

沖縄県下地島におけるトノサマバッタの異常発生と生活史

沖縄県病害虫防除技術センター 清西 水出 優雄 子だい大
 独立行政法人 農研機構 農業生物資源研究所

はじめに

トノサマバッタ *Locusta migratoria* は、世界中でときおり大発生し農作物に深刻な被害をもたらす (UVAROV, 1977)。日本では、1971～74年に沖縄県南大東島 (東, 1974, ITO and YAMAGISHI, 1976) で、1978年には栃木県南那須町 (高橋, 1986)、1986～87年には鹿児島県馬毛島 (桐谷・田中 1987)、2005年には沖縄県伊平屋島、2007年には関西空港 (YAMAGISHI and TANAKA, 2009) 等で本種の大発生または異常発生が報告されている。亜熱帯気候に属する沖縄県では、本種やタイワンツチイナゴ *Nomadacris succincta*、ヒゲマダライナゴ *Hierogryphus annulicornis* を含むバッタ類によるサトウキビへの被害が頻繁に発生し、沖縄県病害虫防除技術センターが発生予察情報などにより関係機関に対し注意を促してきた。

2011年7～9月に沖縄県下地島の下地島空港とその周辺のサトウキビ圃場でトノサマバッタが異常発生し、一部のサトウキビ圃場では激しい食害をうけた (図-1)。そこで私たちは、下地島におけるトノサマバッタの個体数の推移および越冬状況、形態を調査し、想定される異常発生の要因や生活史等について調査した (SHIMIZU et al., 2012)。本稿では、新たなデータとともに、その調査結果の一部を紹介する。

I 下地島とトノサマバッタの個体群

下地島は、亜熱帯気候に属し、年平均気温が23.8℃、年平均降雨量が1,867.3 mmである。沖縄島の南西287 kmに位置する宮古島のさらに西方約9 kmに位置し、隣接する伊良部島とは長さ約3 km、幅数10 mの狭い水道で隔られている。島の面積は954 ha、そのうち、空港敷地が365 ha、さとうきび畑が110 haで、居住者はおおよそ50名である。

最近の分子系統学的研究 (TOKUDA et al., 2010) により、日本のトノサマバッタ個体群は、北と南の系統に分けら

れ、北方系統は北アジア、南方系統はアフリカ、ヨーロッパ、東南アジア、オーストラリア個体群を含む。この二つの系統はトカラ海峡で隔てられ、琉球列島と小笠原個体群は南方系統に属するので、下地島個体群は南方系統に含まれると考えられる。

II 発生経過

1 サトウキビ圃場

2011年7月19日にサトウキビを栽培している農家から「バッタの群れがサトウキビを食害している」と宮古島市役所伊良部支所に通報があった。直ちに同支所職員が調査し、下地島空港に隣接するサトウキビ圃場 (以後サトウキビ圃場Aとする) で異常発生しているトノサマバッタを確認した。翌7月20日にサトウキビ圃場7箇所トノサマバッタの個体群密度を目視により調査したところ、1.33 頭/m² (図-2) であった。目撃した個体はすべて成虫であり、幼虫は観察できなかった。その後防除が施され、サトウキビ圃場では7月25日には0.64 頭/m²、8月2日には0.09 頭/m²まで減少した。

しかし、8月2日にサトウキビ圃場Aと空港敷地の間に通じる農道で若齢幼虫の大群が行進しているのが観察され (図-3)、サトウキビ圃場Aの一部でもおびただしい数の若齢幼虫がサトウキビの葉を激しく食害していた (口絵②)。1 齢幼虫の体色には、白っぽい茶色のものか



図-1 サトウキビの葉を食害するトノサマバッタ成虫

Gregarization of Migratory Locust, *Locusta migratoria*, and Prompt Control on a Subtropical Island in Okinawa, Japan. By YUKO SHIMIZU and YUDAI NISHIDE

(キーワード: トノサマバッタ, 下地島, 相変異, 形態, 生活史)

