

アフリカで大発生するサバクトビバッタの生理・生態学的研究

前野 浩太郎 (国際農林水産業研究センター)

kmaeno@affrc.go.jp

アフリカでしばしば大発生するサバクトビバッタは、農作物のみならず緑という緑を食い荒らし、深刻な食糧不足を引き起こす。このバッタは、人類史が始まって以来、最古の農業害虫として知られるが、現在も人類はバッタがもたらす飢餓の恐怖に脅かされ続けている。本稿では、その問題と解決に向けた我々の取り組みについて紹介したい。

はじめに

サバクトビバッタ *Schistocerca gregaria* は、アフリカ大陸から西アジアにかけて広く分布し、しばしば農作物に深刻な被害を及ぼしてきた(図1)。巨大な群れは東京都を覆い尽くすほどの大きさになる。このバッタによる食料被害を被る人口は世界人口の約1割にあたり、被害面積は地球上の陸地面積の約2割に及び、年間の被害総額は西アフリカ地域だけでも400億円以上



図1. サバクトビバッタの群れ

上に達する地球規模の天災として恐れられている。大発生時には被害国は60ヶ国に及ぶため、主要な被害国は防除専門のセンターを配備し、国際的な対策が講

じられてきた。しかし、今も主な防除は環境汚染の危険が伴う殺虫剤散布に依存している。長年にわたり効率が良く、安全な防御技術の開発が進んでいない背景には、基礎的な生態情報を応用に結びつける試みが成されてこなかったことがあげられる。

サバクトビバッタの相変異

サバクトビバッタは、普段は大人しい無害な昆虫だが、個体数が増えてお互いに刺激し合うことにより、行動、生理、生態的特徴が別種と見間違えるほど変化し、害虫化する。低密度下で発育した個体は「孤独相」と呼ばれ、いわゆる一般的な緑色をしたバッタになるのに対し、高密度下では「群生相」と呼ばれ、幼虫は黄色や黒色の目立つ体色を発現させ、群れを成して活発的に移動をはじめ(図2)。さ



図2. サバクトビバッタの相変異

らに成虫は長距離を飛翔するのに適した形態を発達させる。混み合いに応答して自身の表現型を可塑的に変化させるこのバッタ特有の現象は、「相変異」と呼ばれている。大発生時には群生相化したバッタが群れをなし、1日に百キロメートル以上を移動して、植物を食い荒らすため、農業被害は国境を越え一気に広まる。群生相化すると増殖力や飛翔力など様々な能力が向上し、短

期間の内に爆発的に個体数を増やして移動を続ける。大発生時には全ての個体が群生相になるため、相変異の理解は個体群の管理技術の発展に繋がると考えられ、一世紀にわたって莫大な量の研究が成されてきた。しかし、依然として相変異を制御するメカニズムは不明であった。そこで、我々はこの点を明らかにするために、相の変化を迅速かつ安定して定量化できるバイオアッセイ系を独自に確立し、相変異形質が発現される一連のメカニズムの解明に取り組んできた。

相変異の生理的メカニズムの解明

典型的な群生相に至るまでには、数世代連続して混み合いを経験しなければならず、相変異形質が非遺伝的な様式で世代を通して徐々に変化してゆくことが知られていたが、その仕組みは一切分かっていなかった。そこで、孤独相は小型の子を、一方の群生相は大型の子を生産することに着目し、親世代と子世代の飼育密度の組み合わせを操作したところ、群生相的な大きな子が混み合い刺激を感受すると群生相的特徴を強く発現する特性があることを実証した（図3と4）⁽¹⁾。



