

短 報

東アフリカ、ウガンダのイネにおける害虫と
天敵の発生

藤家 梓^{1,*†}・Micheal H. Otim²・坪井 達史³
後藤 明生³・松本 俊介⁴・大井田 寛⁵
鶴家 綾香⁶・夏秋 啓子⁶

¹元 JICA ウガンダ事務所プロジェクト

²National Crops Resources Research Institute, Uganda

³JICA ウガンダ事務所プロジェクト

⁴千葉大学

⁵千葉県立農業大学校

⁶東京農業大学

Occurrences of Insect Pests and Natural Enemies on Rice Plants in Uganda, East Africa. Azusa FUJIE,^{1,*††} Micheal H. OTIM,² Tatsushi Tsuboi,³ Akio GOTO,³ Shunsuke MATSUMOTO,⁴ Hiroshi OIDA,⁵ Ayaka UKE⁶ and Keiko T. NATSUAKI⁶ ¹Former Japan International Cooperation Agency (JICA) Project, JICA Uganda Office; P.O. Box 12162, Kampala, Uganda. ²National Crop Resources Research Institute (NaCRRRI); P.O. Box 7084 Kampala, Uganda. ³Japan International Cooperation Agency Project, JICA Uganda Office; P.O. Box 12162, Kampala, Uganda. ⁴Chiba University; Matsudo 271-8510, Japan. ⁵Chiba Prefectural Agricultural College; Ienoko, Tougane, Chiba 283-0001, Japan. ⁶Tokyo University of Agriculture; Sakuragaoka, Setagaya, Tokyo 156-8502, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 58: 351-355 (2014)

Abstract: We investigated the occurrence of insect pests and natural enemies on rice plants and weeds around rice fields in Uganda, East Africa, during 2010 and 2013. The following pest arthropods were collected with an insect net: large-sized stalk-eyed fly (*Diopsis longicornis*), small-sized stalk-eyed fly (*D. apicalis*), plant bugs (Pentatomidae and Alydidae), planthoppers and leafhoppers (Delphacidae and Cicadellidae), leaf beetles (*Chaetocnema* spp., *Chrysispa viridicyanea* and *Altica* spp.), short-horned grasshoppers (*Coryphosima* spp. etc.) and long-horned grasshoppers (Tettigoniidae). Small-sized natural enemies, such as parasitic wasps (Hymenoptera: Eulophidae, Cynipoidea, Braconidae and Ichneumonidae), were also captured.

Key words: NERICA; stalk-eyed fly; *Diopsis longicornis*; sweeping method

サブサハラアフリカにおける米の消費量は、人口増加や食物に対する嗜好性の変化により、1960年代から増加し続けている(藤家ら, 2010)。この地域におけるイネの生産量は増加しているにもかかわらず消費量の増加に追いつかず、需給体制は逼迫し不足を輸入に頼ることが多い。これらの状況に対応するため、

栽培環境が厳しいアフリカでの栽培に適したイネの品種系統群ネリカ米 (New Rice for Africa : NERICA) が開発された (Africa Rice Center, 2008)。アジアイネ *Oryza sativa* とアフリカイネ *Oryza glaberrima* の種間交雑により育成されたネリカ米は、成熟が早い、病害虫に強い、収量が多いなどの多くのすぐれた形質を持っており、アフリカにおける稲作振興に寄与するイネとして期待されている (Africa Rice Center, 2008; 藤家ら, 2010)。

東アフリカ、ウガンダにおける稲作の歴史は浅い。2000年にウガンダにネリカ米が導入されると、綿花やコーヒーなどの「伝統的な換金作物」に代わる「新しい換金作物」としてイネは注目された。2004年からは、ウガンダにおける体系的なイネ栽培技術開発が日本の国際協力機構 (JICA) の支援によって開始された。2008年には、栽培面積は灌漑低地栽培 5,000ha、天水畑地栽培 26,680ha、天水低地栽培 43,406ha の合計 75,086ha にまで拡大した (MAAIF, 2012)。

サブサハラアフリカでも、イネは多くの害虫によって加害される (Pathak and Khan, 1994; Heinrichs and Barrion, 2004)。アジアイネはもとより、病害虫に強いとされるネリカ米にもしばしば害虫の被害は発生する。ウガンダのイネも害虫によって慢性的な減収に陥っていると考えられるが、収穫皆無になるような壊滅的な被害は少ない。しかし、栽培面積のさらなる拡大・集中や増収を目指した栽培方法の導入が大きな被害を引き起こすことも懸念される。

