

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年3月31日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21405018

研究課題名（和文） アフリカの環境保全型農法における害虫管理機能の解明と活用

研究課題名（英文） Understanding and Application of Pest Management Function in the Environmentally-Sound Cultivation Systems in Africa

## 研究代表者

足達 太郎（ADATI TARÔ）

東京農業大学・国際食料情報学部・准教授

研究者番号：50385506

## 研究成果の概要（和文）：

アフリカの食用作物栽培ではかねてより、おとり作物の利用や混作といった持続的手法がもちいられてきた。本研究では、こうした手法がトウモロコシやササゲなどの食用作物を加害する害虫やその天敵の生態にどのような影響をおよぼすのかをあきらかにした。さらにこれらの手法を、昆虫病原ウイルスや導入天敵といったあらたな害虫防除資材とくみあわせることにより、合理的かつ経済的な環境保全型害虫管理体系を構築することを検討した。

## 研究成果の概要（英文）：

To clarify the ecological impacts on insect pests and their natural enemies on maize and cowpea in the existing sustainable pest control techniques in Africa, field and laboratory experiments were conducted in West and East Africa including Benin, Nigeria and Kenya. Rational and economical integration of these techniques with novel strategies such as an insect-pathogenic virus and introduced natural enemies for establishing an environmentally-sound pest management system was discussed.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2010年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2011年度	4,400,000	1,320,000	5,720,000
総計	13,800,000	4,140,000	17,940,000

研究分野：農学・熱帯作物保護学

科研費の分科・細目：農学 A・応用昆虫学

キーワード：混作、天敵、生物間相互作用、プッシュ・プル法、*Maruca vitrata*、*Maiestas banda*、*Cotesia flavipes*、国際研究者交流（ベナン・ナイジェリア・ケニア）

## 1. 研究開始当初の背景

アフリカでは、地域的な食料の増産をはかるため、主要な食用作物における害虫管理の重要性が近年ましてきている。「総合的害虫管理（IPM）」という用語は、アフリカでも試験研究や普及などの実務にあたる人びとのあいだでひろく浸透しているが、内実としてはおもに、化学合成殺虫剤がえられない場合の代替策という意味あいがつよい。アフリカの“IPM”では、天敵・天然殺虫剤・混作と

いった技術が単独でもちいられることは多いが、これらを合理的にくみあわせた総合的な害虫管理体系の構築がもてめられている。

そんななか、東アフリカのケニアでは、トウモロコシを加害するズイムシ類を抑制するために、「プッシュ・プル法」とよばれる害虫管理手法がおこなわれている。そこでは、ズイムシに対して忌避作用をもつ牧草の一種をトウモロコシ畑に間作するとともに、ズイムシを誘引する別の牧草を「おとり作物」として畑のまわりにうえるのである。この方

法は、きわめて短期間のうちにケニア西部の多くの一般農家に普及した。ひとつの畑に複数の作物を植える混作がもともとアフリカの在来農法として一般的であり、農民にとってなじみがあったことも、この方法がケニア西部でこれほどまでに普及したことの要因とかがえられる (Ishihara 2009)。

混作が害虫の発生をおさえることは、世界各地で経験的に知られていた。混作は近年、環境保全型害虫管理技法としても注目されているが、その害虫抑制機構についてはさまざまな議論がある。植生が多様であるほど害虫が餌資源を探索するためのコストがかかるため増殖率が減少するという「資源集中仮説」や、植生が持続的かつ多様であるため天敵のはたらきが活性化されるという「天敵仮説」などがこれまでに提起されている (Root 1973)。しかし、混作が一般的に害虫個体数を抑制するという明確な結論はいまだえられていない (Andow 1991)。

## 2. 研究の目的

本研究は、アフリカの環境保全型農法に内在する害虫制御機能を解明し、これを土台にした技術を合理的にくみあわせ、アフリカおよびその他の地域における作物害虫管理体系として活用することを目的としている。この目的を達するため、本研究ではおもに以下のことをあきらかにする。