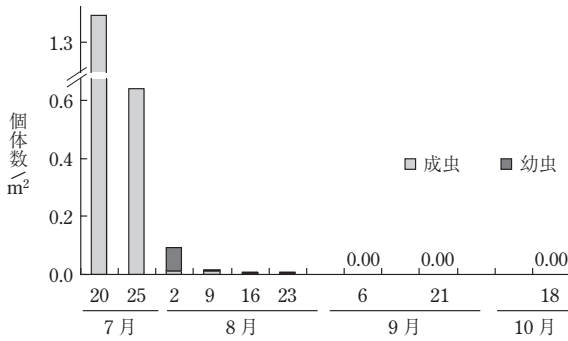


図-2 下地島サトウキビ圃場におけるトノサマバッタ密度の推移

注) 2011年7月20日～10月18日に7～11圃場において圃場当たり72m²の面積における個体数を目視によって調査し、密度を算出した (SHIMIZU et al., 2012を改変)。

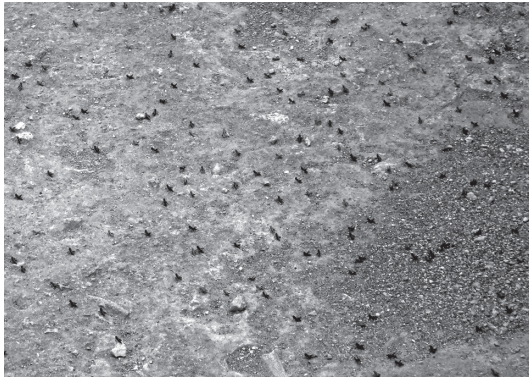


図-3 農道を行進するトノサマバッタの幼虫

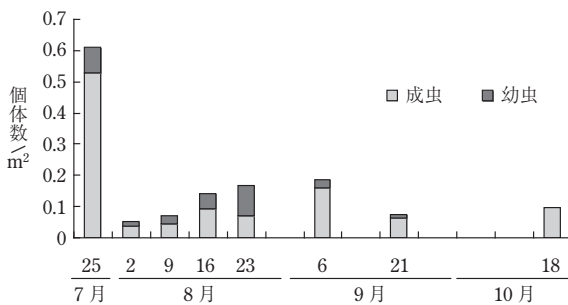


図-4 下地島空港におけるトノサマバッタ密度の推移

注) 2011年7月25日～10月18日に空港を29区画に分け、区画当たり100m²における個体数を目視によって調査し、密度を算出した (SHIMIZU et al., 2012を改変)。

ら～暗褐色のものまで連続的な変異が見られた (口絵③)。薄茶色の幼虫の頭幅 (AVG ± SD = 1.74 ± 0.08 mm) は、暗褐色の幼虫 (1.85 ± 0.09 mm) やそれらの中間色 (1.80 ± 0.07 mm) に比べて有意に小さかった ($P < 0.05$; Scheffe's 多重比較)。8月3日に個体群密度を目視および捕虫網での捕獲によって調査したところ、サトウキビ圃場Aでは81.6頭/m²、農道では27.8頭/m²であった。両区画を合わせた個体数を、密度と面積の積により推定すると、1,393,079頭であった (サトウキビ圃場A: 1,305,469頭/160a; 農道: 87,610頭/51.6a)。すぐに農薬散布による防除が行われ、バッタの数は激減した。8月9日の調査ではサトウキビ圃場Aではトノサマバッタは観察されなくなり、農道ではわずか0.07頭/m²であった。その後10月まで、周辺のサトウキビ圃場および農道では0.02頭/m²以下の非常に低い密度で推移した。

2 下地島空港

サトウキビ農家から通報があった翌日の2011年7月20日に下地島空港の調査に出向くと、多数のトノサマバッタの成虫と幼虫が滑走路周辺の草地で発生していた。成虫は緑および茶色の体色を呈し、典型的な孤独相であった。一方幼虫は、茶褐色から緑色の様々な色を呈していた (口絵④)。滑走路周辺の草地11箇所成虫個体数を調査したところ、1.67頭/m²であった。