ウガンダのイネ害虫に関する知見は徐々に集積されている (NERICA Promotion Project, 2010; 藤家, 2011; 坪井, 2012)。しかし、イネ害虫の発生種や発生密度に関する詳細な報告、あるいは天敵に関する報告はない。そこで、ウガンダにおいて4年間にわたって行ったネリカ米などのイネにおける害虫と天敵に関する調査結果を報告する。

JICA「ウガンダ国ネリカ米振興計画」および「ウガンダ国コメ振興プロジェクト」の一環として、本調査を実施した。同定をお引き受けいただいた松沢春雄氏 (東京農業大学総合研究所, ハムシ類), Fabian Haas 博士 (ICIPE, シュモクバエ類), および市川顕彦氏 (日本直翅類学会, バッタ類) に厚く御礼申し上げる。

材料および方法

1. 調査圃場と調査時期

ウガンダの首都カンパラ市から北へ27kmに位置するワキソ県ナムロンゲ村にある国立作物資源研究所 (National Crops Resources Research Institute : NaCRRRI) の JICA プロジェクト管理のイネ圃場において、ネリカ米 (品種「NERICA 1」, 「NERICA

4], 「NERICA 10」など), アジアイネ (「Supa」, 「K-85」など), アフリカイネ (「CG-14」) を対象にして調査を行った。できるだけ若い発育ステージで, すくい取りが可能な程度に発育したイネが植えられた圃場を選び, 収穫直前まで調査した。また, イネの周辺雑草も調査対象とした。なお, 研究所内におけるイネ圃場の場所は毎年同じであるが, 個々の圃場は継続的に使われるわけではなく, 一作終えたら移動したり, 荒地状態に戻したりすることもあった。

調査期間は2010年7~9月, 2011年4~6月, 2012年7~9月, 2013年7~9月とし, 週1回の調査を行った。

2. 調査方法と調査区

すくい取り法 (1回のすくい取りあたり, 直径36cmの捕虫網5往復10回振り) によって害虫や天敵などを捕獲した。すくい取ったサンプルを冷凍処理によって殺虫後, 風乾して夾雑物を除去し, 実体顕微鏡やルーペを用い, 科・属・種のいずれかの分類レベルで個体数を記録した。小型天敵については, 2010年のサンプルのみを各分類レベルで調査した。また, すくい取り時には害虫によるイネの被害状況も観察した。

調査区として, イネ圃場と雑草地に「水田状態ネリカ米区 (NERICA-P), 水田状態アジアイネ区 (Asia-P), 畑状態ネリカ米区 (NERICA-U), 畑状態アジアイネ区 (Asia-U), 畑状態アフリカイネ区 (Africa-U), 畑状態イネ科雑草区 (Gramineous weed-U), 畑状態広葉雑草区 (Broad leaf weed-U)」を設置した (Table 1)。各区とも原則として2~3反復とした。反復として用いた圃場の多くは数十m²の面積であった。毎年調査開始時に調査区を選んだ。

3. データの解析

害虫のすくい取りデータでは, 2010~2013年に得たすべてのデータを用い, 各調査区で捕獲された害虫の種類ごとに平均値と標準偏差を求めた。小型天敵データでは, 2010年に得たすべてのデータを用い, 平均値と標準偏差を求めた。

結果および考察

1. 害虫の発生状況

Table 1 にイネと雑草においてすくい取った主な害虫の種類と捕

虫網10回振りあたりの捕獲個体数を示す。これらの害虫の分類学的な位置は, オオデメバエ (和名仮称, Large-sized stalk-eyed fly): *Diopsis longicornis*, コデメバエ (和名仮称, Small-sized stalk-eyed fly): *Diopsis apicalis*, カメムシ類 (Plant bugs): Pentatomidae および Alydidae, ウンカ類・ヨコバイ類 (Planthoppers および leafhoppers): Delphacidae および Cicadellidae, ハムシ類 (Leaf beetles): トビハムシ類 *Chaetocnema* spp., トゲハムシの一種 *Chrysispa viridicyanea*, *Altica* spp. など, バッタ類 (Short-horned grasshoppers): *Coryphosima* spp. など, ササキリ類 (Long-horned grasshoppers): Tettigoniidae であった。

