札幌市におけるアワヨトウ多発世代成虫の発生圃場周辺での 消長と性成熟程度および集団吸蜜行動の観察

斉 藤 修¹⁾・北 村 實 彬²⁾

北海道農業試験場

Observation of Oriental Armyworm Moth, *Pseudaletia separata* WALKER in Pasture with Nectar Sucking by Congregating Moths. Osamu SAITO³⁾ and Chikayoshi KITAMURA⁴⁾ (Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo 062, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **39**: 235-240 (1995)

An outbreak of the oriental armyworm moth, *Pseudaletia separata* WALKER, occurred in summer, 1987 in Hokkaido. We surveyed the behavior of the first (outbreak) generation from late July to mid August in Sapporo. Daily emergence from pupae collected from outbreak pastures showed a clear peak in late July. Daily numbers of moths captured by dry grass bait traps, raw sugar bait traps and light traps peaked on 30 July, 30 July and 1 August, respectively. In early August, captured females were virgin and their ovarioles were previtellogenesis stage. By mid August, most females had copulated and their ovarioles had developed. We found and caught many moths in insect collecting nets in and around outbreak pastures in late July, but no moths were found in early August. No females captured in the outbreak pastures had copulated and their ovarioles had not developed to the vitellogenesis stage. We observed moths congregating on Japanese linden trees where they sucked flower nectar during the day in late July to early August. After the flowering finished in early August, the moths disappeared on and around the trees. All females captured sucking nectar were virgin and their ovarioles were at the previtellogenesis stage.

Key words: *Pseudaletia separata*, Oriental armyworm, Moth behavior, Nectar, Japanese linden

緒 言

アワヨトウは移動性の強い害虫で、北日本で異常発生するアワヨトウは飛来個体群の集中産卵によってもたらされると考えられている (奥, 1983)。アワヨトウ成虫は羽化後、吸蜜によって卵巣が発育し、交尾、産卵が可能となる (HIRAI, 1984; 平井・三田, 1983)。また、卵巣が発育する前に活発な飛翔活動を行い、この行動が本種の長距離移動に結びつくと考えられている (HIRAI, 1991)。しかし、本種は北日本では突発的に発生するため、多発圃場やその周辺での成虫の消長や行動観察は十分に行われていない。

筆者らは 1987 年の北日本における本種の異常発生の際に、札幌市の北海道農業試験場内の牧草地に発生したアワヨトウ成虫の消長を、多発圃場とその周辺で調査し

た (斉藤・北村, 1988)。本報では、その性成熟程度について報告し、本種多発時の羽化後の行動習性を考察した。また、その調査の際に日中における本種の集団吸蜜行動を観察した。吸蜜行動を観察できたのは短期間であり、その後、同様の観察を行う機会を得ない。ここに観察結果を公表し、今後、このような機会に遭遇した場合の参考に供したい。

調 査 方 法

成虫羽化消長調査: 1987 年 6 月下旬から 7 月中旬にかけて、札幌市豊平区羊ヶ丘の北海道農業試験場内のオーチャードグラスとアルファルファ混播の牧草圃場にアワヨトウが多発した。同年 7 月 21 日に、アワヨトウ幼虫食害が終息した 5 カ所の牧草圃場で、地表部を掘りおこして蛹を採集した。蛹は採集圃場ごとに浅く土を敷い

1) 現在 農業環境技術研究所

2) 現在 農林水産技術会議事務局

3) Present address: National Institute of Agro-Environmental Science, 3-1-1, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

4) Present address: AFF Research Council Secretariat, 1-2-1, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100, Japan.

1994 年 7 月 8 日受領 (Received 8 July 1994)

1995 年 4 月 7 日登載決定 (Accepted 7 April 1995)

たシャーレに入れ、これを飼育箱 (30×27×38 cm) に収容して実験室内に放置した。毎日 9 時に観察して成虫の羽化消長を調査した。実験室は窓を開放して室内気温を野外気温と同じになるようにした。