7月25日からは、滑走路周辺の草地を29区画にわけ、個体群密度と発育ステージを調査した。個体群密度は、区画ごとに50m × 2mの面積内で目視された成虫と幼虫を計数し、これを2回繰り返し平均したものである。なお、目視で発見しにくい若齢幼虫 (1～2齢幼虫と考えられる) については無視した。発育ステージは、区画当たり7回捕虫網を地面において、その下にいた幼虫をすべて捕獲し確認した。

7月25日、空港におけるトノサマバッタの密度は、0.61頭/m²で、総個体数は634,974頭と推定された。その後農薬散布による防除が行われたため、8月2日には密度が0.05頭/m²まで減少した (図-4)。しかし、その後密度は徐々に増加した。捕虫網で捕獲した幼虫については、実体顕微鏡で頭幅を測定し、これと実験室で集団飼育した幼虫の各齢別の頭幅と形態に基づいて (図-5)、齢期を決定した。その結果8月の前半は若齢幼虫が多く、後半は老齢幼虫が多いことがわかった (図-6)。

8月31日に、空港駐機場周辺に黒化した終齢幼虫が多数観察された (口絵①)。幼虫の体色は、実験室で集団飼育した幼虫と同じ橙褐色の下地に黒色の模様を呈していた。9月の初旬に防除した後、密度は減少し、9月

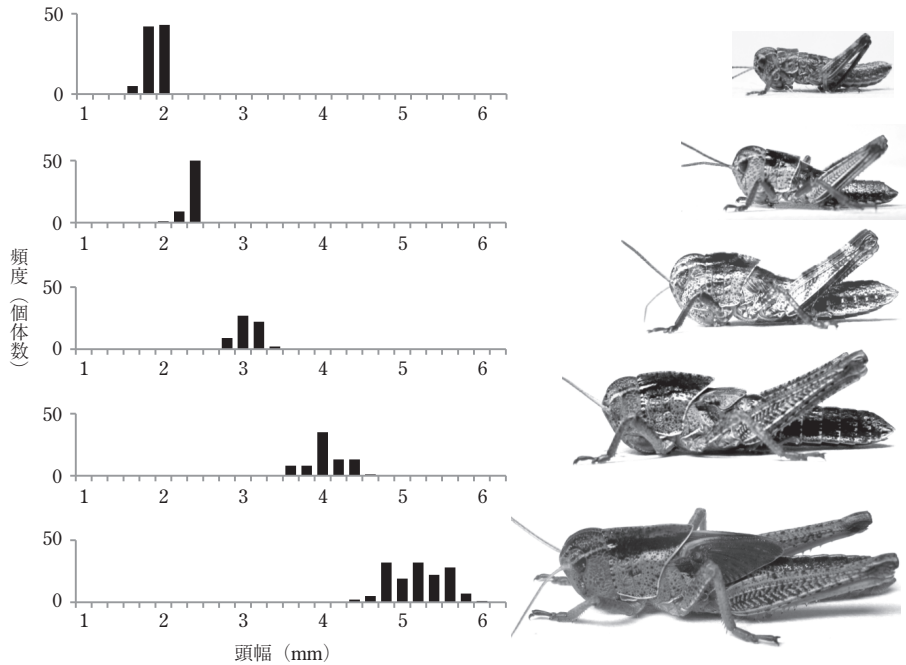


図-5 トノサマバッタ幼虫の各齢期における頭幅の頻度

注) 2011年8月2日に採集した幼虫を、31℃、明12時間：暗12時間に設定された室内で集団で飼育した (SHIMIZU et al., 2012 を改変).

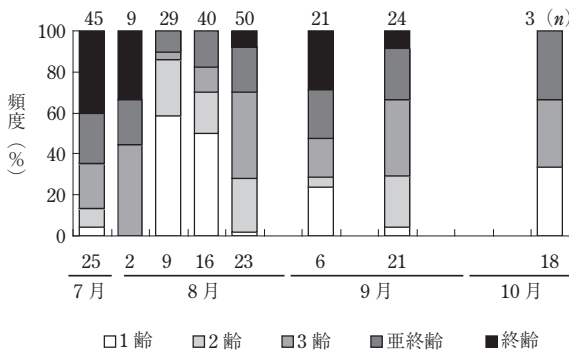


図-6 下地島空港におけるトノサマバッタ幼虫の齢期別頻度

注) 2011年7月25日～10月18日に採集した幼虫を実験室内で翅芽および頭幅サイズ (図-5) に基づいて齢期を決定した (SHIMIZU et al., 2012 を改変).