イネの調査区 (NERICA-P, NERICA-U, Asia-P, Asia-U, Africa-U), 雑草の調査区 (Gramineous weed-U, Broad leaf weed-U) と同様の種類の害虫が捕獲された。これらの害虫は, 水田状態や畑状態を問わずイネおよびその周辺雑草に広く分布しているものと思われる。特に, オオデメバエが水田状態のイネの調査区 (NERICA-P と Asia-P) で多数捕獲された。捕獲数のばらつきは, 捕獲害虫のすべてにおいて極めて大きかった。これらの害虫以外には, 草食性テントウムシの一種 *Chnootriba similis* やコガシラアワフキ類 *Locris* spp. が捕獲された。通常, コガシラアワフキ類の密度は低い, 時として多発し, 激しい被害を起こすことを筆者らは観察している。一方, ウンカ類の多発は見られず, 日本などで見られる坪枯れ被害も報告されていない。

サブサハラアフリカのイネでは, RYMV (*Rice yellow mottle virus*) が猛威をふるっている (Kouassi et al., 2005; Woin et al., 2007)。RYMV は, トビハムシの一種 *Chaetocnema pulla*, 草食性のテントウムシ *C. similis*, トゲハムシの一種 *Trichispa sericea*, コガシラアワフキの一種 *Locris rubra*, コイナゴ *Oxya hyla*, ササキリの一種 *Conocephalus longipennis* などによって媒介されることが知られている (Woin et al., 2007; Nwilene et al., 2009)。ウガンダでも, ハムシ類, バッタ類, ササキリ類の発生は常に見られる (Table 1)。これらにテントウムシ類を加えた害虫が, RYMV のベクターとしての役割を果たしていることを観察している。

捕虫網によるすくい取りは, ウガンダのイネや雑草における調査法として, 最も簡便で効率的であった。しかし, すくい取りで把握できない害虫もいる。畑状態のイネの試験区では, シロア

Table 1. Kinds and numbers of insect pests caught with an insect net on rice plants and weeds during 2010 and 2013 in NaCRRI fields, Uganda

| Division ^a | No. of investigations | No. of individuals/10 sweepings ^b | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|--|----------------------------|------------|------------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|
| | | Large-sized stalk-eyed fly | Small-sized stalk-eyed fly | Plant bugs | Planthoppers and leafhoppers | Leaf beetles | Short-horned grasshoppers | Long-horned grasshoppers |
| NERICA-P | 90 | 14.90±24.884 | 2.87±4.160 | 0.30±1.054 | 0.54±1.903 | 0.87±3.309 | 1.11±1.410 | 1.00±1.818 |
| NERICA-U | 113 | 3.29±8.831 | 0.73±1.654 | 0.76±1.429 | 1.07±1.651 | 1.88±4.328 | 1.81±4.041 | 0.85±1.588 |
| Asia-P | 122 | 27.14±55.822 | 2.54±3.129 | 0.26±0.889 | 1.49±2.776 | 0.67±1.207 | 1.91±2.460 | 1.56±2.529 |
| Asia-U | 80 | 6.83±16.796 | 0.86±2.017 | 0.49±1.067 | 1.53±2.371 | 0.56±1.146 | 1.40±1.997 | 0.35±0.765 |
| Africa-U | 59 | 1.71±5.154 | 0.15±0.407 | 0.32±1.074 | 1.27±2.384 | 1.29±4.152 | 2.29±3.469 | 0.64±1.540 |
| Gramineous weed-U | 121 | 0.12±0.432 | 0.21±0.706 | 0.15±0.401 | 1.23±3.748 | 1.93±2.792 | 3.24±3.507 | 0.79±2.237 |
| Broad leaf weed-U | 122 | 0.07±0.334 | 0.04±0.199 | 0.34±0.651 | 0.70±1.884 | 2.36±7.315 | 3.45±3.829 | 0.60±2.324 |

^aNERICA, New Rice for Africa; Asia, Asian rice; Africa, African rice plants; -P, plants in paddy fields; -U, plants in upland fields.

^bNumbers are averages±SD.

