

佐賀大学構内におけるアメリカシロヒトリ (チョウ目：ヒトリガ科) の発生生態と防除

徳田 誠

(システム生態学)

平成28年11月8日 受理

Occurrence and control of the fall webworm
Hyphantria cunea (Lepidoptera: Arctiidae) on Saga
University Campus, Japan

Makoto TOKUDA

(Laboratory of Systems Ecology)

Accepted November 8, 2016

Summary

Outbreaks of the fall webworm *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) have been frequently occurred on Saga University Campus from 2003. To control the fall webworm population on the campus, I surveyed the seasonal occurrence of adults using sex pheromone traps and densities of eggs and larvae by periodical samplings of shoots of *Taxodium distichum* (L.) Rich. (Cupressaceae). Then I examined effectiveness of an insecticide against the fall webworm and compared larval development on three host plants, *Cerasus x yedoensis* (Matsum.) A.V.Vassil. (Rosaceae), *Pterocarya rhoifolia* Siebold et Zucc. (Juglandaceae), and *T. distichum*, growing on the campus. Because three peaks were detected in the pheromone trap captures of male adults in 2015, the fall webworm population on the campus was considered to have a trivoltine life cycle. Egg and larval densities on host shoots were gradually decreased on trees applied the insecticide. Laboratory-rearing experiments revealed that the insecticide is critically effective against the fall webworm, and the insecticide application to trees in spring remains effective by autumn in the year.

Key words: control, *Hyphantria cunea*, insecticide, the fall webworm, Saga University campus

1. はじめに

アメリカシロヒトリ *Hyphantria cunea* (Drury) (チョウ目：ヒトリガ科) は北米原産の広食性害虫であり、600種以上の樹種を加害することが知られている。国内では1945年に東京で初めて確認されて以降、徐々に分布を広げ、現在では青森県から宮崎県までの広い地域に分布している^{1), 3)}。

また、日本に侵入した個体群は当初より年2化性であったが、1970年代に年3化性の個体群が確認され、現在では北緯36度付近を境に、北では年2化性、南では年3化性の個体群が分布

している^{2), 4)13)}.

佐賀大学本庄キャンパス構内(佐賀県佐賀市本庄町; 北緯33° 15', 東経130° 17')では, 2003年から本種の多発生がしばしば確認されている^{5), 11), 12)}. とりわけ2010年頃以降は, 正門付近のラクウショウ(ヌマスギ) *Taxodium distichum* (L.) Rich. (ヒノキ科) 並木を中心に, 秋になると本種による多発生が毎年のように見られ, 並木の葉を食べ尽くした多数の幼虫が地面や建物の壁を歩き回り, 学生や教職員に不快感を生じさせるような状態が続いている. 2014年には西門付近のラクウショウ並木でも被害が見られるようになり, 秋にはラクウショウの葉がまったく見られないほど本種が多発生した(徳田, pers. obs.).

そこで本研究では, 構内におけるアメリカシロヒトリの多発生を抑制する目的で, フェロモントラップおよびラクウショウ枝のサンプリングにより本種の発消長を調査するとともに, チョウ目に選択的に作用するとされる薬剤のアメリカシロヒトリに対する効果とその持続期間について検討した. また, 本種に関しては様々な植物で发育状況を調べられており^{6), 7), 8), 10)}, 過去には佐賀大学構内においてラクウショウで飼育して成虫が得られたという報告もあるが¹²⁾, これまでに他の寄主とラクウショウ上での发育を比較した事例は筆者の知る限り報告されていない. そこで, キャンパス内に生育するラクウショウ, サクラ(ソメイヨシノ) *Cerasus x yedoensis* (Matsum.) A.V.Vassil. (バラ科), サワグルミ *Pterocarya rhoifolia* Siebold et Zucc. (クルミ科), を用いて本種を飼育し, ラクウショウが本種にとって好適な寄主植物か否かを比較した.

2. 材料および方法

2.1 アメリカシロヒトリ成虫の発消長

アメリカシロヒトリ成虫の発消長を調査するため, 2015年4月29日にアメリカシロヒトリの雄成虫を特異的に誘引する性フェロモン剤であるニトルアー<アメシロ>(フォールウェブルア剤, 出光興産株式会社, 東京)を貼付けたニトルアーハウストラップ(出光興産株式会社, 東京)(以下, ハウストラップ)2台とニトルアーモストラップ(出光興産株式会社, 東京)(以下, モストラップ)2台の計4台のトラップを本庄キャンパス正門付近のラクウショウ並木(樹高約12m)に設置した. それぞれのトラップは10m以上離して配置し, 高さ約5mのラクウショウ枝に固定した.