後半以降は幼虫がさらに少なくなった。10月には観察されたほとんどの個体が成虫であり、捕虫網でのサンプリングでも1齢と3齢、亜終齢の3頭の幼虫しか捕獲されなかった。

III 越冬と越冬明け

越冬状況を調査するために、空港では4箇所捕虫網

もしくは手による捕獲と目視による個体数調査、サトウキビ圃場では4圃場で目視による個体数調査を2011年11月～2012年7月まで月1回実施した。

空港における11月と12月の調査では、成虫のみが捕獲され (表-1)、目視による調査でも成虫のみが観察された。1月と2月は、捕獲することも目撃することもできなかった。3月の調査において、1齢幼虫が9頭、2齢幼虫が2頭、終齢幼虫が1頭捕獲された。1齢と2齢幼虫は、卵で越冬したふ化した幼虫、終齢幼虫は越冬個体と考えられる。4月には発育が進んで、若齢幼虫が少なくなり、老齢幼虫が増加した。5月の調査では明らかに第1世代成虫と思われる個体が多く捕獲された。6月には成虫が少なくなり第2世代の若齢幼虫が多くなり、7月にはそれらが羽化したと思われる成虫 (第2世代) が捕獲された。サトウキビ圃場では11月と12月にわずかに1～2頭成虫が見られたが、その後6月までまったく目撃できなかった。7月にメス成虫と終齢幼虫が見られた。

IV 生活史

今回の下地島での調査結果および TANAKA, H (1994), TANAKA, S (1994), YAMAGISHI and TANAKA (2009) の報告

表-1 2011年11月～2012年7月に下地島空港内草地で捕虫網もしくは手で捕獲されたトノサマバツタの個体数 (SHIMIZU et al. 2012を改変)

調査	個体数 ^{a)}									
	月日	人数	時間	幼虫					成虫	
				1 齢	2 齢	3 齢	前終齢	終齢	♀	♂
11月10日	2	90	0	0	0	0	0	0	11	32
12月7日	3	90	0	0	0	0	0	0	3	16
1月10日	2	90	0	0	0	0	0	0	0	0
2月7日	2	30	0	0	0	0	0	0	0	0
3月8日	4	60	9	2	0	0	1	0	0	0
4月5日	3	60	0	4	5	10	11	0	0	0
5月10日	3	90	0	0	0	4	1	4	10	0
6月8日	3	90	13	11	9	9	1	1	0	0
7月7日	3	90	2	0	0	1	4	4	6	0