3 種のトラップによる成虫の捕獲：試験場内に設置している 100 W 高圧水銀灯 (1 基) で成虫の捕獲消長を調査した。幼虫が多発した圃場に、7 月 27 日から 8 月 22 日まで枯草トラップ (3 圃場、各圃場 2 基) と糖蜜トラップ (北農式) (3 圃場、各圃場 2 基) を設置した。枯れ草トラップは田中ら (1971) の方法を模し、トラップ 1 基あたり枯れたトウモロコシ 3 本と脱穀した小麦の稈を、地上約 150 cm の竹の棒に固定して用いた。糖蜜トラップは、底面の直径 30 cm、高さ 40 cm のポリバケツの側面に横 5 cm×縦 25 cm の四角の穴を 10 個あけた容器を用い、誘因源として脱脂綿に浸ませた 20% 黒砂糖溶液を使用した。毎日 9 時～10 時に誘引された成虫を回収した。これらのトラップによる捕獲消長は既に報告した (齊藤・北村, 1988)。

多発圃場の成虫の観察と捕獲：第 1 世代成虫の発生期に、幼虫が多発した牧草圃場を 1 回 30 分から 45 分間歩き、前方 4～5 m 幅の範囲から飛び出した成虫あるいは飛翔中の成虫を捕虫網で捕獲した。調査は上述の第 1 世代成虫の羽化消長調査結果に基づき、圃場で成虫の羽化が始まったと思われる 7 月 25 日から 2, 3 日間隔で行い、圃場に成虫のみられなくなった 8 月 2 日まで行った。調査時刻は午前 10 時から 12 時の間とした。

成虫の集団吸蜜行動の観察と捕獲：アワヨトウ幼虫多発圃場に接してミズナラやカエデ類等の落葉広葉樹を主

体とした山林があり、成虫発生時の 7 月下旬はシナノキ *Tilia japonica* (Miq.) SIMONKAI (シナノキ科 Tiliaceae) の開花期であった。7 月 30 日の日中に成虫の生息場所や行動を探索中、成虫がシナノキの花に群がって吸蜜しているのを観察した。その後、随時この場所で成虫の吸蜜を観察し、その一部を捕獲した。観察と捕獲は午前 11 時から午後 2 時の間に行った。

雌成虫の交尾の確認と卵巣発育程度：以上の各調査で捕獲した雌成虫について、腹部を解剖し交尾の有無と卵巣の発育程度を調査した。交尾の確認は精包の有無で判定し、卵巣発育程度は小山 (1968)、田中 (1973) に従って、I：卵細胞に卵黄蓄積なし、II：卵細胞に卵黄蓄積あり、III：卵殻の形成された完成卵あり、IV：産卵により完成卵が減少し、腹腔内が空になる、の 4 段階に分けた。

結 果

成虫羽化消長：蛹からの成虫羽化消長は圃場間で差がなかったため、合計して Fig. 1 に示した。採集当日の 7 月 21 日に 1 頭が羽化し、その後、24 日から本格的な羽化が始まり、27 日に羽化ピークを示し、8 月 3 日に終息した。調査地の 7 月 5 半旬の平均気温は 19.7°C、6 半旬：21.2°C、8 月 1 半旬：16.9°C であった。同じ期間の平均地温は、7 月 5 半旬から 8 月 1 半旬までそれぞれ 21.3°C、23.6°C、18.7°C と気温よりも 2°C 程度高く経過した。

3 種のトラップによる捕獲雌成虫の卵巣発育程度：水銀灯による捕獲消長は、7 月 25 日に第 1 世代の初誘殺

Fig. 1. Daily fluctuations in emergence of first-generation *P. separata* moths in laboratory. Pupae were collected from outbreak pastures.

Table 1. Daily numbers of first-generation *P. separata* moths captured by mercury-vapor light trap, with number of mated females and developmental stage of ovary

Date	Number of captured		Number of mated females	Developmental stage of ovary ¹⁾			
	Males	females		I	II	III	IV ²⁾
Jul 25	0	1	1	0	1	0	0
26	0	0					
27	0	2	0	2	0	0	0
28	0	0					
29	0	2	0	2	0	0	0
30	2	1	0	0	1	0	0
31	1	5	0	4	1	0	0
Aug 1	6	8	0	8	0	0	0
2	1	1	0	1	0	0	0
3	2	1	0	1	0	0	0
4	1	1	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0
6	3	2	1	1	0	0	1
7	5	1	0	0	1	0	0
8	0	0					
9	1	1	1	0	0	1	0
10	4	2	1	1	0	0	1
11	2	1	1	0	0	1	0
12	1	2	1	0	1	1	0
13	0	1	1	0	0	1	0
14	0	2	1	1	0	1	0
15	1	0					
16	1	0					
17	0	1	1	0	0	1	0
18	0	0					
19	0	1	1	0	0	1	0
20	0	1	1	0	0	1	0

1) Number of females.

