

ヒアリ類（ヒアリ、アカカミアリを含む4種群23種及び各種間の交雑種）

1. 分類 ハチ目アリ科トフシアリ属

- ◆ ソレノプシス・ゲミナータ種群 *Solenopsis geminata* species group 6種
S. amblychila, *S. aurea*, *S. bruesi*, *S. gayi*, *S. geminata* (アカカミアリ), *S. xyloni*
- ◆ ソレノプシス・サエヴィシマ種群 *Solenopsis saevissima* species group 14種
S. daguerrei, *S. electra*, *S. hostilis*, *S. interrupta*, *S. invicta* (ヒアリ), *S. macdonaghi*,
S. megergates, *S. metallica*, *S. pusillignis*, *S. pythia*, *S. quinquecuspis*, *S. richteri* (クロヒアリ),
S. saevissima, *S. weyrauchi*
- ◆ ソレノプシス・トリデンス種群 *Solenopsis tridens* species group 2種
S. substitute, *S. tridens*
- ◆ ソレノプシス・ヴィルレンス種群 *Solenopsis virulens* species group 1種
S. virulens

2. 評価 特定外来生物（アカカミアリ、ヒアリは既に特定外来生物）

3. 生態系被害防止外来種リスト

アカカミアリ：緊急対策外来種

ヒアリ：侵入予防外来種

4. 原産地

- ◆ *Solenopsis geminata* species group
S. amblychila アメリカ合衆国西南部～メキシコ北部
S. aurea アメリカ合衆国西南部～メキシコ北部
S. bruesi ペルー
S. gayi チリ～ペルー南部
S. geminata (アカカミアリ) アメリカ合衆国南部、中央アメリカ、南アメリカ北部、カリブ諸島
S. xyloni アメリカ合衆国西南部～メキシコ北部
- ◆ *Solenopsis saevissima* species group
S. daguerrei ブラジル中西部、アルゼンチン
S. electra アルゼンチン西部、パラグアイ、ボリビア（アンデス山麓）
S. hostilis ブラジル
S. interrupta アルゼンチン西部、ボリビア
S. invicta (ヒアリ) ブラジル中西部～南部、ボリビア、ウルグアイ、アルゼンチン北

部

S. macdonaghi ウルグアイ、アルゼンチン北部

S. megergates ブラジル南東部

S. metallica ブラジル

S. pusillignis ブラジル中西部

S. pythia ブラジル、アルゼンチン

S. quinquecuspis アルゼンチン、ウルグアイ、ブラジル

S. richteri (クロヒアリ) ブラジル南東部、アルゼンチン中央東部

S. saevissima ブラジル

S. weyrauchi ペルー側とボリビア側のアンデス山脈

◆ *Solenopsis tridens* species group

S. substitute ブラジル中央東部

S. tridens ブラジル東北部

◆ *Solenopsis virulens* species group

S. virulens 南米に広く分布 (ブラジル・コロンビア・エクアドル)

5. 定着実績

◆ *Solenopsis geminata* species group

アカカミアリが北米から南米、オセアニア、東南アジア、南アジア、西アジア、ヨーロッパ南部、アフリカ、マダガスカル、オーストラリアと広く定着している。日本には南西諸島 (沖縄本島, 伊江島), 火山列島 (硫黄島) に侵入している。

◆ *Solenopsis saevissima* species group

ヒアリ (*S. invicta*) がオーストラリア、北米、台湾、中国南部等に定着している。物資の移動に伴い非意図的に導入されたものと考えられる。1930年頃、輸送船を通じてブラジル南部からアメリカ合衆国アラバマ州の港に持ち込まれたのが最初の侵入事例とされる。

クロヒアリ (*S. richteri*) は南米から北米への移入時期は1918年頃であるとされており、ヒアリと同様にアラバマ州の港に輸送船を通じて持ちこまれたのが最初とされる。

◆ *Solenopsis tridens* species group

なし

◆ *Solenopsis virulens* species group

なし

6. 評価の理由

ヒアリ、アカカミアリの分布拡散にともない、世界的に生態系、農業、人体への影響が見

られているが、いわゆるヒアリ類 (Fire ants) と呼ばれる 4 種群の 23 種は形態的に酷似しており分類が困難であること、雑種を形成すること、生態的にも類似しており同様の被害を及ぼすおそれがあることから、4 種群およびその雑種を含む指定が必要であると考えられる。なお、トフシアリ属には在来のトフシアリ、オキナワトフシアリを含めて 220 種程度が含まれている。

7. 被害の事例

1) 生態系に係る被害

◆ *Solenopsis geminata* species group

<交雑>

- 南北アメリカの各地にて *S. xyloni* とアカカミアリ (*S. geminata*) の間で雑種交雑が起こっている(Hung and Vinson, 1977)。

<競合>

- 硫黄島においては他のアリ類を駆逐し最優占種となっている (自然環境研究センター, 2008)。硫黄島の個体群が定着している状態では、小笠原諸島、そして本土に侵入するリスクは非常に高いものと推定される(山本・細石, 2010)。