### (1) 西アフリカにおけるササゲ害虫の生態と総合的害虫管理

西アフリカにおいて、ササゲは主要なマメ科作物として住民の貴重なタンパク源である。その栽培にあたって、とくに乾燥サバンナ地帯においては、耕作期となる雨季に集中して発生する害虫が問題となる。そこで、ササゲ害虫のなかでもとくに重要なマメノメイガ *Maruca vitrata* (チョウ目ツトガ科) をはじめとするいくつかの害虫について、その季節的発生活動と移動について調査し、IPM に活用しうる害虫管理技術の有効性を検討する。

### (2) 東アフリカの環境保全型農法圃場におけるファイトプラズマ病媒介昆虫の生態

前述のプッシュ・プル法にかんして、ケニアをふくむ東アフリカ東部において、おとり作物として利用される牧草ネピアグラスにファイトプラズマによる萎縮病が流行し、被害が深刻となっている。しかし、病害対策をたてるのに不可欠な本病の媒介者はいまだ同定されていない。そこで、現地研究協力機関である国際昆虫生理生態学センター (ICIPE) からの要請を一部受け入れ、本病の媒介昆虫の特定と対策にかんする研究を

おこなう。

### (3) 東アフリカにおけるトウモロコシ害虫に対する導入天敵の有効性

ケニアでは 1990 年代より、トウモロコシを加害するズイムシ類に対して寄生蜂による生物的防除がこころみられてきた。ズイムシ類のうち、*Chilo partellus* はアジアからの侵入害虫であり、原産地のタイではおもにサトウキビを加害する。東アフリカでは 1990 年代より幼虫寄生蜂 *Cotesia flavipes* が導入されたが、天敵としての有効性は不明である。そこで、同種の生活史特性をあきらかにするとともに、野外における各種寄生蜂による寄生率を調査し、天敵としての有効性を検討する。

## 3. 研究の方法

### (1) 西アフリカにおけるササゲ害虫の生態と総合的害虫管理

ナイジェリア北部のカノ郊外にある国際熱帯農業研究所 (IITA) の実験農場において、ササゲ畑に区画をもうけ、アブラムシ類・アザミウマ類・マメノメイガ幼虫の発生活動を調査した。また、水銀灯式ライトトラップを設置して、マメノメイガ成虫の飛来を毎日調査した。さらに西アフリカのベナン・ナイジェリア・ニジェールに同様に設置されたライトトラップにおける過去のデータについて比較・解析をおこなった。

### (2) 東アフリカの環境保全型農法圃場におけるファイトプラズマ病媒介昆虫の生態

ケニア西部ブンゴマ県のネピアグラス圃場において、18 か月にわたり、マレーズトラップと吸引採集機をもちいて定期的に調査をおこなった。また、同植物を寄主とするウンカ・ヨコバイ類の種構成と季節変動を調査した。

### (3) 東アフリカにおけるトウモロコシ害虫に対する導入天敵の有効性

1990 年代以降、ICIPE によって天敵導入プロジェクトが実施されたケニア西部のビタからキスムにかけての地域にて、トウモロコシ畑におけるズイムシ類の発生と寄生蜂による寄生率を調査した。また室内において、導入天敵である幼虫寄生蜂 *C. flavipes* のパキスタン系統とタイ系統の生活史特性と交雑可能性をしらべるとともに、蛹寄生蜂 *Pimpla* sp. の生活史特性を調査した。

## 4. 研究成果

### (1) 西アフリカにおけるササゲ害虫の生態と総合的害虫管理

#### ① ササゲ害虫の年間発生活動

ナイジェリア北部において、ササゲを加害するアブラムシ類・アザミウマ類・マメノメイガについて、発生消長を調査したところ、いずれも季節による個体数変動がみられた。アブラムシ類の発生は8月上旬に多かったが、徐々に減少した。アザミウマ類の発生は花芽形成期の9月から徐々に増加した。マメノメイガ幼虫は9月中に集中的に発生し、10月以降は密度が減少した。この発生消長は、次項でのべる同種成虫の飛来数の増減と同調していた。