2) I: Ovary before vitellogenesis, II: In vitellogenesis, III: After chorion formation, IV: After oviposition.

があり、8月1日に誘殺ピークを示し、その後、減少して毎日数頭が捕獲され、20日に終息した。捕獲日ごとの雌成虫の交尾の有無と卵巣発育状態をTable 1に示した。7月25日に捕獲された1雌は既交尾で卵巣は卵黄蓄積が始まっていたが、それ以外の8月の1半旬までに捕獲された雌はすべて未交尾であった。これらの雌の卵巣は卵黄蓄積が始まっていないものが大半を占めた。8月2半旬以降に捕獲された雌は既交尾のものが多くなり、卵巣も発育して完成卵を持つものが多くなったが、産卵をほぼ終えて腹腔が空になった個体は調査全雌数38頭のうち、2頭であった。

幼虫多発圃場に設置した枯草トラップでは、トラップを設置した7月27日から成虫が捕獲され、30日に捕獲ピークを示した。その後は8月5日に小さなピークを示し、19日まで少数が捕獲された。捕獲日ごとの雌成虫の交尾の有無と卵巣発育程度をTable 2に示した。

Table 2. Daily numbers of first-generation *P. separata* moths captured by dry grass bait trap, with number of mated females and developmental stage of ovary

Date	Number of captured		Number of mated females	Developmental stage of ovary ¹⁾			
	Males	females		I	II	III	IV ²⁾
Jul 27	16	8	0	8	0	0	0
28	2	1	0	1	0	0	0
29	15	7	0	7	0	0	0
30	47	46	0	46	0	0	0
31	4	4	0	4	0	0	0
Aug 1	1	6	0	6	0	0	0
2	0	0					
3	2	2	0	2	0	0	0
4	4	2	0	2	0	0	0
5	9	9	0	9	0	0	0
6	0	6	0	6	0	0	0
7	1	1	0	1	0	0	0
8	1	0					
9	1	0					
10	1	1	0	1	0	0	0
11	0	1	0	1	0	0	0
12	0	1	1	0	0	1	0
13	0	0					
14	0	0					
15	0	1	0	1	0	0	0
16	0	1	0	1	0	0	0
17	0	0					
18	0	0					
19	0	2	2	0	0	0	2

1, 2) See Table 1 for abbreviations.

Table 3. Daily numbers of first-generation *P. separata* moths captured by raw sugar bait trap, with number of mated females and developmental stage of ovary

Date	Number of captured		Number of mated females	Developmental stage of ovary ¹⁾			
	Males	females		I	II	III	IV ²⁾
Jul 27	0	1	0	1	0	0	0
28	7	20	1	19	1	0	0
29	9	25	0	25	0	0	0
30	41	36	0	36	0	0	0
31	4	5	0	5	0	0	0
Aug 1	5	6	0	6	0	0	0
2	0	1	0	1	0	0	0
3	0	0					
4	0	0					
5	15	23	1	22	0	1	0
6	5	5	1	4	0	1	0
7	1	4	0	4	0	0	0
8	21	35	1	34	0	1	0
9	8	8	1	7	0	1	0
10	4	2	2	0	0	2	0
11	0	0					
12	1	1	1	0	0	1	0
13	4	1	1	0	0	1	0
14	2	1	1	0	0	1	0
15	0	1	1	0	0	1	0

1, 2) See Table 1 for abbreviations.

Table 4. Observation and capture of *P. separata* moths in outbreak pastures and number of mated females and ovary development

Date	Time	Observation or catch	Number of mated female	Developmental stage of ovary ¹⁾
Jul 25	10:00-10:30	1 observed		
27	11:00-11:45	45 ♀ 47 ♂ caught	0	I
30	11:00-11:30	20 ♀ 36 ♂ caught	0	I
Aug 2	11:00-11:30	None observed		

1) See Table 1 for abbreviations.

Table 5. Observation and capture of nectar sucking *P. separata* moths on Japanese linden trees and number of mated females and ovary development

Date	Time	Observation or catch	Number of mated females	Developmental stage of ovary ¹⁾
Jul 30	13:00-13:30	35 ♀ 30 ♂	0	I
Aug 2	12:00-12:30	Many adults on linden trees sucking nectar		
4	11:00-11:10	2 ♀ 1 ♂ No more moths observed. Linden trees finished flowering and starting to seed	0	I

1) See Table 1 for the abbreviations.

