マメシクイガの発蛾時期の変動に關与する諸要因¹⁾

平 井 一 男

東北農業試験場

Factors Affecting Changes in the Occurrence Period of Adults of the Soybean Podborer, *Leguminivora glycinivorella* MATSUMURA (Lepidoptera: Tortricidae). Kazuo HIRAI (Tohoku National Agricultural Experiment Station, Morioka 020-01, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **32**: 192-197 (1988)

Surveys of occurrence of adults of the soybean podborer, *Leguminivora glycinivorella*, were made in the soybean field in Morioka from the end of July to mid-September, for six years since 1982. Adults were caught from July 29 to September 20. The occurrence curve, with the 50% capture date from August 11 to 24 and with the maximum capture date from August 10 to 27, seemed to be formed by one generation. The moth-appearance patterns, such as unimodal, bimodal, and multimodal, were affected by daily changes in mean air temperature. The onset of pupation was estimated to be from 18 to 45 days after the summer solstice. A negative correlation was found between the 50% capture date of the moths and the five days mean air temperature from the last ten days of June to the first ten days of August. It was observed that the higher the mean air temperature, the earlier the 50% capture date. The causes of the regional fluctuations in the peak period of the occurrence of adults of *L. glycinivorella* in the Tohoku district, northern part of Honshu, were discussed in relation to meteorological factors.

緒 言

東北地方のダイズ圃場において、マメシクイガは、通常8月中旬から9月中旬にかけて年1回発蛾するが、その発蛾時期には、年次や地域による変動がある(飯村, 1982; 高野ら, 1986)。筆者が、盛岡において1982年以降6年間、マメシクイガの発蛾調査を実施したところ、初発蛾は従来言われたよりも早く、7月下旬から見られ、2回発蛾の可能性も示唆された。発蛾時期の年次による変動には諸要因が係わっていると考えられたが、なかでも気温または降水量による発蛾最盛期の予測が可能であると思われた。年1回発生の昆虫のためデータに不足はあるが、解析結果を公表して同学の士のご批判を仰ぎたい。気象表の入手にあたっては、青森県畑作園芸試験場の石谷正博氏および宮城県病害虫防除所の高野俊昭氏にご協力をいただいた。東北農業試験場腰原達雄環境部長、同気賀澤和男虫害第1研究室長には研究遂行上、ご指導をいただいた。あわせてお礼申し上げる。

調査および解析方法

1. 盛岡における発蛾時期の調査

1982年以降6年間、東北農業試験場(盛岡市下厨川)の約5aの圃場(前年まではアルファルファの連作地)にダイズを連作した。詳述すると、1982年は中生種のナンプシロメ(開花期は7月下旬)95 m², 1983年は中生種のシロセンナリ(同8月上旬)105 m², ナンプシロメ138 m², 1984年はシロセンナリ120 m², 早生種のワセミドリ(同7月上旬)50 m², ナンプシロメ82 m², 1985年はシロセンナリ156 m², ワセミドリ85 m², ナンプシロメ124 m², 1986年はシロセンナリ196 m², ワセミドリ74 m², ナンプシロメ98 m², 1987年はシロセンナリ196 m², ワセミドリ80 m², ナンプシロメ98 m², 中生種のライデン(同8月上旬)127 m²をそれぞれ4月後半から5月前半に播種し、栽培した。1982年にはナンプシロメの圃場で、1983年以降は多毛茸品種のため成虫が多く集まるシロセンナリの圃場において、7月下旬から9月中旬まで、強雨の日を除く毎日、成虫の活動時間帯(17時以降)に20分間、直径42 cmの捕虫網でマメシクイガを拘り取りして成虫数を記録した。捕獲した

1) 本報は農林水産省転換畑研究「転換畑を主体とする高度畑作技術の確立に関する総合的開発研究」(1979～1987年)の一部である。1987年10月22日受領 (Received October 22, 1987)