り類 Termitidae やコナカイガラムシ類 Pseudococcidae による被害を観察したが、すくい取りでは捕獲できなかった。

2. シュモクバエ類による被害

オオデメバエやコデメバエといったシュモクバエ類は、ウガンダのイネで常に捕獲される (Table 1)。シュモクバエ類成虫は、長い眼柄の先に複眼があるという特異な形態をしている (Fig. 1)。この形態は古くから注目され、生存戦略上の意義に関して多くの研究が行われている (Burkhardt and de la Motte, 1985; Wilkinson and Reillo, 1994; Baker and Wilkinson, 2001; Cotton et al., 2004)。成虫は舐めるのに適した口器を持っており、イネの莖葉の表面に産卵する。したがって、摂食や産卵でイネを傷つけることはない。

一方、シュモクバエ類幼虫は、ウジムシ状でイネの茎内に食入する。主に出穂前の若いイネにしん枯れ被害を起こすが、出穂以降の生育が進んだイネに白穂被害を起こすこともある (Fig. 2)。筆者らの観察では、しん枯れ被害茎の内部に生息しているのはシュモクバエ類幼虫である。一方、白穂被害茎にはメイガ類



Fig. 1. An adult of the large-sized stalk-eyed fly *Diopsis longicornis*.

幼虫が生息していることが多いが、シュモクバエ類幼虫が観察されることもある。しかし、シュモクバエ類とメイガ類の幼虫が同時に見つかることはない。

オオデメバエ幼虫はイネを摂食するが、コデメバエ幼虫は雑食性であることが報告されている (Chiasson, 1990)。さらに、オオデメバエは健全イネにのみ産卵し、コデメバエは健全イネのみならず、オオデメバエやメイガ類の幼虫が加害したイネにも産卵する (Chiasson, 1990)。筆者らは、オオデメバエは健全イネへ産卵するが、コデメバエは産卵しないことを観察している。

これらの産卵行動は、雑食性のコデメバエが捕食者でもあると考えると合理的である。事実、コデメバエ幼虫の捕食行動が報告されている (Scheibelreiter, 1974)。したがって、イネの白穂被害の多くはメイガ類幼虫によるもので、コデメバエ幼虫がイネの茎内で白穂被害を起こしたメイガ類幼虫を捕食している可能性もある。

3. 天敵の発生状況

Table 2 にイネと雑草において、すくい取った小型天敵の種類と捕虫網 10 回振りあたりの捕獲個体数を示す。主な寄生蜂として、ヒメコバチ科 Eulophidae、タマバチ上科 Cynipoidea、ヒメバチ上科 Ichneumonidae、クロバチ上科 Proctotrupoidea が確認された。その他、カスミカメムシ科 Miridae とクダアザミウマ科 Phlaeothripidae も確認されたが、これらには天敵以外も含まれているかもしれない。小型天敵は、水田状態や畑状態を問わずイネおよびその周辺雑草に広く分布しているものと思われるが、捕獲数のばらつきは捕獲天敵のすべてにおいて極めて大きかった。

最も密度が高いイネ害虫であるオオデメバエと寄生蜂の発生推移を Fig. 3 に示す。水田状態の 2 調査区 (NERICA-P, Asia-P) では、両者の消長が同調傾向を示した。また、アジアイネの 2 調査区 (Asia-P, Asia-U) を比較すると、オオデメバエの密度が高い水田状態の調査区 (Asia-P) において寄生蜂の密度は高く、オオデメバエが寄生蜂の発生に影響している可能性が示唆された。雑草の調査区 (Gramineous weed-U, Broad leaf weed-U) を比較すると、イネ科雑草区 (Gramineous weed-U) の方が寄生蜂の密度が高



Fig. 2. Dead heart damage (left) and white head damage (right) on rice plants.