8 月 2 半旬までに捕獲された雌は全て未交尾で卵巣もまったく発育していなかった。8 月 3 半旬以降に捕獲された雌は少なかったが、一部は既交尾で完成卵を持ち、さらに産卵を終えて腹腔が空になった個体がみられた。

糖蜜トラップでもトラップ設置当日から成虫が捕獲され、7 月 30 日に捕獲ピークを示し、その後も 8 月 5 日、8 日に多数の成虫が捕獲され、17 日に終息した。捕獲日ごとの雌成虫の交尾率と卵巣発育程度を Table 3 に示した。7 月 28 日に捕獲された雌成虫のうち、1 頭が既交尾であり、その後も 8 月 1~2 半旬に捕獲された個体の中に少数の既交尾雌がみられた。これら既交尾個体の卵巣は卵黄蓄積が開始されているか、さらに発育が進んで完成卵を持っていた。8 月 10 日以降に誘引された個体は全て既交尾で完成卵を持っていた。

多発圃場での成虫の消長と捕獲雌成虫の卵巣発育程度：第 1 世代幼虫多発圃場での成虫捕獲結果と交尾の有無、卵巣発育程度を Table 4 に示した。7 月 25 日には 1 頭を目撃したのみで捕獲できなかったが、27 日には 2 名で 45 分間に 45 ♀ 47 ♂ を捕獲した。30 日には 2 名で 30 分間に 20 ♀ 36 ♂ を捕獲できた。しかし、8 月 2 日には圃場内を歩き回っても飛び出す成虫はまったくなく捕獲できなかった。捕獲した雌成虫は全て未交尾で、卵巣も発育していなかった。

集団吸蜜行動の観察と捕獲雌成虫の卵巣発育程度：本

種成虫が群がって吸蜜していたシナノキは樹高 10 m を越えるが、樹全体に花がついていた。7 月 30 日の観察では、成虫は一カ所に長く留まらず、花から花へと移動しながら吸蜜していた。成虫は着花位置には関係なく吸蜜しており、樹全体に無数の成虫が飛び回っていた。吸蜜個体の一部は、樹から離れ、近くの牧草の中に着陸した。7 月 30 日に、捕虫網を用いて吸蜜している個体や牧草へ下りた個体を 30 分間に 2 名で 35 ♀ 30 ♂ 捕獲した。8 月 2 日にも観察を行い、7 月 30 日同様、多数の成虫が吸蜜しているを目撃した。シナノキの開花が終わりかけていた 8 月 4 日には、吸蜜している成虫は非常に少なく、2 名 10 分で 2 ♀ 1 ♂ を捕獲しただけであった。これ以後は成虫が見つからず捕獲を中止した。捕獲した雌成虫は全て未交尾で、卵巣は発育していなかった (Table 5)。

考 察

アワヨトウ第 1 世代幼虫が多発した圃場から採集した蛹の成虫羽化消長は、3 種類のトラップによる捕獲消長 (齊藤・北村, 1988) よりも 4 日程度早いピークを示した。採集した蛹からは採集当日に羽化した個体があり、採集後 3 日目から本格的な羽化が始まっていることから、これらの蛹は採集時には既に蛹期間の大半を経過していたと考えられる。

アワヨトウ蛹の有効量と発育零点はそれぞれ 163.9 日度、9.6°C (奥山・富岡, 1963), あるいは 158.8 日度、10.6°C (平井・三田, 1983) である。調査地の 7 月下旬の平均気温は約 21°C 平均地温は約 23°C であった。21°C, 22°C, 23°C の時の蛹の発育日数は奥山・富岡に従えばそれぞれ 14.3 日, 13.3 日, 12.2 日, 平井・三田によれば 15.3 日, 13.9 日, 12.8 日となる。蛹を放置した実験室の気温は連続して記録しなかったが、随時、実験机上の気温を測定したところ、日中は野外気温より 1~2°C 高かった。本種の蛹は牧草株の地際あるいは土中浅いところにおり、その発育は気温よりも地温の影響を強く受けると思われる。平均地温は気温より 2°C 程度高く経過していることや、上述のように採集時の蛹が蛹期間の大半を経過していたと考えられることから、ここに示した実験室内での羽化消長は野外での羽化消長を反映しているものと考えられた。