^{a)} 4箇所で採集した個体をまとめて実験室内で計数した。

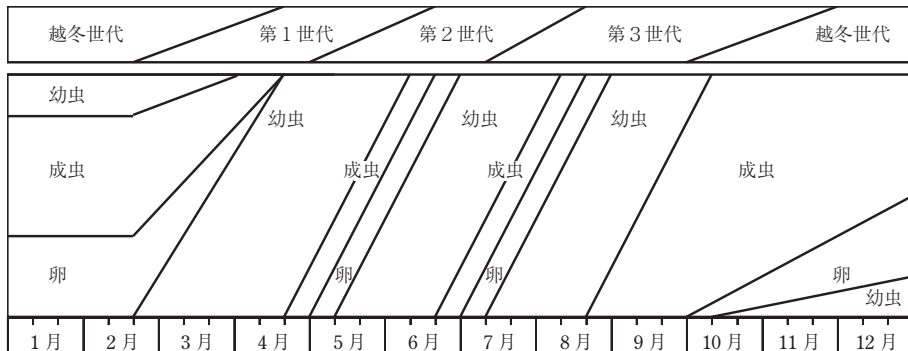


図-7 下地島におけるトノサマバツタの生活史のイメージ図

に基づいて、下地島における本種の生活史は以下のように推定される。冬には、成虫、幼虫、卵のすべてのステージが見られる。わずかな成虫は冬の間でも産卵が見られる。卵は休眠もしくは休眠ステージに達することなく低温による発育遅延がおこっている (図-7)。気温の上昇により、2月下旬～3月初旬に発育が促されて幼虫がふ化し始める。幼虫は4月下旬から5月前半にかけて羽化し、第1世代成虫となる。5月後半～6月にかけて第2世代幼虫が発育し、7月に第2世代成虫が羽化してくる。7月後半～8月に第3世代幼虫が発育し、9月に第3世代成虫が現れる。そのまま成虫で越冬する個体と、一部は産下された卵もしくはふ化後発育し幼虫で越冬していく。実際に宮古島で冬期に本種の幼虫が生息しているのを観察している (田中誠二, 私信)。本種は多くが年間

3世代を経過し成虫で越冬するが、一部が第4世代まで達し、卵および幼虫ステージで越冬している可能性がある。本種は亜熱帯地域で非常に柔軟な生活史をもっているといえる。YAMAGISHI and TANAKA (2009) が指摘しているように、亜熱帯の緩慢な気候においてもたまたま到来する冬の寒さを生き残るため、最も脆弱な幼虫の若齢期がその時期に当たることを回避するように本種の生活史は最適に形作られているだろう。

V 成虫の形態

数か月にわたり野外から採集した成虫の形態 (頭幅および後脚大腿節, 前翅の最大長) を電子ノギスで測定した (表-2)。メスは、期間である夏から冬にかけて頭幅は有意に変化しなかったが、オスは7月の個体で有意に

表-2 下地島で採集された成虫の形態サイズ (mm) と形態サイズ比 (SHIMIZU et al. 2012 を改変)

月日	C 頭幅	F 後脚大腿節	E 前翅長	F/C	E/F	標本数
♀ 野外採集個体						
7月20日	7.3 ± 0.4 a	27.0 ± 2.0 b	47.4 ± 2.2 b	3.69 ± 0.15 b	1.76 ± 0.07 ab	20
7月31日	7.3 ± 0.4 a	26.2 ± 1.8 b	45.8 ± 2.4 b	3.58 ± 0.13 b	1.75 ± 0.07 ab	34
11月10日	7.4 ± 0.5 a	26.9 ± 1.5 b	45.3 ± 1.9 ab	3.65 ± 0.08 b	1.68 ± 0.06 a	11
12月7日	7.3 ± 0.2 a	27.3 ± 1.2 b	43.5 ± 1.1 ab	3.74 ± 0.13 b	1.61 ± 0.06 a	3
室内飼育個体						
I	7.1 ± 0.2 a	25.4 ± 1.3 ab	43.5 ± 1.7 a	3.60 ± 0.15 b	1.71 ± 0.07 a	23
II	7.2 ± 0.2 a	24.6 ± 0.8 a	43.0 ± 1.3 a	3.41 ± 0.08 a	1.75 ± 0.04 ab	21
III	7.2 ± 0.3 a	24.4 ± 1.2 a	43.3 ± 1.8 a	3.40 ± 0.13 a	1.78 ± 0.05 b	20
♂ 野外採集個体						
7月20日	5.7 ± 0.4 b	22.0 ± 1.1 bc	37.6 ± 2.0 b	3.88 ± 0.12 d	1.72 ± 0.07 ab	22
7月31日	5.7 ± 0.3 b	21.2 ± 1.1 b	37.0 ± 1.7 b	3.73 ± 0.13 b	1.75 ± 0.06 b	50
11月10日	5.3 ± 0.2 a	20.2 ± 1.0 a	34.7 ± 1.3 a	3.84 ± 0.13 cd	1.72 ± 0.05 ab	32
12月7日	5.3 ± 0.3 a	20.7 ± 1.1 ab	34.6 ± 1.9 a	3.87 ± 0.14 d	1.68 ± 0.05 a	13
室内飼育個体						
I	5.7 ± 0.3 b	21.5 ± 1.1 bc	36.3 ± 1.7 ab	3.76 ± 0.15 bc	1.69 ± 0.07 a	26
II	6.2 ± 0.2 c	22.2 ± 1.0 c	37.3 ± 1.2 b	3.58 ± 0.19 a	1.68 ± 0.08 a	33
III	6.1 ± 0.3 c	21.7 ± 1.2 bc	37.9 ± 1.7 b	3.54 ± 0.15 a	1.75 ± 0.05 b	14