図3. 卵とフ化幼虫におけるサバクトビバッタの相変異

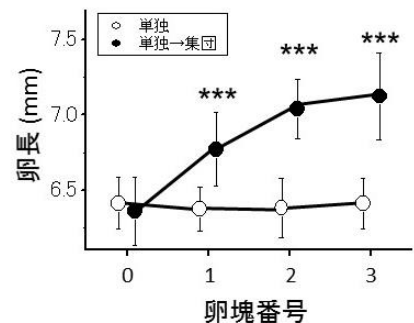


図4. 密度依存的な卵サイズ制御

さ

らに、母親が大型の卵を生み出す仕組みを明らかにするために、繁殖能力を精査した。その結果、小型の卵を産んでいる孤独相の母親を混み合いにさらすと、大型の卵を速やかに生産し始めることが分かった⁽²⁾。この反応をバイオアッセイ系として利用し、1) 母親は、混み合う期間の長さに応じて異なる大きさの卵を産み分けること⁽³⁾、2) 混み合い認識には他個体との接触刺激が重要で、触角が感受器であること⁽⁴⁾、3) 体表の化学物質に群生相化誘導要因が含まれることを明らかにした⁽⁵⁾。混み合いに反応し、このように柔軟かつ迅速に卵サイズを変化させる可塑性は、節足動物の中でも報告例がない。さらに群生相化を制御する内分泌学的^(6,7)および遺伝学的なメカニズムの一端を解明した^(8,9)。また、群生相の子は孤独相に比べ、飢餓耐性が強く⁽¹⁰⁾、貧弱な餌環境下でも高い生存率を示し⁽¹¹⁾、早くかつ大きな成虫になるという群生相化の生態学的意義も解明した⁽¹²⁾。以上の結果は、諸形質に見られる群生相化がいかに個体群の急激な増加に関係しているか科学的な説明を与えるものである⁽¹³⁾。

野外生態の解明に向けて

これまで、相変異の仕組みの解明はバッタ個体群の管理に繋がると考えられ、過去100年以上に渡ってヨーロッパを中心に非常に多くの研究が行われてきた。しかし、未だに相変異の仕組みを応用した有効な防除技術や発生予察技術の開発は成されていない。その最大の理由は、これまでの研究のほとんどが、本種の生息しない地域の実験室内で行われ、防除技術を開発する上で必要不可欠な野外生態に関する情報が著しく欠如していたことがあげられる。そこで、実験室内で

得られた成果と野外生態を融合させた実用的な防除技術を開発するため、西アフリカのモーリタニア国立サバクトビバッタ防除センター(CNLA)と共同で、フィールドワークに着手した。

従来の防除方法では、広大な土地をくまなく調査しなければならず、高いコストがかかる上、殺虫剤に頼り切りになるため環境汚染というリスクが伴っている。我々は、バッタの生態を理解し、その行動習性を考慮した新しい防除技術の開発に取り組んでいる。例えば、幼虫や成虫が集団を形成する場所には選好性があり、一日の内にダイナミックに変えていることが判明してきた(図5)⁽¹⁴⁻¹⁶⁾。



図5. 植物に群がる群生相幼虫

微小生息地の選好性に関する情報を蓄積できれば、探索エリアを削減し、少量の殺虫剤で効率よく防除することが可能になり、省力的な防除マニュアルの作成

ひいては人工的な誘引技術の開発にも結び付くと考えられる。また、大発生の前兆となる群生相化のメカニズムを理解することができれば、大発生を予知することも可能になる⁽¹⁷⁾。これらの知見は広域の被害国への普及も可能であり、その国際的なネットワークの確立も行っている。今後も、様々な角度から野外におけるバッタの生態を研究することで、環境保全を考慮した持続的な防除システムの構築を目指していく。

このように我々の取り組みは、応用を見据えた基礎研究を行うだけではなく、技術の普及を視野に入れた問題解決に向けた先進国唯一の試みであり、アフリカの食糧問題解決に貢献するものである。基礎的な生態学的知見に基づく害虫管理技術の開発は、我が国の応用昆虫学分野のお家芸であると言っても過言ではなく、これまで築き上げられた先人たちの教えに多くを学び、我が国の農学研究を世界にアピールできるように精進していく所存である。