成虫は圃場に戻さなかった。20 分間の捕獲により調査圃場のほとんどの成虫を採集したものと観察できた。

調査終了後、初捕獲日、50% 捕獲日、最多捕獲日、捕獲総数をまとめた。ここで 50% 捕獲日というのは、捕獲総数の半分が捕獲された月日である。この日が予測可能になれば、それ以前に防除することにより大半の成虫と卵を減少させることができる。また、最多捕獲日は、毎日の捕獲数を 3 点平滑し、最多の捕獲数になった月日である。

2. 蛹化開始期の推定

成虫を初捕獲した前日から、毎日の最高気温と最低気温、蛹の発育零点と有効積算温量 (8.2°C, 201.8 日度、荒谷ら, 1986) を利用して三角法により蛹の発育を逆算して蛹化開始期を推定した。

3. 半月別の平均気温および降水量と 50% 捕獲日との間の相関係数

Table 1 に示した 50% 捕獲日と 6 月下旬から 8 月上旬までの半月別の平均気温および降水量との間に見られる相関係数を求め、発蛾期と平均気温および降水量の関係を考察した。6 月下旬から考察の対象にしたのは、本種の蛹化が夏至以降の短日化によって促進されると考えられるからであり、また 8 月上旬までを考察の対象にしたのは、50% 捕獲日以前に (1984 年が最も早く 8 月 11 日) 発蛾予測を行い、成虫と卵の防除に役立てようとするものである。平均気温と降水量は、調査圃場から約 150 m 離れた気象観測室で観測された資料である。

4. 発蛾時期の年次変動に及ぼす気象要因

50% 捕獲日の予測の可能性を知るために、50% 捕獲日を目的変数、前項で示した半月別の平均気温と降水量を基本に、おのおの期間を変えて説明変数にし、単回帰分析を行った。

5. 発蛾時期の地域別変動

青森県農業試験場 (1983~1985 年の調査結果)、同畑

作園芸試験場 (1976~1985 年)、宮城県農業センター (1982~1986 年) および東北農業試験場 (1982~1987 年) で調査した発蛾時期の差異を、各地点の 6 月下旬から 8 月下旬までの降水量と平均気温の平年値 (青森県農試: 1956~1985 年, 青森県畑園試: 1976~1985 年, 宮城農セ: 1978~1986 年, 東北農試: 1952~1981 年の平均値) を用いて考察した。各県の発蛾時期と気象表は各県の農作物有害動物発生予察事業年報および東北農業試験研究成績・計画概要集—病害虫— (1984) に掲載されているものを採用した。上記の各県で栽培されていたダイズの品種は中生種と晩生種である。

結 果

1. 盛岡における発蛾時期の年次変動

東北農業試験場のダイズ圃場におけるマメシクイガの初捕獲日、50% 捕獲日、最多捕獲日等の調査結果を年次別にまとめた (Table 1)。

成虫は 7 月 29 日から 9 月 20 日の間に捕獲された。初捕獲は、1982 年が最も遅く、8 月 20 日であった。1983 年は、8 月 10 日であったが、連作 3 年目 (1984 年) 以降は 7 月下旬から発蛾した。50% 捕獲日は、8 月 11~24 日の間に、最多捕獲日は、8 月 10~27 日の間に見られ、それぞれ年次により変動した。

初捕獲日から毎日連続して捕獲された 9 月 12 日までの捕獲数は、1982 年には 71 頭、1983 年には 547 頭と少なかったが、1984~1987 年には 1,147~1,316 頭と多くなった。栽培 1 年目の初捕獲日は遅かったが、連作に伴って初捕獲日は早まり、捕獲数も増加した。これは調査圃場で越冬して蛹・羽化する個体が多くなったためと推察される。連作 3 年目以降には、平衡密度に達したものと考えられる。

本種の日別捕獲数を 3 点平滑し、毎日の平均気温と降水量とともに年次別に Fig. 1 に示した。この発蛾曲線

Table 1. Survey results of the occurrence of adults of the soybean pod-borer on soybeans in Morioka from 1982 to 1987