Table 2. Numbers of small-sized natural enemies caught with an insect net on rice plants and weeds in 2010 in NaCRRRI fields, Uganda

| Division ^a | No. of investigations | No. of individuals/10 sweepings ^b | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|--|------------|----------------|-----------------|----------------------|------------------------------|
| | | Eulophidae | Cynipoidea | Ichneumonoidae | Proctotrupoidea | Miridae ^c | Phlaeothripidae ^c |
| NERICA-P | 27 | 0.33±0.734 | 0.07±0.332 | 0.11±0.320 | 1.19±3.397 | 0.67±1.240 | 0.04±0.192 |
| NERICA-U | 25 | 0.84±1.491 | 0.12±0.332 | 0.24±0.523 | 1.58±2.653 | 1.12±2.205 | 0.12±0.332 |
| Asia-P | 39 | 1.31±2.858 | 0.36±1.063 | 0.26±0.549 | 3.10±4.935 | 2.23±3.631 | 0.13±0.339 |
| Asia-U | 21 | 1.10±2.143 | 0.29±0.717 | 0.57±1.165 | 3.38±5.371 | 3.62±6.939 | 0.26±0.902 |
| Africa-U | 18 | 0.11±0.323 | 0.00±0.000 | 0.17±0.383 | 0.44±1.097 | 0.06±0.236 | 0.11±0.323 |
| Gramineous weed-U | 32 | 3.25±7.414 | 0.38±0.793 | 1.28±2.655 | 4.69±8.819 | 2.72±4.082 | 1.78±7.133 |
| Broad leaf weed-U | 33 | 1.30±3.754 | 0.24±0.614 | 0.26±1.119 | 1.88±3.967 | 0.48±0.870 | 0.33±0.990 |

^{a,b} Footnotes are the same as in Table 1.

^c Miridae and phlaeothripidae are probably composed of natural enemies and insect pests.

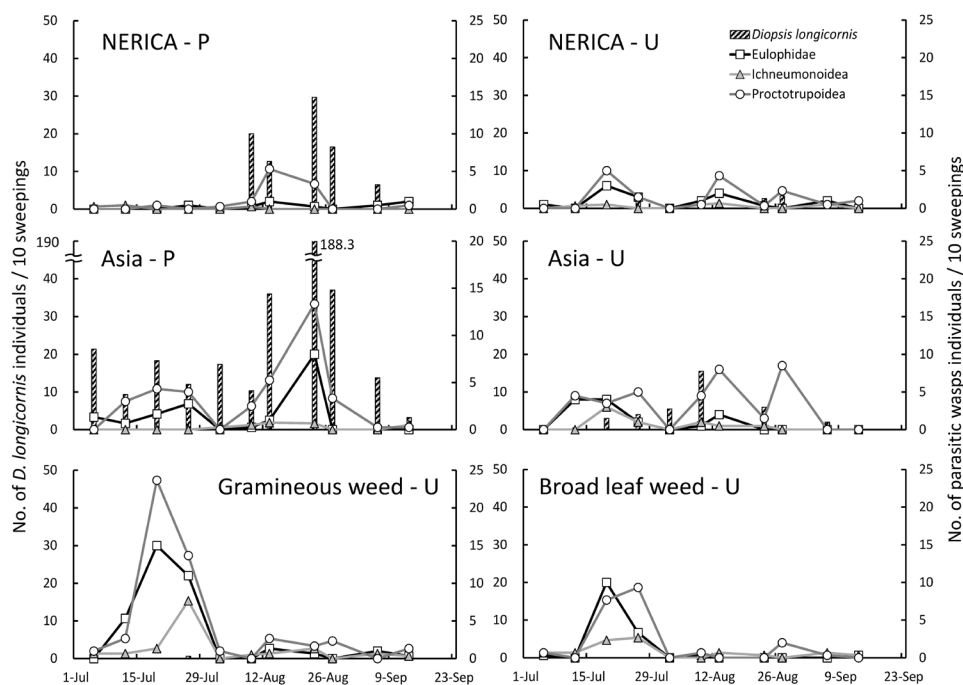


Fig. 3. Transitions of the occurrences of *Diopsis longicornis* adults and parasitic wasp adults in 2010. The designations NERICA-P, NERICA-U, Asia-P, Asia-U, Gramineous weed-U and Broad leaf weed-U are defined in Table 1.