正門付近のラクウショウ並木ではアメリカシロヒトリの防除のため, 2015年5月23日にステインガーフロアブル(フルベンジアミド水和剤, 8000倍希釈)(日本農薬株式会社, 東京)が散布された. これにより, 以後の本種の発生が抑制される可能性があったため, 2015年6月21日より, ハウストラップ1台とモストラップ1台を西門側のラクウショウ並木(樹高約8m)に移動させ, トラップ間の距離を10m以上離して高さ約3mの枝に固定した.

2015年4月30日から11月30日にかけて, アメリカシロヒトリ雄成虫の捕獲数を原則的に毎日確認して記録した. 性フェロモン剤およびハウストラップの粘着板は2~3ヶ月ごとに更新した.

2.2 ラクウショウ上のアメリカシロヒトリの卵塊数および幼虫集団数

2015年5月23日(薬剤散布前), 8月5日, 9月5日に, 正門付近のラクウショウ5株と西門付近のラクウショウ5株から, 高さ5m以下の枝(長さ約30cm)を20シュートずつ任意に採取し, アメリカシロヒトリの卵塊数および幼虫集団数を確認した. 正門側の並木は約100株

が2列（＝各列約50株）に並んでいるため、概ね10株おきに任意の採取株を選択した。西門側の並木は1列計10株であったため、その中から無作為に5株を抽出して採取した。

2.3 薬剤の効果と持続期間

2015年5月23日の薬剤散布前と、散布後の5月25日に正門付近のラクウショウ並木から枝葉を採取し、5℃全暗条件で冷蔵保存した。

上述した5月23日の卵塊数および幼虫集団数調査の際に得られた卵塊を室温で維持し、ふ化後3日齢の幼虫を10頭ずつプラスチックシャーレ（直径90 mm, 高さ15 mm）に導入し、薬剤散布前あるいは散布後のラクウショウの葉身部分を与えて25℃、16時間日長で飼育して5日後と10日後に生存率を比較した。

同様に、西門側並木の薬剤無散布のラクウショウから8月5日と9月5日に採取した若齢幼虫も10頭ずつシャーレに導入し、5月に薬剤散布済みの正門側並木と、薬剤無散布の西門側並木のラクウショウ並木から8月初旬あるいは9月初旬に採取して冷蔵保存した葉を用いて同様に飼育し、両者の生存率を比較した。反復数は、5月23日採取分が各処理区12シャーレ（＝各処理区幼虫120頭）、8月5日と9月5日が3シャーレ（＝各処理区幼虫30頭）である。

2.4 寄主植物が幼虫の発育に及ぼす影響

2015年5月23日の薬剤散布前にラクウショウ、サクラ、サワグルミの枝葉を採取し、5℃全暗条件で冷蔵保存した。また、ラクウショウとサクラからは同時期にアメリカシロヒトリの卵塊を採取し、5日齢まで採取した植物で飼育したのち実験に用いた。

5日齢の幼虫10～15頭ずつをプラスチックシャーレに導入し、ラクウショウ、サクラ、サワグルミのいずれかの植物の葉身部分を与えて25℃、16時間日長で蛹化するまでシャーレ内で飼育し、蛹化後3日目に生体重を測定した。反復数は、ラクウショウ、サクラ、サワグルミそれぞれ5シャーレ（幼虫70頭）である。

2.5 統計解析

幼虫の生存率に関しては、各シャーレの幼虫の生存率（％）をアークサイン変換したのち、処理区と対照区の間で一元配置分散分析により比較した。ただし、9月5日に採取した幼虫を用いた実験では、処理区・対照区のどちらでも誤差が検出されず分散分析による解析は不適切であったため、総生存個体数と総死亡個体数を処理区と対照区の間でFisherの正確確率検定により比較した。

異なる植物上で飼育した場合の蛹重量は、雌雄ごとに卵塊番号と実験前（5日齢）までに摂食した植物、実験開始から蛹化までに摂食した植物の3つを要因として含めた三元配置分散分析およびTukeyの多重比較により解析した。