Year	1st capture date (no. moths)	50% capture date	Max. capture date (no. moths)*	Last capture date (no. moths)	No. capture to Sep. 12
1982	Aug. 20 (2)	Aug. 23	Aug. 23 (12)	Sep. 17 (1)	71 moths
1983	Aug. 10 (20)	Aug. 22	Aug. 13 (35)	Sep. 17 (2)	547
1984	Jul. 31 (7)	Aug. 11	Aug. 10 (98)	Sep. 19 (6)	1,147
1985	Jul. 29 (2)	Aug. 14	Aug. 13 (94)	Sep. 17 (1)	1,195
1986	Jul. 29 (3)	Aug. 24	Aug. 27 (59)	Sep. 20 (1)	1,014
1987	Jul. 30 (1)	Aug. 20	Aug. 20 (71)	Sep. 7 (2)	1,316

* Date and number of moths were obtained from Fig. 1.

Fig. 1. Occurrence of adults of the soybean podborer on soybeans in Morioka, 1982 to 1987. Solid line charts corresponding to the number of adults were drawn by 3-point smoothing. Bar charts indicate precipitation. Dashed line charts are daily mean air temperature. Adults were caught with a 42 cm-diameter sweep net for 20 min after 5 p.m. every day from July 28 to September 10.

を見ると、それぞれ9月以降には顕著な増加はなく、1世代の成虫からなるようである。ただし、7～8月が高温で経過した1984年には9月19日に6頭捕獲された。これは、2世代目の可能性もあり、今後の調査が必要である。

Fig. 1の発蛾曲線には、年により1山形、2山形等の変化が見られる。捕獲数(発蛾数)の増減は平均気温の

変化と数日遅れて連動している例が多い。50%捕獲日が8月前半に見られた1984、1985年について見ると、7月下旬以降、気温が高かったが、両年とも8月13日に気温が低下し、発蛾数も8月16日～8月18日にかけて減少した。その後の気温の回復は両年とも早く、1984年は15日に27.7°C、17日には29°Cまで一気に昇温した。発蛾数も速やかに増加し、8月18日に2回目の発

Table 2. Dates of onset of pupation from 1982 to 1987 in Morioka

Year	Date
1982	Aug. 6
1983	July 28
1984	July 19
1985	July 15
1986	July 10
1987	July 16

Dates were calculated by using daily maximum- and minimum-temperature, pupal developmental zero (8.2°C), and its effective accumulative temperature (201.8 day deg.).

Fig. 2. Simple correlation coefficients between the 50% Capture Date and the five days mean air temperature (A) or precipitation (B) from the fifth five days of June to the second five days of August, computed from six-year observations from 1982 to 1987 in Morioka.

蛾ピークとなった。1985年は、15日に27.2°Cに上がり、8月21日に2回目の発蛾ピークが見られた。

2. 蛹化開始期の推定

1982年から1987年における蛹化開始期の推定日をTable 2に示した。蛹化は7月10日から8月6日の間に開始したと推定された。夏至から起算すると、18~45日後に蛹化を開始したことになる。連作2年目以降は、7月に蛹化し始めている。連作地における調査は、その圃場で越冬した幼虫から羽化した成虫を移動前に捕獲できるので、実際の蛹化開始期に近い値を推定できるものと考えられる。

3. 半月別の平均気温および降水量と50%捕獲日との間の相関係数

50%捕獲日と半月別の平均気温(A)および降水量(B)の間に見られる相関係数をFig. 2に図示した。半月

別の平均気温と50%捕獲日との間には、6月下旬から8月上旬までのいずれの半月においても負の相関係数が算出された。算出された値は、相関係数表における有意水準5%の相関係数($n=6$, $r=0.811$)よりすべてが大きいわけでなく、有意とはいえないが、気温の上昇に伴い、50%捕獲日が早まる傾向が伺われる。