### ② マメノメイガの季節的長距離移動

西アフリカの乾燥サバンナ地帯に飛来するマメノメイガ個体群の性比と交尾率をしらべた結果、飛来時期の前半には過半数のメスが交尾していたのに対し、後半以降では未交尾の個体が大部分をしめ、また飛来時期の前半には性比がメスにかたよる傾向があった(図1)。この結果は、本種がメスを主体とする季節的な長距離移動によって、南方の周年発生地帯より北方の乾燥サバンナ地帯へと飛来することを示唆している。このことは、長距離移動性害虫の生態の解明につながるのみならず、殺虫剤抵抗性の管理など、害虫管理の面でも重要な知見である(Adati et al. in press)。

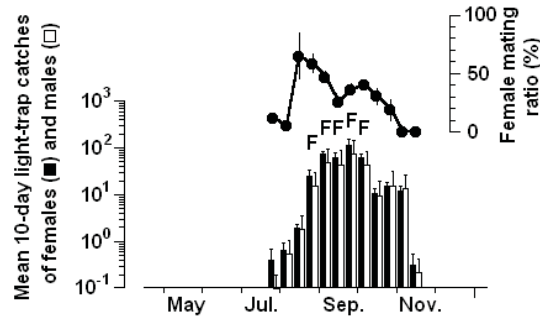


図1 カノにおけるマメノメイガ成虫の性別飛来数とメスの交尾率の季節的推移。Fは性比がメスに有意にかたよっていることをしめす。同様の結果が乾燥サバンナ地域のほかの調査地でもえられた。Adati et al. (in press)より。

### ③ マメノメイガ幼虫の発生におよぼす核多角体病ウイルスおよび混作の効果

カノ郊外での圃場試験により、マメノメイガ幼虫に対する核多角体病ウイルス(MaviNPV)の散布効果を調査したところ、幼虫に対する密度抑制効果がみとめられた(図2)(中村 2012)。MaviNPVはマメノメイガ幼虫における寄生蜂の寄生率やマメノメイガ以外の害虫におよぼす影響がひくいことも確認され(中村 2012)、西アフリカにおけるササゲ害虫の総合的害虫管理に有力な資材としてとり入れることが可能だとかんがえられる。

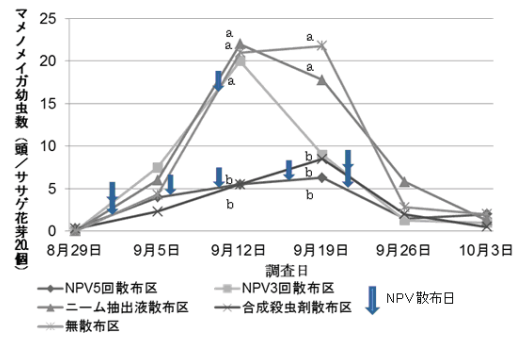


図2 マメノメイガ幼虫の個体数密度の推移と核多角体病ウイルス(MaviNPV)散布の影響。MaviNPV散布区では、ニーム抽出液散布区や無散布区よりも幼虫密度が有意にひくかった。中村(2012)より。

をしらべた結果、ウリ科作物であるエグシの混作区において、マメノメイガ幼虫の密度が単作区よりも低く、混作による害虫抑制効果が確認された。また、マメ科作物混作区ではササゲ単作区よりもマメノメイガ幼虫における寄生蜂 *Phanerotoma* spp.の寄生率が高かった(中村 2012)。