すべての統計解析にはR ver. 3.2.1⁹⁾を用いた。

3. 結 果

3.1 アメリカシロヒトリ雄成虫の発消長

雄成虫はトラップ設置翌日の2015年4月30日から捕獲され、5月16日までの間に正門付近に設置した4台のトラップで合計121頭が捕獲された（図1）。その後の約40日間は捕獲されなかったが、2015年6月25日から7月30日にかけて、正門側で合計47頭、西門側で合計23頭が捕獲さ

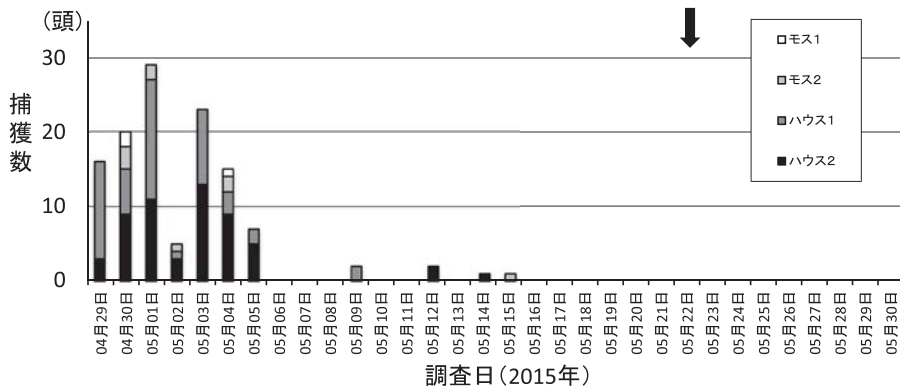


図1. 2015年4月30日から5月31日にかけての佐賀大学構内におけるフェロモントラップによるアメリカシロヒトリ雄成虫の捕獲消長 (モストラップ2台とハウストラップ2台を正門付近のラクウショウ並木に設置して毎朝の捕獲数を記録したもの; 以後6月24日まではトラップによる捕獲なし). 図中の矢印は正門付近のラクウショウ並木への薬剤散布日 (5月23日) を表す.

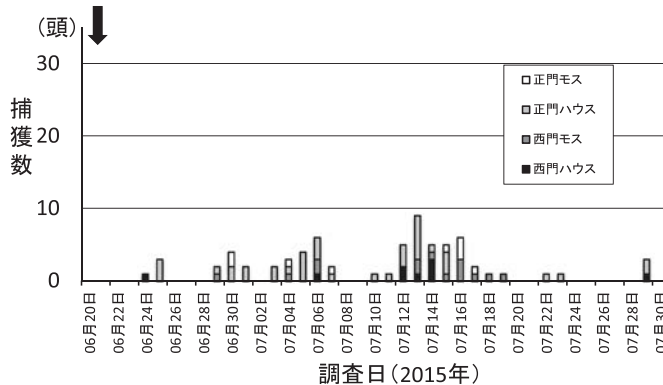


図2. 2015年6月21日から7月31日にかけての佐賀大学構内におけるフェロモントラップによるアメリカシロヒトリ雄成虫の捕獲消長 (正門付近と西門付近のラクウショウ並木にモストラップとハウストラップ各1台を設置して毎朝の捕獲数を記録したもの). 図中の矢印は、モストラップ・ハウストラップ各1台を正門付近から西門付近に移動した日 (6月21日) を表す (本文参照).

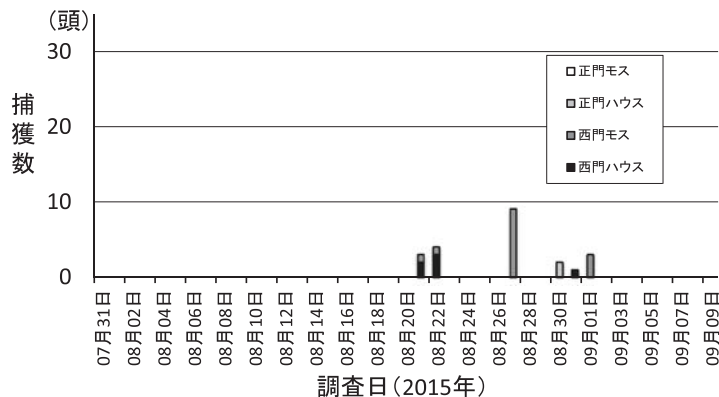


図3. 2015年8月1日から9月10日にかけての佐賀大学構内におけるフェロモントラップによるアメリカシロヒトリ雄成虫の捕獲消長 (正門付近と西門付近のラクウショウ並木にモストラップとハウストラップ各1台を設置して毎朝の捕獲数を記録したもの; 以後11月30日まではトラップによる捕獲なし).