一方、降水量と50%捕獲日との間の相関係数は、6月5半月および7月1半月から4半月までの期間は負の相関係数が算出され、その他の半月は正の相関係数が得られた。

4. 発蛾時期の年次変動に及ぼす気象要因

① 平均気温を説明変数にしたときの回帰式：50%捕獲日を目的変数(Y)にし、7月4半月~8月1半月の平均気温(X)を説明変数としたときの相関係数が最大で($r=0.993^{**}$)、その単回帰式は $Y=92.4-3.3X$ となった。この式から7月4半月から8月1半月の平均気温が25°Cであると50%捕獲日が8月10日になり、低温になるほど、遅れることが示された。

② 降水量を説明変数にしたときの回帰式：50%捕獲日を目的変数(Y)にし、7月6半月~8月2半月の降水量(X)を説明変数にしたときの相関係数が最大で($r=0.953^{**}$)、その単回帰式は $Y=12.2+0.1X$ で示された。この期間に降水量が多いほど50%捕獲日が遅くなることが示された。

いずれの回帰式も寄与率が大きく、50%捕獲日をよく説明できるので、今後、調査を積み重ね、上記のように平均気温または降水量を変数として採用することによって予測式を作成できるものと思われる。

5. 発蛾時期の地域別変動

東北地方の4地点の発蛾最盛期および6月6半月~8月下旬の降水量と平均気温の平年値をTable 3に示した。盛岡における発蛾は最も早く、8月10日に最多捕獲日となった年もある。次いで、黒石における発蛾が早い。五戸と名取は、ほぼ同じ頃に発蛾最盛期が現れているが、名取のほうが発生期間は長く、9月10日まで続いている。

Table 3に示した平均気温と降水量について盛岡と各地点とを対比して見ると、名取では、①8月中の平均気温が24.2°Cと高い。②降水量が少ない。黒石では、①気温は盛岡と変わらないが、降水量は少ない。五戸では、①低温で、②降水量も少ない。以上のような気候的差異が盛岡と他の地点の間に見られた。このことから高温少雨、低温または低温少雨が発蛾遅延と関連すると推察される。

Table 3. Peak periods of occurrence of adults of the soybean podborer and normals of precipitation and mean air temperature, from June 26 to August 31, in four regions in the Tohoku district

Region (Lat. N.)	Peak period	Total amount of rainfall			Mean air temp		
		Jun 26-Jul 31	Aug 1-10	11-31	Jun 26-Jul 31	Aug 1-10	11-31
Natori (38°10.8')	Aug. 26—Sep. 10*	165.6	27.9	96.7 mm	21.7	24.7	24.0°C
Morioka (39°42')	Aug. 10—27	194.8	60.8	143.2	21.6	23.8	22.8
Gonohe (40°31.5')	Aug. 25—Sep. 1**	126.7	48.1	111.8	20.6	23.6	22.1
Kuroishi (40°38.7')	Aug. 20—25**	117.9	53.9	92.8	21.5	23.7	23.0

* Cited from TAKANO, KIDOKORO and FUJISAKI (1986).
** Cited from Annual Reports of Tohoku Agricultural Research Society (1984)—Pests and Diseases—.
*** Normals are averages taken from the same periods as mentioned in the text.

考 察

1. 50% 捕獲日と平均気温および降水量との関係

本報では7月4半旬から8月上旬の平均気温または降水量の変動を見れば、マメシクイガの50% 捕獲日(発蛾最盛期)が予測可能なことが示唆された。さらに調査を重ね再現性を高めることが必要である。

盛岡における50% 捕獲日と6月下旬から8月上旬までの半旬別の平均気温との相関係数を見ると(Fig. 2), 6月5半旬から8月上旬のすべての半旬において負の相関係数が得られ、気温が高くなるほど、50% 捕獲日は早まると考えられる。なかでも、蛹の発育期が含まれる7月後半から8月1半旬の平均気温が発蛾期の早晩に大きく影響することが明らかになった。