### (2) 東アフリカの環境保全型農法圃場におけるファイトプラズマ病媒介昆虫の生態

ケニア西部において、ネピアグラスに寄生するウンカ・ヨコバイ類を調査したところ、ヨコバイ科5種、ウンカ科3種が優占していることがわかった。そのうち、*Maiestas banda*(ヨコバイ科)は接種実験の結果、ファイトプラズマの伝搬能力をもつことが確認された(Obura et al. 2009)。野外採集調査より、*M. banda*はオスがメスよりも飛翔が活発であること、健全株よりも発病株において個体数が多いこと、短雨季のあとにピークをもつ類似した発生パターンをしめすなどの特性があきらかとなった(図3)(Koji et al. 2012)。さらに同種の食性をしらべた結果、ネピアグラス以外にも *Hyparrhenia rufa*、*Cynodon dactylon*など、複数のイネ科植物上で生存・繁殖が可能であることがわかった。これらのことから、*M. banda*はにケニア西部における萎縮病の媒介者として重要であるとかんがえられる。

いっぽう、ネピアグラスのいくつかの品種にファイトプラズマを接種し、発病の有無を試験したところ、“Malawi”や“Kari-Kitale”などの品種では、ファイトプラズマに感染しても病徴が発現しにくいことが確認された。今後、これらの品種をトウモロコシの環境保全型栽培にとり入れることによって、ファイトプラズマ病の影響をうけることなく、ズイムシ類のおとり作物として活用することが期待できる。



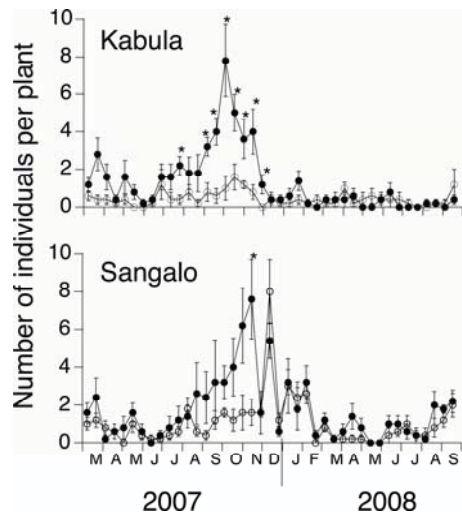


図3 ケニア西部ブンゴマ県の2か所 (KabulaおよびSangalo) において、吸引採集により捕獲された *Maïestas banda* の季節消長。健全株 (○) および病徴株 (●) における密度をしめす。Koji et al. (2012) より。

(3) 東アフリカにおけるトウモロコシ害虫に対する導入天敵の有効性

ケニア西部の5つの調査地点で、*C. partellus* に5–30%の寄生率で幼虫内部寄生蜂である *C. flavipes* が寄生しているのが確認された。また、*C. flavipes* のパキスタン系統とタイ系統における生活史特性と交雑可能性をしらべた結果、寿命・蔵卵数・産卵数・発育速度については、2系統のあいだで有意な差はみとめられなかった。また、*C. partellus* への産卵行動にもちがいはみとめられなかった。これらのことから、東アフリカで1990年代に放飼され、定着が確認されているパキスタン系統と、タイ系統の寄生蜂あいだで、本害虫の天敵として有効性にちがいはないと結論づけられる。今後、トウモロコシやサトウキビなどの害虫の寄主作物の2系統に対する誘引性について検討する必要がある。

いっぽう、蛹寄生蜂 *Pimpla* sp. は寄生数が少なく、有効な天敵とはみとめられなかった。

引用文献 (上記文中で下線を付した引用は後掲の「主な発表論文等」を参照)

Adati T, Tamó M, Koji S, Downham MCA (in press) Effect of migration and mating status of the legume pod borer, *Maruca vitrata* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) on the efficacy of synthetic sex pheromone traps in West Africa. *Proceeding of the 5th World Cowpea Research Conference*

Andow DA (1991) Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*, vol. 36, pp. 561-586