れた（図2）. 2015年8月上旬から中旬にかけては捕獲されず, 8月22日から9月2日にかけて, 正門側で合計2頭, 西門側で合計20頭が捕獲された（図3）. 9月3日以降11月30日までには捕獲されなかった.

3.2 ラクウショウ上のアメリカシロヒトリの卵塊数および幼虫集団数

正門付近のラクウショウでは, 100シュートあたりの卵塊数または幼虫集団数は5月23日が4, 8月5日と9月5日は0であり, 西門付近のラクウショウでは5月23日が4, 8月5日が14, 9月5日は4であった（表1）.

表1. 佐賀大学構内のラクウショウ並木における100シュートあたりのアメリカシロヒトリの卵塊数または幼虫集団数の推移（2015年）

調査日	正門付近	西門付近
5月23日	4	4
8月5日	0	14
9月5日	0	4

3.3 薬剤の効果と持続期間

5月23日に採取した卵塊由来の幼虫では, 薬剤散布前のラクウショウの葉を摂食した場合10日後まで7割程度が生存していたが, 薬剤散布後のラクウショウの葉を摂食した区では5日後までにほとんどが死亡し, 10日後までにすべて死亡した（図4）. 処理区間の生存率は5日後（一元配置分散分析; $F_{1,22}=96.853$, $p<0.001$ ）, 10日後（一元配置分散分析; $F_{1,22}=214.76$, $p<0.001$ ）ともに有意に異なった.

同様に, 8月5日に採取した幼虫では, 薬剤未散布のラクウショウ葉を与えた場合10日後の生存率が83.3%であったのに対し, 5月23日に薬剤散布されたラクウショウ葉を与えた場合すべて死亡した（一元配置分散分析; $F_{1,4}=47.704$, $p<0.01$ ）. 9月5日に採取した幼虫では, 薬剤未散葉で飼育した場合5日後まですべて生存していたが, 5月23日に薬剤散布されたラクウショウ葉を与えた場合, 10日後までにすべて死亡した（Fisherの正確確率検定; $p<0.0001$ ）.

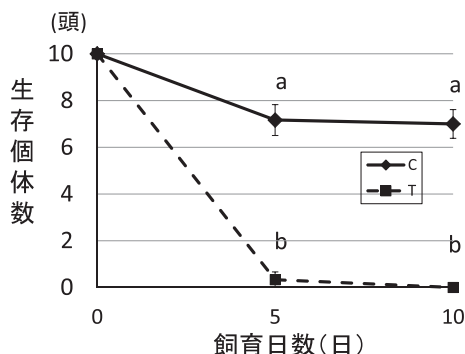


図4. 薬剤散布前（C）および散布後（T）のラクウショウの葉を与えて25℃, 16L: 8Dの日長条件下で飼育したアメリカシロヒトリ幼虫の生存数の推移（平均±標準誤差）. 5日目および10日目の生存率には処理区間で有意差あり（一元配置分散分析）.

3.4 寄主植物が幼虫の発育に及ぼす影響

ラクウショウ、サクラ、サワグルミの間でアメリカシロヒトリ幼虫の生存率に有意な差は認められなかった（一元配置分散分析； $F_{2,15}=1.3038$, $p=0.301$ ）。また、実験開始前の幼虫5日齢までの間に摂食していた植物は蛹重量に有意な影響を及ぼしていなかった（三元配置分散分析；雌： $F_1=0.857$, $p=0.358$ ；雄： $F_1=0.559$, $p=0.458$ ）。用いた卵塊の違いは雌では蛹重量に対して有意に影響していたが、雄では有意な影響は及ぼしていなかった（三元配置分散分析；雌： $F_3=8.121$, $p<0.001$ ；雄： $F_3=2.15$, $p=0.103$ ）。雌雄とも、5日齢以降に与えた植物がもっとも大きく蛹重量に影響しており（三元配置分散分析；雌： $F_2=26.708$, $p<0.0001$ ；雄： $F_2=55.29$, $p<0.0001$ ）、寄主ごとの比較では、ラクウショウとサクラに比べ、サワグルミを与えた場合に蛹重量が有意に大きかった（図5；Tukeyの多重比較； $p<0.0001$ ）。