一方、降水量との関係については、蛹化開始前～蛹化開始期が含まれる7月前半(7月1半旬から4半旬)には負の相関係数が得られ、7月後半(7月5半旬～8月上旬)は正の相関係数が得られた(Fig. 2)。これらの値から一見、蛹化開始前～蛹化開始期には、降水量が多いほうが50% 捕獲日が早まると思える。しかし、7月前半の降水量と平均気温の相関係数は0.255 ($n=6$), 7月後半の相関係数は -0.865^* である。したがって、前述の現象は、7月前半と後半では降水量と気温の相関が逆になっていることから生じた見かけの現象とも推察され、気温が高くなると、50% 捕獲日が早まるという温度反応と考えられる。なお、降水量を説明変数にした単回帰式や7月から8月上旬の間の複数の期間の降水量を説明変数にした重回帰式でも50% 捕獲日を説明できたので、降水量も蛹・羽化に作用するものと推察される。気温および降水量の影響については発蛾予測のみならず、蛹・羽化に及ぼす生物学的作用を明らかにする上からも、さらに調査や実験を行うことが必要である。

2. 発蛾数の日別変化

発蛾数(捕獲数)の日別変化は、平均気温の変動と関連していることがわかった。Fig. 1は3点平滑した値を図示したので、詳しい解析は別の機会にゆずるが、図から判断すると、高温または低温の極値から2～3日以後に捕獲数が増減している例が多いので、気温の高低が羽化数の多少に直接影響し、数日遅れて捕獲数に反映したと見るのが妥当と思われる。一方、日別の発蛾数の変化には、降雨が影響しているという論文もある。中国吉林省では、通常、8月中旬にピークをもつ1世代1山形であるが、1962年には2山形になった。この年は羽化前期に降雨が少なく土壌が乾燥し、羽化最盛期の蛹の死亡が多く、かつ正常に羽化できなかったので、1世代の発蛾消長が分断された。その後、降雨とともに蛹化が促進され、発蛾し始めた。その結果、2回目のピークが現れ、2山形の消長になった(徐ら、1965)。これは、同じ報告の中にある「土壌水分が20%のときに羽化率が大きい」という結果と関連づけて論じたものと見られる。だが、図を見ると、ここでも気温の変動が2山形の出現に影響していると考えられる。

また、宮城県名取の調査例(高野ら、1986)を解析したところ、気温と降雨の両方の影響で1世代が2山形の発生になっていると推察された。すなわち、名取では、通常8月4半旬に発蛾し始め、9月1半旬には発蛾最盛期になるが、7～8月が高温乾燥であった1984年の場合(8月の平均気温25.7°C, 7月3半旬以降8月下旬まで少雨で47 mm, 平年の20.3%)には、8月6半旬から発蛾し始めた。9月1半旬には降雨が多くなり、2半旬に発蛾数は最多になった。そして、3半旬の気温低下によって発蛾数は減少し、4半旬の昇温によって発蛾数は再び増加し、2回目の発蛾ピークになったと思われる。1985年も、高温乾燥で(8月の平均気温26.2°C, 降水量は7月2半旬以降8月5半旬まで43.7 mmと少なく、平年

の22%), 8月6半旬の降雨により, 9月1半旬に1回目の発蛾ピークが現れた。4半旬の降雨により発蛾数が再び増え, 2回目のピークが現れたと思われる。

以上から, ①極度に乾燥した年や地域では, まとまった降雨によって発蛾数が増加すると推察される。しかし, ②土壌水分が一定に保たれている場合には, 発蛾数の変動は気温の変化と関係すると考えられる。

3. 蛹化開始期の推定

成虫の捕獲日からの逆算によって本種の蛹化は, 7月10日以降に開始すると推測された (Table 2)。これは, マメシクイガの越冬幼虫は, 夏至以前の長日が夏至を境にして短日に切り替わることによって蛹化が促進されること (平井, 1984—東北農業試験 研究成績・計画概要集—病害虫—), および本種の幼虫が蛹化する臨界日長は14時間と15時間の間にある (石谷・佐藤, 1985) ことと符合する。