く、図示した寄生蜂種群はイネ科の害虫と関係が深いと思われる。

大型天敵としては、サシガメ類、ハネカクシ類、クサカゲロウ類、ハサミムシ類、トンボ類、クモ類が捕獲された（データ省略）。特にハサミムシ類は、イネでしばしば観察され、捕獲個体数も多かった。

アフリカのイネ害虫には多くの天敵が存在しており、メイガ類などのイネの茎の内部を食害する害虫（rice stem borers）の天敵だけでも111種類知られている（Heinrichs and Barrion, 2004）。シュモクバエ類では、筆者らも捕獲したクロバチ上科に属するハエヤドリクロバチ科（Diapriidae）が報告されている（Heinrichs and Barrion, 2004）。Chiasson (1990) は、オオデメバエやコデメバエの卵から成虫の各発育ステージには、多くの種類の寄生性天敵、捕食性天敵、昆虫病原性天敵が存在することを報告しており、卵はタマゴバチ科 Trichogrammatidae 寄生蜂の寄生を受けると

のことである。

現在、ウガンダの稲作では殺虫剤はほとんど使われていない。今後、栽培面積の拡大・集中や増収を目指した栽培方法の導入によって害虫被害が顕在化したり、農家に農薬を購入する経済力が備わったりした時、栽培体系の中に殺虫剤が導入されるであろう。このような状況下の国においてこそ、豊富な土着天敵相を活用した総合的生物多様性管理（Kiritani, 2000）や Bio-intensive IPM（Kaul et al., 2009）の考え方を導入した防除体系の構築が望まれる。

引用文献

Africa Rice Center (WARDA) (2008) *NERICA: The New Rice for Africa—A Compendium*. 2008 edition (E. A. Somado, R. G. Guei and S. O. Keya, eds.). WARDA, Nigeria, Senegal, and Tanzania.

- 195 pp.
- Baker, R. H. and G. S. Wilkinson (2001) *Evolution* 55: 1373–1385.
- Burkhardt, D. and I. de la Motte (1985) *Naturwissenschaften* 72: 204–206.
- Chiasson, H. (1990) Determination of key factors affecting the population dynamics of *Diopsis longicornis* and *D. apicalis* (Diptera: Diopsidae), pests of rice in the republic of Guinée, West Africa. Doctoral dissertation, McGill University, Montréal, Québec. 224 pp.
- Cotton, S., K. Fowler and A. Pomiankowski (2004) *J. Evol. Biol.* 17: 1310–1316.
- 藤家 梓 (2011) 植物防疫 65: 247–253. [Fujiie, A. (2011) *Plant Plot*. 65: 247–253.]
- 藤家 齊・丸山敦史・藤家雅子・高垣美智子・菊池眞夫 (2010) 食と緑の科学 64: 1–8. [Fujiie, H., A. Maruyama, M. Fujiie, M. Takagaki and M. Kikuchi (2010) *HortResearch* 64: 1–8.]
- Heinrichs, E. A. and A. T. Barrion (2004) *Rice-Feeding Insects and Selected Natural Enemies in West Africa Biology, Ecology, Identification*. IRRI, Philippines, and WARDA, Nigeria, Senegal, and Tanzania. 242 pp.
- Kaul, V., U. Shankar and M. K. Khushu (2009) In *Integrated Pest Management: Innovation—Development Process* (R. Peshin and A. K. Dhawan, eds.). Springer, USA, pp. 631–666.
- Kiritani, K. (2000) *International Pest Management Reviews* 5: 175–183.
- Kouassi, N. K., P. N’Guessan, L. Albar, C. M. Fauquet and C. Brugidou (2005) *Plant Dis.* 89: 124–133.
- MAAIF (2012) *Uganda National Rice Development Strategy (NRDS) 2008–2018*. Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries, Uganda. 73 pp.
- NERICA Promotion Project (2010) *Rice Cultivation Handbook*. National Crops Resources Research Institute (NaCRRI), Uganda. 45 pp.
- Nwilene, F. E., A. K. Traore, A. N. Asidi, Y. Sere, A. Onasanya and M. E. Abo (2009) *J. Entomol.* 6: 189–197.
- Pathak, M. D. and Z. R. Khan (1994) *Insect Pests of Rice*. IRRI, Philippines, and ICIPE, Kenya. 89 pp.
- Scheibelreiter, G. (1974) *Ghana J. Agric. Sci.* 7: 143–145.
- 坪井達史 (2012) 熱帯農業研究 5: 183–190. [Tsuboi, T. (2012) *Res. Tro. Agric.* 5: 183–190.]
- Wilkinson, G. S. and P. R. Reillo (1994) *Proc. R. Soc. Lond. B* 255: 1–6.
- Woin, N., N. Dojonmaila, S. Ismael, S. Bourou and T. Bebom (2007) *ACSJ* 15 (4): 211–222.
-