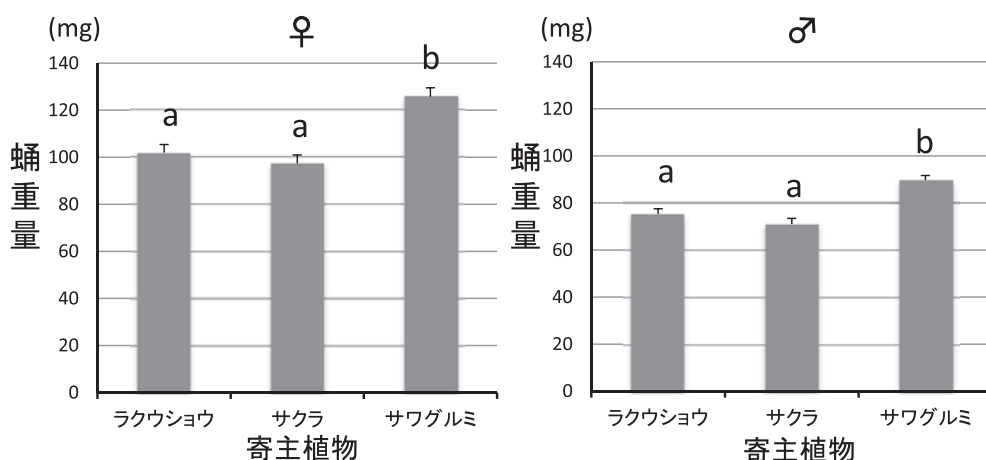


図5. 異なる寄主植物上で幼虫を飼育した際のアメリカシロヒトリの蛹重量（平均＋標準誤差）。実験開始前の5日齢までは採卵した寄主であるラクウショウあるいはサクラを摂食させ、その後、ラクウショウ、サクラ、サワグルミのいずれかの葉を与えて25℃、16L：8Dの日長条件下で蛹まで飼育した。異なるアルファベットは雌雄それぞれで有意差がある事を示す（三元配置分散分析およびTukeyの多重比較）。

4. 考 察

フェロモントラップでの雄成虫の捕獲消長には3回のピークが認められたことから、佐賀大学構内で発生しているアメリカシロヒトリ個体群は年3化性であり、4月下旬～5月中旬に捕獲された個体が越冬世代（＝第1回成虫）、6月下旬～7月下旬の個体が第1世代（＝第2回成虫）、8月下旬～9月上旬の個体が第2世代（＝第3回成虫）であると考えられた。これは過去の研究による北緯36度付近より南では年3化性という報告と合致している^{1), 4), 13)}。なお、佐賀大学構内では、2005年に藤條純夫博士が本種幼虫集団を野外と同様の条件で飼育し、その結果を報告している¹²⁾。それによると、6月12日に発見した中齢幼虫を飼育したところ7月13～20日に羽化、9月18日に採集した中齢幼虫は9月末までに蛹化し、6頭は10月15日に、残りの22頭は翌2006年の5月10～14日に羽化したと記録されている。また、市場利哉氏は2003年11月に藤條博士より譲り受けた蛹を飼育した結果、翌2004年5月2日～24日にかけて羽化したことを報告している⁵⁾。今回の研究の結果と照らし合わせると、藤條¹²⁾により6月に採集され7月に羽化した個体は第1世代、9月に採集された個体は第2世代と考えられ、一部は年内に羽化（＝第3世代；第4回成虫）（藤條¹²⁾は「温量が不足し越冬出来なかった」と考察している）

したが、多くは蛹で越冬（＝翌年の越冬世代）したものと考えられる。また市場氏による飼育の結果は、現在の越冬世代成虫の出現時期とほぼ一致している。当時、野外でも実際に第3世代が少数ながら羽化していたか否かは不明であるが、少なくとも今回の調査では、フェロモントラップにより10月以降の成虫の捕獲は確認されなかった。本種個体群は佐賀県における発生初期の2005年頃から現在に至るまで、基本的には年3化型であったものと推察される。