4. 東北地方における発蛾時期

マメシクイガは, 東北地方において8月中旬以降に発蛾し始めるという報告はあるが (遠藤, 1967; 高野ら, 1986; 前出の青森県農試, 1983~1985年および同畑作園試, 1980~1984年の調査結果), 盛岡のように7月下旬から発蛾するという例は報告されていない。

盛岡における発蛾が早い原因について, 結果の項では気象との関連で考察した。上記の各地点では8月中旬以降から調査を開始しているので, 早期の発蛾を観察できなかったのかもしれない。また, 盛岡においては3年目以降に小面積であるが, 7月上旬から開花する早生種を栽培したことが, 早期発蛾に影響したのかもしれない。本報では小面積のため考慮せずに解析したが, 仮に早生種の栽培が早期発蛾に影響したとすると, 東北地方の他地域においても早生種の連作に伴う7月下旬からの発蛾開始に留意する必要がある。

5. 東北地方における2回発蛾の可能性

盛岡における1982年から1987年の調査結果では, マメシクイガの初発は7月6半旬, 発蛾最盛期は8月2半旬から6半旬に見られ, それ以降は漸減し, 2化期の発生は目立たなかった。しかし, 気温の高かった1984年には, 最も遅い捕獲が, 9月19日に6頭あった。神奈川県平塚の例では, マメシクイガは2回発生し, 第1化期の成虫は7月4半旬に初発し, 8月2半旬に発

蛾最盛期を迎えている。第2化期は, 室内での羽化調査ではあるが, 9月4半旬に発蛾最盛期が見られ, 10月4半旬まで発蛾している (二宮ら, 1957)。盛岡の場合をこの神奈川の発生と比較すると, 時期的には2化期に相当すると思われる。

摘 要

盛岡のダイズ圃場において1982~1987年の6年間, 7月下旬から9月中旬までの毎日マメシクイガの捕獲調査を行った。成虫は7月29日から9月20日の間に捕獲され, 8月11~24日に50%捕獲日, 8月10~27日に最多捕獲日が見られた。捕獲数の曲線は, 1世代の成虫からなるとされる発蛾数曲線を示した。日別の発蛾数曲線には年次により1山形, 2山形等の変化が見られた。この発蛾パターンには気温の変動が影響するようで, 平均気温の低下によって捕獲数は減少し, 昇温によって増加した。蛹化は, 夏至以後の短日化によって促進され, 18~45日後に蛹化開始すると算出された。6月下旬と8月上旬までの半旬ごとの平均気温と50%捕獲日との間には, 負の相関関係が見られ, 夏至以後の気温が高いほど, 50%捕獲日は早まる傾向を示した。東北地方における発蛾期の地域別変動に及ぼす気象要因についても考察した。

引 用 文 献

- 荒谷悦務・藤村建彦・木村利彦 (1986) マメシクイガの蛹化および蛹の発育と温度・日長. 北日本病虫研報 37: 185.
- 遠藤 正 (1967) マメシクイガの生態ならびに薬剤防除に関する研究. 福島県農試研報 3: 85—96.
- 飯村茂之 (1982) 岩手県南地方におけるマメシクイガの発生消長. 北日本病虫研報 33: 93—95.
- 石谷正博・佐藤信雄 (1985) マメシクイガの幼虫夏休眠覚醒における臨界日長. 北日本病虫研報 36: 176.
- 二宮 融・竹沢秀夫・秋山武雄 (1957) 神奈川県に於けるマメシクイガの生態的知見. 関東病虫研報 4: 31—32.
- 高野俊昭・城所 隆・藤崎祐一郎 (1986) 宮城県におけるマメシクイガの発生消長と被害. 宮城県農業センター研報 53: 29—37.
- 徐慶豊・郭守桂・韓玉梅・馮 真・張 榮・李義忠 (1965) 大豆食心虫 *Leguminivora glycinivorella* (MATS.) OBRAZTSOV の研究. 昆虫学报 14: 461—480.