. II. 幼虫期の棲息密度と發育速度, 羽化率および羽化成虫の大きさの関係について. 応動 21: 179~185.

抄

録

人工飼料によるマイマイガの飼育技術

ODELL, T. M. and W. D. ROLLINSON (1966): A technique for rearing the gypsy Moth, *Porthetria dispar* (L.), on an artificial diet. *J. Econ. Entomol.* 59 (3): 741.

マイマイガの人工飼育を無菌的に行ない成功している。

1 化性であるマイマイガをある程度時期をずらして飼育するためには, 人工飼料を必要とする。

また一般に飼育期を通じこの虫には疾病が出やすいが, 人工飼育をすればこの点有利になる。

著者等は 1963 年 12 月より人工培地を用いてマイマイガの飼育を始めたがその後飼育技術を改良することによってついに死亡率 1% 以下で数 1,000 匹のマイマイガを同時に飼うことに成功した。

すなわち飼料は VANDERZANT (1962) 等が用いたオオタバ

コガ培地を基礎とし, IGNOFFO (1963) や, CHIPPENDALE (1965) 等のシャクガ幼虫の 1 種に適用した培地などを参考として新しく作ったものである。

まず卵を 0.5% Clorox に 20 分浸漬後流水で 20 分洗い, ふ化をまって飼料の入った容器に移した。

飼育に用いた容器はプラスチックのペトリ皿でこの中の飼料に幼虫を接種し, ふたをしてからこれを逆さに保ち, 各令毎に 1 回皿と飼料を取りかえた, なおそのつど幼虫と飼料表面を 5% の Clorox で消毒した。

皿を逆さにするのは排泄物による飼料の汚染を防ぐためである。

その結果, 幼虫は大体 4~5 日で各令を経過し (6 令はやや長い), ふ化から羽化まで 40~45 日を要した。

なお蛹重は雄で 0.62 g, 雌で 2.00 g となったが, これに対し自然状態で發育したものはそれぞれ 0.50 g, 1.40 g となった。

残された問題点としては, 各令毎に容器を変えるはんぎつぎであろう。 (教育大農 稲田宏之)