なお、今回の調査では、越冬世代はトラップ設置翌日の4月30日からある程度の個体数が確認されたため、設置前から出現していた可能性が高い。また、第1および第2世代は、後述のようにとくに正門側では薬剤防除の効果により個体数が大きく減少したと考えられ、無防除の場合には発生数の増加に伴い、出現期間がより長期化する可能性がある。

5月23日に薬剤を散布した正門付近のラクウショウでは、第1世代と第2世代の雄成虫の捕獲が確認されたものの、8月と9月の調査ではラクウショウ上では卵塊および幼虫集団は確認されなかった。したがって、周辺で発生した雄成虫のみが性フェロモンに誘引されて捕獲されたものの、ラクウショウ上での雌成虫との交尾や雌成虫による産卵はほとんど行なわれなかったものと考えられる。一方、薬剤を散布しなかった西門付近ラクウショウでは、5月（越冬世代が産卵）よりも8月（第1世代が産卵）の方が卵塊および幼虫集団が多く確認され、9月（第2世代が産卵）には密度が低下する傾向が認められた。しかしながら、フェロモントラップによる雄成虫の捕獲数は第1世代、第2世代ともほぼ同数であったこと、および、西門付近のラクウショウではこの時期まで薬剤は散布されていないことから、西門付近の第1世代の雌成虫あるいは第2世代の卵・幼虫に何らかの未知の死亡要因が働いた可能性があるが、その詳細は不明である。なお、本調査の過程では幼虫の天敵は観察されなかった。成虫に関しては、フェロモントラップの周辺で、カマキリの一種の幼虫が雄成虫を捕食していた事例と、ヨコヅナサシガメ *Agriosphodrus dohrni* (Signoret) の終齢幼虫が雄成虫を捕食していた事例がそれぞれ1回ずつ確認されたのみであった。

幼虫の摂食試験より、ステインガーフロアブルの散布はアメリカシロヒトリの個体群抑制にきわめて有効であり、その効果は5月に1度散布することにより9月の第2世代の発生時期まで持続することが示された。

また、飼育に用いたサクラ、ラクウショウ、サワグルミの中では、サワグルミがアメリカシロヒトリの発育にもっとも好適な植物であると考えられた。大学構内でもっとも顕著な被害が生じているラクウショウに関しては、古くから本種による被害が知られているサクラで飼育した場合と生存率も蛹重量もほぼ同様であったため、本種の発育に適した植物であると考えられる。

一連の結果より、佐賀大学構内で発生しているアメリカシロヒトリ個体群は年3化型であり、被害が顕著に生じているラクウショウではサクラとほぼ同様に発育可能であること、ステインガーフロアブルは本種の防除に有効であり、かつ、その効果は第1世代の出現時期に散布すれば第2世代の出現時期まで持続することが判明した。

今後はフェロモントラップを用いたモニタリングにより発生密度を把握しつつ、ある程度の発生が認められた場合には有効薬剤を散布することにより、本種の多発生は抑制可能であると考えられる。

謝 辞

本研究に際し、フェロモントラップの設置などにご協力頂いた佐賀大学施設課係長の大田三

郎氏および株式会社緑花園の馬渡康禎氏, アメリカシロヒトリに有用な薬剤に関して情報を賜ったシンテックリサーチジャパン株式会社の新屋卓氏, 佐賀大学構内における本種の発生初期に関する過去の文献をご教示下さった佐賀昆虫同好会の古川雅通氏, 筆者の不在時にフェロモントラップの確認やアメリカシロヒトリ幼虫の飼育を手伝って下さった安達修平氏, Ayman K. Elsayed 氏, 白濱祥平氏, 望岡佑佳里氏に感謝申し上げます。

また, 事前に原稿の内容についてご確認下さり, 適切なご助言を賜った県立広島大学の五味正志博士と佐賀県果樹試験場の口木文孝氏に感謝申し上げます。

なお, 藤條純夫博士は, 「佐賀で見られるようになったアメリカシロヒトリがどのような消長を示すのか, 今後の学内外での観察が望まれる。」と書き残されている¹²⁾。本種の防除に関して筆者に対して強く働きかけて下さり, はからずも藤條博士のこの希望に応じる形となった本研究のきっかけと, いずれも故人となられた藤條博士と市場氏の過去の業績の一端を知る機会を筆者に与えて下さった渡邊啓一佐賀大学農学部長に厚く御礼申し上げます。