Ishihara H (2009) *Development and Extension of Environmentally-Friendly Pest Management*

*Technology in Kenya*. MS thesis, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture, 73 p

中村傑 (2012) 「ナイジェリア北部のササゲ栽培における総合的害虫管理」東京農業大学修士論文 79 p

Root RB (1973) Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs*, vol. 43, pp. 95-125

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ① Koji S, Fujinuma S, Midega CAO, Mohamed HM, Ishikawa T, Wilson MR, Asche M, Simon Degelo S, Adati T, Pickett JA, Khan ZR (2012) Seasonal abundance of *Maïestas banda* (Hemiptera: Cicadellidae), a vector of phytoplasma, and other leafhoppers and planthoppers (Hemiptera: Delphacidae) associated with Napier grass (*Pennisetum purpureum*) in Kenya. *Journal of Pest Science*, vol. 85, pp. 37-46. DOI: 10.1007/s10340-011-0376-z (査読あり)
- ② Adati T, Susila W, Sumiartha K, Sudiartha P, Toriumi W, Kawazu K, Koji S (2011) Effects of mixed cropping on population densities and parasitism rates of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Applied Entomology and Zoology*, vol. 46, pp. 247-253. DOI: 10.1007/s13355-011-0036-z (査読あり)
- ③ Aung KSD, Takasu K, Ueno T, Takagi M (2010) Effects of temperature on egg maturation and longevity of the egg parasitoid *Ooencyrtus nezarae* (Ishii) (Hymenoptera: Encyrtidae). *Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University*, vol. 55, pp. 87-89. <http://jairo.nii.ac.jp/0001/00014600> (査読あり)
- ④ Obura E, Midega CAO, Masiga D, Pickett JA, Hassan M, Koji S, Khan ZR (2009) *Recilia banda* Kramer (Hemiptera: Cicadellidae), a vector of Napier stunt phytoplasma in Kenya. *Naturwissenschaften*, vol. 96, pp. 1169-1176. DOI: 10.1007/s00114-009-0578-x (査読あり)

[学会発表] (計15件)

- ① 足達太郎 (2012) 「アフリカにおける長距離移動性害虫の生理・生態学的特性とその管理技術」日本応用動物昆虫学会第56

- 回大会 2012年3月28日 近畿大学農学部(奈良市)(招待講演)
- ② 工藤愛弓・足達太郎(2012)「各種人工飼料に対するマメノメイガの選好性とその成育」日本応用動物昆虫学会第56回大会 2012年3月28日 近畿大学農学部(奈良市)
- ③ 中村傑・Manuele Tamò・小路晋作・足達太郎(2011)「ナイジェリア北部におけるササゲ害虫に対する昆虫寄生性ウイルスの効果」日本昆虫学会関東支部第48回大会 2011年12月3日 東京農業大学農学部(厚木市)
- ④ 工藤愛弓・足達太郎(2011)「各種人工飼料によるマメノメイガの成育およびその選好性について」日本昆虫学会関東支部第48回大会 2011年12月3日 東京農業大学農学部(厚木市)
- ⑤ 足達太郎(2011)「プッシュ・プル法による作物害虫管理：アフリカと東南アジアでの事例から」日本有機農業学会主催 第4回有機農業試験研究交流会 2011年10月25日 甲府富士屋ホテル(甲府市湯村)
- ⑥ Takasu K (2011) Foraging behavior of an egg parasitoid in the field. Second Entomophagous Insect Conference, 22 June 2011, Antibes, France
- ⑦ 足達太郎・中村傑・村中聡・Manuele Tamò・小路晋作(2011)「西アフリカにおける長距離移動性害虫の生態と管理：1. 長距離移動性害虫の繁殖生態と気象との関係」日本アフリカ学会第48回学術大会 2011年5月21日 弘前大学(弘前市)
- ⑧ 中村傑・足達太郎・村中聡・Manuele Tamò・小路晋作(2011)「西アフリカにおける長距離移動性害虫の生態と管理：2. ササゲ害虫の発生密度におよぼす昆虫病原ウイルスと同伴作物混植の効果」日本アフリカ学会第48回学術大会 2011年5月21日 弘前大学(弘前市)
- ⑨ 中村傑・村中聡・Manuele Tamò・小路晋作・足達太郎(2011)「ナイジェリア北部におけるササゲ害虫の総合的害虫管理」日本応用動物昆虫学会第55回大会 2011年3月29日 九州大学(福岡市)(招待講演)
- ⑩ 足達太郎(2010)「農業開発が環境におよぼす影響—「緑の革命」とアフリカ」日本アフリカ学会関東支部主催研究集会「「アフリカの年」から半世紀—過去・現在・未来」2010年12月11日 法政大学市ヶ谷キャンパス(東京都千代田区)(招待講演)
- ⑪ Takasu K (2010) Effects of adult mass rearing on conspecific attack and superparasitism in the parasitoid *Microplitis croceipes*. Entomological Society of America 58th