上述の結果と、幼虫多発圃場での観察と捕虫網による捕獲結果から、圃場での成虫の羽化は 7 月 25 日前後に始まり、27 日から 30 日にかけてピークとなり、8 月 1 半月には一応、終息したものと思われる。枯草トラップと糖蜜トラップの捕獲消長にみられた 7 月 30 日のピークは、圃場での羽化ピークを示していると考えられる。枯草トラップでは 8 月 5 日を中心に、水銀灯と糖蜜トラップでは 8 月 5 日から 10 日頃にかけて第 2、第 3 の捕獲ピークがあった。この時期には長距離移動によって新たな個体群が侵入したと考えられる気象条件はなかったことから (梶野ら, 1988), これらの個体は近隣地域で発生したものと考えられる。枯草トラップに捕獲された個体は 8 月 11 日までは未交尾で卵巣が発育していなかったことから、遅れて羽化した個体の可能性がある。実際、調査地の 8 月 1 半月の平均気温は 16.9°C (平年差 -4.5°C), 2 半月 19.6°C (平年差 -1.7°C) と、低く経過している。また、糖蜜トラップでは 8 月 5 日以降には少数の交尾・卵巣発育個体が混じって捕獲されていることから、羽化後、吸蜜して卵巣が発育し、交尾した個体が圃場に現れた可能性も考えられる。

枯草トラップは、従来、本種の産卵トラップとして開発されたものであるが (田中ら, 1971), 雄や未交尾で卵巣発育の進んでいない雌も捕獲され、糖蜜トラップと同様の捕獲消長を示すことが判明した。調査期間に捕獲された雄の割合は 51.5%, 交尾・卵巣発育雌は 2 頭のみで、捕獲雌の 2% であった。トラップ設置圃場は、幼虫が多発して牧草が食いつくされ、ほとんどが裸地状態、あるいは再生した牧草が小さな状態で、羽化した成虫の

潜伏場所がないので、成虫が枯草トラップに集まった可能性が考えられた。

アワヨトウ成虫の吸蜜行動は夜間に行われる (神田・内藤, 1979; 児玉, 1968; Quo et al., 1963; 田中, 1977)。中国では、成虫は通常、夜行性であるが飢餓時には日中でも吸蜜行動をとり、吸蜜植物は 30 種類以上あるという (中国農作物病虫害編纂委員会, 1968)。しかし、日中の集団での吸蜜行動の記述はみあたらない。今回、シナノキで成虫の吸蜜行動が観察されたのは日中であつたが、7 月 30 日、8 月 2 日共に曇天で、時折、日がさす天候であり、7 月 30 日と 8 月 4 日には少量の降雨があつた。天候と吸蜜行動との関係や夜間の吸蜜行動については今後の観察に待ちたい。

羽化消長と幼虫多発圃場での観察と捕獲の消長、水銀灯と枯草トラップ、糖蜜トラップでの捕獲消長を比較し、これらで捕獲された雌の性成熟程度を総合して、成虫羽化後の行動を次のように考察した。圃場での成虫の羽化は 7 月 27 日前後を中心に起こり、8 月初頭には羽化が終了して、羽化成虫はほとんど圃場外に移動した。これらの成虫は吸蜜のため圃場周辺へ移動し、適当な吸蜜源をみだした個体は吸蜜行動にうつる。今回の観察では、8 月 4 日にはシナノキの開花が終了し、それまで多数吸蜜していた成虫がほとんどみられなくなったが、さらに他の吸蜜源を求めて分散したものと考えられる。この時には近隣に開花期にあたる適当な樹木や草本がなく大規模な吸蜜源がなかったことから、成虫は分散を続けて圃場や林縁付近にはほとんどいなくなったものと考えられる。この時期以降に各種のトラップに捕獲された雌の交尾率が上がり、卵巣発育が進んでいたことは、本種が羽化後、吸蜜して卵巣を発育させ、交尾、産卵にいたるという習性 (Hirai, 1984; 平井・三田, 1983; 神田・内藤, 1979) を支持すると考えられた。