摘 要

佐賀大学本庄キャンパス構内では, 2003年以降アメリカシロヒトリの多発生がしばしば確認され, 2010年頃からは正門付近のラクウショウ並木を中心に, 秋になると毎年よう大発生を繰り返している。構内における本種の多発生を抑制する目的で, 雄成虫を誘引・捕殺するフェロモントラップにより本種成虫の発消長を調査し, 化性を確認するとともに, スティンガーフロアブルを散布した正門付近と非散布の西門付近でラクウショウ枝の定期的なサンプリングにより本種の卵塊数および幼虫集団数を調査した。また, 室内での幼虫の飼育実験により, 薬剤の効果とその持続期間, および, ラクウショウ, サクラ, サワグルミの3種の植物上での本種の生育状況を比較した。雄成虫の捕獲消長には年に3回のピークが見られたことから, 佐賀大学構内で発生しているアメリカシロヒトリ個体群は年3化性であると考えられた。また, ラクウショウ上でも他の寄主植物と同様に生存し, サクラと同様のサイズの蛹まで発育可能であることが明らかになった。スティンガーフロアブルを散布した植物で飼育した個体は例外なく10日間以内に死亡し, その効果は散布後4ヶ月以上を経過した葉でも認められたことから, 本薬剤はアメリカシロヒトリの防除に有効であると考えられた。今後はフェロモントラップを用いたモニタリングにより発生密度を把握しつつ, ある程度の発生数が認められた場合には有効薬剤を散布することにより, 本種の多発生は抑制可能であると考えられた。

引 用 文 献

- 1) 青森県 (2008). 青森県外来種対策学術調査報告書－青森県外来種リスト <http://www.pref.aomori.lg.jp/nature/nature/gairaishu-rest.html> [accessed on 30 August 2016]
- 2) Gomi, T. (2007). Seasonal adaptations of the fall webworm *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) following its invasion of Japan. *Ecol. Res.* **22**, 855-861.
- 3) Gomi, T., M. Muraji and M. Takeda (2004). Mitochondrial DNA analysis of the introduced fall webworm, showing its shift in life cycle in Japan. *Entomol. Sci.* **7**, 183-188.
- 4) Gomi, T., M. Nagasaka, T. Fukuda and H. Hagihara (2007). Shifting of the life cycle and life-history traits of the fall webworm in relation to climate change. *Entomol. Exp. Appl.* **125**, 179-184.
- 5) 市場利哉 (2005). 佐賀大学構内で発生したアメリカシロヒトリ. 佐賀むし通信 NO. 221, 98.
- 6) Jang, T., M. S. Rho, S. -H. Koh and K. P. Lee (2015). Host-plant quality alters herbivore responses to tempera-

- ture: a case study using the generalist *Hyphantria cunea*. *Entomol. Exp. Appl.* **154**, 120-130.
- 7) 北尾淳一郎・安藤博夫・向山文雄・神岡四郎 (1962). アメリカシロヒトリの食餌植物. 日本蚕糸学会誌 **31**, 413-420.
- 8) 北尾淳一郎・安藤博夫・向山文雄・神岡四郎 (1963). アメリカシロヒトリの食性. 日本蚕糸学会誌 **32**, 262-267.
- 9) R Development Core Team (2013). A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- 10) 田村正人 (1964). アメリカシロヒトリの加害植物. 関東東山病害虫研究会年報 **11**, 71.
- 11) 藤條純夫 (2004). 佐賀大学構内でアメリカシロヒトリ大発生. 佐賀の昆虫 No. 39, 769.
- 12) 藤條純夫 (2007). 2005-2006年における佐賀市でのアメリカシロヒトリの発生. 佐賀むし通信 No. 231, 154.
- 13) Yamanaka, T., S. Tatsuki and M. Shimada (2008). Adaptation to the new land or effect of global warming? An age-structured model for rapid voltinism change in an alien lepidopteran pest. *J. Anim. Ecol.* **77**, 585-596.