室内飼育個体は、2011年8月2日に採集した1齢幼虫を体色によって三つのグループ、I：白色；II：中間；III：暗褐色にわけて飼育したものである（口絵参照）。

列内の同一英文字を付した値は危険率0.05%水準で有意差がないことを示す（ANOVA後CおよびE、Fについては the Sheffe's multiple comparison test、F/CとE/Fの比率については the Dwass-Steel multiple comparison test で検定した）。

大きくなった。F/Cの比率（後脚大腿節（F）と頭幅（C）の比率）も、7月に採集したオスを除いて、有意な変化は見られなかった。

8月2日に採集した1齢幼虫は体色に応じて三つのグループ、I：白色；II：中間；III：暗褐色（口絵③）にわけられ、31℃、明12時間：暗12時間に制御された室内で集団飼育した。その成虫の体サイズは、野外採集の成虫個体と比べて有意な差はないが、F/C比においてIIおよびIIIは有意に小さくなった。群生相化は形態の変化を促し、一般的に脚が短くなることが知られている（DIRSH, 1953；STOWER et al., 1960；UVAROV, 1977）。このことから、黒化した幼虫（IIおよびIII）は群生相化した幼虫であったことが推察される。

VI 下地島における異常発生の要因

日本におけるトノサマバツタの群生相化に関して、干ばつや山火事、天敵、土地造成等様々な要因が原因していると考えられてきた（東, 1974；高橋, 1986；田中・桐谷, 1987）。2011年に下地島空港内の測候所で観測された気温によると、1～4月まで気温が低い状態が続き（図-8）、本種の活動や生育が抑制されたと考えられる。

このことは、つづいて訪れた温度上昇時の同時的な発育に寄与したかもしれない。2011年春の降雨量が非常に少なかったことで、天敵や糸状菌等の病原体が減少したのかもしれない。また、梅雨時期は春とは対照的に非常に豊富な雨量を記録し、餌となるイネ科植物の成長を促したのだろう。梅雨明けの7～8月に再び降雨量が非常に少なくなり、激しい干ばつとなった。これらのことから、2011年の下地島ではトノサマバツタにとって、天敵や病原体が少なく、豊富な餌となる草が繁茂し、バツタの成長には好都合な環境が存在したに違いない。今回のトノサマバツタの異常発生は、このような気象変化が餌植物の生長を促し、天敵と病原菌等の消長に影響し、バツタの繁殖と成長に好適に作用した結果もたらされた現象であると説明できるかもしれない。

おわりに

下地島空港では1979年の開港以来初めてトノサマバツタが異常発生し、滑走路周辺草地では防除を行った。サトウキビ圃場においても、サトウキビ生産関係者によると、これまで本種の異常発生はなかった。トノサマバツタは大発生すると複数年高密度の状態が続く場合があ