- Annual Meeting. 14 December 2010, San Diego Convention Center, San Diego, USA
- ⑫ Koji S (2010) Habitat management for better biocontrol of cereal stemborers in Africa. International Conference on Mathematics and Natural Science, 23 November 2010, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia (招待講演)
- ⑬ Adati T, Tamò M, Downham MCA (2010) Migration and mating status of the legume pod borer, *Maruca vitrata* in northern Nigeria with reference to the efficacy of synthetic pheromone traps. 5th World Cowpea Research Conference, 26 September-1 October 2010, Palm Beach Hotel, Saly, Senegal
- ⑭ 小路晋作・藤沼聡・石川忠・ZR Khan・足達太郎(2010)ケニアのネピアグラス圃場におけるウンカ・ヨコバイ類の種構成と個体群特性」日本応用動物昆虫学会第54回大会 2010年3月28日 千葉大学(千葉市)
- ⑮ 小路晋作(2009)「熱帯アフリカにおける環境保全型害虫管理の取り組み：おとり植物と土着天敵の活用」平成20年度北陸・生産環境部会技術研究会・病害虫害合同研究会 2009年2月5日 中央農業総合研究センター北陸研究センター(上越市)

〔図書〕(計1件)

- ① 足達太郎(2012)「野生生物：保全と開発のはざままで」津田みわ・松田素二(編)『ケニアを知るための55章』明石書店 pp. 29-33

〔その他〕

○学位論文指導

本研究に関連する以下の学位論文の作成にあたり、指導教員として指導をおこなった。  
中村傑(2012)「ナイジェリア北部のササゲ栽培における総合的害虫管理」東京農業大学修士論文 79ページ

○ホームページ

[http://dbs.nodai.ac.jp/html/215\\_ja.html](http://dbs.nodai.ac.jp/html/215_ja.html)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

足達 太郎 (ADATI TARÔ)

東京農業大学・国際食料情報学部・准教授  
研究者番号：50385506

(2) 研究分担者

小路 晋作 (KOJI SHINSAKU)

金沢大学・地域連携推進センター・特任助

教

研究者番号：10447683

高須 啓志 (TAKASU KEIJI)

九州大学・農学研究院・教授

研究者番号：50212006

(3)研究協力者

**Charles A.O. Midega**

国際昆虫生理生態学センター・研究員

**Zeyaur R. Khan**

国際昆虫生理生態学センター・上級研究員

**Hassan Mohamed**

国際昆虫生理生態学センター・博士研究員

**Joseph M. Ruthiri**

ケニア国立博物館・技官

中村 傑 (NAKAMURA SUGURU)

東京農業大学大学院農学研究科・博士前期  
課程修了

**Manuele Tamò**

国際熱帯農業研究所・上級研究員

**Sani R. Yusuf**

バエロ大学・講師