謝辞

本研究は大勢の方々と共同で実施し、邁進してきました。皆様のご協力とご指導に深く感謝いたします。また、国際農林水産業研究センターの役職員の方々に心から感謝いたします。本賞を受賞するにはまだ実力不足の感は否めませんが、激励と捉え、謹んで賜るとともに、選考委員の皆様には厚く御礼申し上げます。

引用文献

1. Maeno K, Tanaka S (2009) The trans-generational phase accumulation in the desert locust: morphometric changes and extra molting. *J Insect Physiol* 55(11):1013–1020.
2. Maeno K, Tanaka S (2008) Maternal effects on progeny size, number and body color in the desert locust, *Schistocerca gregaria*: Density- and reproductive cycle-dependent variation. *J Insect Physiol* 54(6):1072–1080.
3. Maeno K, Tanaka S (2010) Epigenetic transmission of phase in the desert locust, *Schistocerca gregaria*: determining the stage sensitive to crowding for the maternal determination of progeny characteristics. *J Insect Physiol* 56(12):1883–1888.
4. Maeno K, Tanaka S, Harano K-I (2011) Tactile stimuli perceived by the antennae cause the isolated

- females to produce gregarious offspring in the desert locust, *Schistocerca gregaria*. *J Insect Physiol* 57(1):74–82.
5. Maeno K, Tanaka S (2012) Adult female desert locusts require contact chemicals and light for progeny gregarization. *Physiol Entomol* 37(2):109–118.
 6. Maeno K, Tanaka S (2009) Artificial miniaturization causes eggs laid by crowd-reared (gregarious) desert locusts to produce green (solitarious) offspring in the desert locust, *Schistocerca gregaria*. *J Insect Physiol* 55(9):849–854.
 7. Maeno K, Tanaka S (2009) Is juvenile hormone involved in the maternal regulation of egg size and progeny characteristics in the desert locust? *J Insect Physiol* 55(11):1021–1028.
 8. Maeno K, Tanaka S (2008) A reddish-brown mutant in the desert locust, *Schistocerca gregaria*: phase-dependent expression and genetic control. *Appl Entomol Zool* 43(4):497–502
 9. Maeno K, Tanaka S (2010) Genetic and hormonal control of melanization in reddish-brown and albino mutants in the desert locust *Schistocerca gregaria*. *Physiol Entomol* 35(1):2–8.
 10. Maeno KO, Piou C, Ould Babah M a, Nakamura S (2013) Eggs and hatchlings variations in desert locusts: phase related characteristics and starvation tolerance. *Front Physiol* 4(December):345.
 11. Maeno K, Tanaka S (2011) Phase-specific responses to different qualities of food in the desert locust, *Schistocerca gregaria*: developmental, morphological and reproductive characteristics. *J Insect Physiol* 57(4):514–520.
 12. Maeno K, Tanaka S (2008) Phase-specific developmental and reproductive strategies in the desert locust. *Bull Entomol Res* 98(5):527–534.
 13. 前野ウルド浩太郎 (2012) 『孤独なバッタが群れるとき』、東海大学出版部、神奈川県、318ページ
 14. Maeno KO, et al. (2012) Field observations of the sheltering behavior of the solitarious phase of the Desert Locust, *Schistocerca gregaria*, with Particular Reference to Antipredator strategies. *JARQ* 46(4):339–345.
 15. Maeno KO, et al. (2013) Plant size-dependent escaping behavior of gregarious nymphs of the Desert locust, *Schistocerca gregaria*. *J Insect Behav* 26(5):623–633.
 16. Maeno KO, et al. (2016) Daily microhabitat shifting of solitarious-phase Desert locust adults: implications for meaningful population monitoring. *Springerplus* 5(1):107.
 17. 前野ウルド浩太郎 (2017) 『バッタを倒しにアフリカへ』、光文社新書、東京都、378ページ