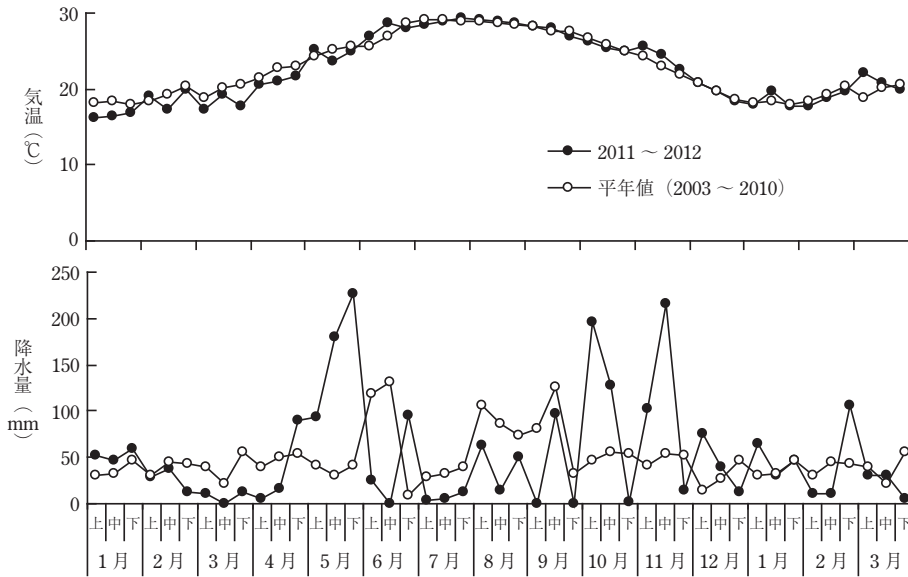


図-8 2011～12年の下地島空港における気温と降水量の推移

注) 気象データは、気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>) を参照した (SHIMIZU et al., 2012 を改変)。

ると言われている(東, 1974; 桐谷・田中, 1987; 田中・桐谷, 1987)が, 2012年9月までのところ, 個体群は沈静化し異常発生の情報は入っていない。年に複数回世代が経過するような温暖な亜熱帯のサトウキビやイネ科牧草等が占有する地域においては, トノサマバッタが大発生する可能性が潜在していると考えたほうがよいだろう。2011年のような異常発生が来年あるいは数年後か, 数十年後にあるかもしれないし, 下地島以外の地域で大発生するかもしれない。そのような状況下での問題は, 大発生の事実と防除法が伝わらず, 対策が遅くなることである。重要なことは, 群生相化の始まりに気づき, 幼虫が小さいうちに防除する, 予防的防除 preventive control をすることである。成虫になれば, 散布したとたん飛翔分散してしまい, 効果的防除が望めない。今回の下地島でのケースは, 比較的閉鎖環境であったために, 成虫の分散が少なく, 防除の効果があつたと考えられる。将来の防除対策のために, 不測の事態に速やかに対応できる体制をつくり, 関係者が害虫発生に適宜に対応できるようにすること, 大発生や異常発生の事実を記録する

ことが重要である。発生状況を速く正確に掌握するには, 関係機関や農家, 住民からの情報が迅速に流れてくるように日頃から連絡体制を確認することも大切である。

引用文献

- 1) 東 清二 (1974): 植物防疫 28: 71 ~ 74.
- 2) DIRSH, V. M. (1953): Anti-locust bulletin 16: 1 ~ 34.
- 3) ITO, Y. and M. YAMAGISHI (1976): Acrida 5: 17 ~ 26.
- 4) 桐谷圭治・田中 章 (1987): インセクトリウム 124: 44 ~ 54.
- 5) SHIMIZU et al. (2012): International Journal of Tropical Insect Science 32: 148 ~ 157.
- 6) STOWER, W. J. et al. (1960): Journal of Animal Ecology 29: 309 ~ 339.
- 7) 高橋 滋 (1986): 応動昆 30: 17 ~ 20.
- 8) 田中 章・桐谷圭治 (1987): インセクトリウム 124: 330 ~ 337.
- 9) TANAKA, H. (1994): Jpn. J. Ent. 62: 629 ~ 639.
- 10) TANAKA, S. (1994): Insect Life-cycle Polymorphism, Kluwer Academic Publishers, London, p. 173 ~ 190.
- 11) TOKUDA, M. et al. (2010): Biological Journal of the Linnean Society 99: 570 ~ 581.
- 12) UVAROV, B. (1977): Center of overseas Pest Research, London: 475 pp.
- 13) YAMAGISHI, M. and S. TANAKA (2009): Appl. Entomol. Zool. 44: 165 ~ 174.