アワヨトウは西南日本では通年発生するが (田中ら, 1971), 北日本では突発的に発生して、その次世代はほとんど発生しないか少発生となる (奥, 1983)。今回のように第 1 世代成虫が発生場所の近辺で吸蜜でき、かつ成虫群を運び去るような強風が吹かない場合には、成虫は発生場所近辺の好適な場所に産卵をし、次世代も継続して発生するのであろう。北海道内の他の地域でも第 2 世代の発生が認められたが (梶野ら, 1988), その原因として上述のような現象が北海道内で広く起こったものと考えられる。

摘 要

1. 1987年6～7月に北海道に異常発生したアワヨトウ第1世代の、成虫羽化消長と水銀灯、枯草トラップ、糖蜜トラップで捕獲した雌成虫の性成熟程度を7月下旬から8月中旬まで札幌市で調査した。また、多発圃場とその周辺で成虫の生息状況を調査し、これらの結果からアワヨトウ成虫の羽化後の行動を考察した。

2. 幼虫多発圃場から採集して実験室内に持ち込んだ蛹から7月下旬をピークに成虫が羽化した。各種トラップでは成虫羽化消長よりやや遅れて捕獲ピークがあった。捕獲雌成虫は8月上旬はほとんど未交尾で、卵巣は発育していない。8月中旬以降には雌の交尾率が高く、成熟卵を持つ個体が増加した。

3. 多発圃場では、7月下旬に多数の成虫がみられ、捕虫網による捕獲が容易であったが、8月上旬には成虫がみられなくなった。捕獲された成虫はすべて未交尾で卵巣は発育していなかった。

4. 7月下旬から8月上旬に圃場周辺林内の開花中のシナノキで、日中に多数の成虫の吸蜜行動が観察された。これらの成虫はシナノキの開花が終わるといなくなった。吸蜜していた雌成虫は未交尾で卵巣は発育していなかった。

引用文献

- HIRAI, K. (1984) Migration of *Pseudaletia separata* WALKER (Lepidoptera: Noctuidae): Considerations of factors affecting time of taking-off and flight period. *Appl. Entomol. Zool.* **19**: 422-429.
- HIRAI, K. (1991) Ascending flights for migration of the oriental armyworm, *Pseudaletia separata*. *Entomol. Exp. Appl.* **58**: 31-36.
- 平井一男・三田久男 (1983) アワヨトウとクサシロヨトウの個生態学的研究. 中国農試報 **E21**: 55-101.
- 梶野洋一・奥山七郎・佐藤 謙・春木 保・秋山安義・橋本庸三・鳥倉英徳 (1988) 1987年のアワヨトウ異常発生と被害および防除. 北農 **55** (7): 1-49.
- 神田健一・内藤 篤 (1979) アワヨトウ成虫の羽化から産卵までの行動. 応動昆 **23**: 69-77.
- 児玉 行 (1968) アワヨトウに関する研究 (I) 成虫の産卵に及ぼす食餌および湿度の影響. 中国農業研究 **39**: 39-41.
- 小山重郎 (1968) アワヨトウ成虫の糖蜜誘殺. 応動昆 **12**: 123-128.
- 奥 俊夫 (1983) 北日本におけるアワヨトウの発生様相の変動と移動侵入との関係. 東北農試資料 **3**: 1-49.
- 奥山七郎・富岡 暢 (1963) アワヨトウに関する研究 第2報 各態の発育と温湿度との関係. 北日本病虫研報 **14**: 85-86.
- QUO, F., T. WU, H. TSAI and C. LIU (1963) Studies of the reproduction of the armyworm, *Leucania separata* WALKER (Lepidoptera, Noctuidae). I. The biological characteristics of adults. *Acta Entomol. Sin.* **12**: 555-577.
- 斉藤 修・北村實彬 (1988) 1987年北海道におけるアワヨトウの異常発生. 2. 第1世代成虫の発生活長と交尾率. 北日本病虫研報 **39**: 20-22.
- 田中 章・脇門敏治・大内義久 (1971) アワヨトウの生態 第2報. 枯葉トラップによる産卵調査法. 九病虫研報 **17**: 86-88.
- 田中 章 (1973) アワヨトウの生態 第4報. 卵巣成熟日数と交尾率. 九病虫研報 **19**: 97-100.
- 田中 章 (1977) アワヨトウの生態 第8報. 成虫の行動観察. 九病虫研報 **23**: 112-115.
- 中国農作物病虫害編纂委員会 (1968) 中国農作物病虫害 (上冊), 粘虫, 北京: 農業出版社, pp. 876-895.