<捕食>

- アカカミアリは、攻撃的で高い採餌能力を持ち、他の小型節足動物などを捕食し、在来の生物多様性を減少させることが知られている(Holway et al., 2002; 自然環境研究センター, 2008)。
- アカカミアリにより、チョウ、ウミガメの孵化幼体や、地上に巣を作るウズラ類のひな、リクイグアナ、リクガメ、マングース等が襲われることがある(Holway et al., 2002)。
- アメリカ合衆国において、*S. xyloni* により他の在来アリのコロニーが襲撃された (Wheeler and Wheeler, 1986)。

◆ *Solenopsis saevissima* species group

<交雑>

- 北米の複数のアリ種 (在来および導入の両方) が南米の種と広範囲に交雑することが報告されている (Shoemaker et al., 1996; Cahan and Vinson, 2003; Ross and Shoemaker, 2005)。ヒアリの侵入先であるアラバマ州、ミシシッピ州では、クロヒアリと雑種を作っている (Holway et al., 2002)。ヒアリとクロヒアリの雑種は親種よりも高い耐寒性をもつことから、定着可能圏が北上する可能性がある (James et al., 2002)。
- ブラジルの沿岸に沿って分布する *S. saevissima* の系統がアカカミアリと交雑していると考えられ、種群間雑種ができる可能性が示唆されている(Ross et al., 2010)。

<捕食>

- この種群のアリは極めて攻撃的で、節足動物の他、爬虫類、小型哺乳類をも集団で攻

撃し捕食することが知られており、家畜への被害も起きている (Jouvenaz, 1990; Guillebeau et al., 2002; Holway et al., 2002; Tschinkel, 2006; 自然環境研究センター, 2008; Pitts et al., 2018)。

- フランス領ギアナでは、*S. saevissima* が元々は河岸の森林や牧草地にのみ分布していたが、熱帯雨林の地域が人為的に破壊されるにつれ、裸地となった地域に素早く分布を広げており、生態系への影響が懸念されている(Dejean et al., 2015)。

◆ *Solenopsis tridens* species group

<その他>

- アリ類に種子散布を頼る一部の植物種の種子を食し、散布を阻害している(Oliveira et al., 2019)。

◆ *Solenopsis virulens* species group

- 情報なし。

2) 人の生命・身体に係る被害

◆ *Solenopsis geminata* species group

- 米軍基地の兵が本種に刺され、重症のアナフィラキシーショックに陥った例 (ハワイ、グアム、沖縄) が報告されている (Helmy, 1970; Hoffman, 1997)。死亡例は今のところ確認されていない。

◆ *Solenopsis saevissima* species group

- 本種群のアリはいずれも巣を攪乱するものを敵と認識して集団で防衛、攻撃する。その刺傷は痛みだけでなく深刻なアナフィラキシーショックを引き起こすため、危険である(Prahlow and Barnard 1998; 自然環境研究センター, 2008; Pitts et al., 2018)。本グループのアリの毒液中の可溶性タンパク質がアレルギーとなり、種間で共通の成分がある(Potiwat and Sitcharungsi, 2015)。ヒアリの毒のタンパク質成分は、46 種以上が存在するが、それらの内の4種類 (Sol i 1, Sol i 2, Sol i 3, Sol i 4,) がアレルギーとなる事が知られている。これらのアレルギーは、スズメバチやアシナガバチ、そしてアカカミアリとクロヒアリと交叉反応を引き起こす (勝田, 2017; Potiwat and Sitcharungsi, 2015)。
 - ヒアリによる死亡例は 1988 年段階で分かっただけでも 83 名前後 (重複の可能性があり、確実なものは 32 例) とされている。現在、中国での死者は少なくとも 2 名とのことであるが、この数字は 2006 年以来そのままの数字である。台湾でもヒアリによる刺咬被害が各地で多発しており、大きな社会問題となっている。桃園県や台北では 100 校以上もの学内に本種の巣が見られ、生徒や職員が咬まれる被害が出ている (寺山, 2018)。
- ◆ *Solenopsis tridens* species group
- 情報なし。

- ◆ *Solenopsis virulens* species group
 - 刺されれば他のヒアリ類以上の激痛であるとされる(Trager, 1991; 東ほか, 2008)。
- 3) 農林水産業に係る被害
- ◆ *Solenopsis geminata* species group
 - キュウリ、トマト、綿花、ジャガイモなどを加害する (Holway et al., 2002)。農作物やその種子を採食する他、農地に営巣した場合、農作業の大きな妨げとなる (自然環境研究センター, 2008)。カイガラムシを本種が保護することによる農業被害など多くの問題を引き起こす (国立環境研究所, 2019)。
 - ◆ *Solenopsis saevissima* species group
 - この種群のアリは極めて攻撃的で、節足動物の他、爬虫類、小型哺乳類を集団で攻撃し捕食することが知られており、家畜への刺咬被害も起きている (Jouvenaz, 1990; Guillebeau et al., 2002; Holway et al., 2002; Tschinkel, 2006; 自然環境研究センター, 2008; Pitts et al., 2018)。
 - マメ科植物、ジャガイモ等の種子や実生、根などが加害され、枯死することもある (Vinson, 1997; Shatters & Vander Meer 2000; Holway et al., 2002)。
 - 香港の都市部の農業者へのインタビューによれば、農地環境の半分程度に侵入しており、頻繁に刺傷被害に合っているほか、10～80%程度、作物生産に影響が出ている (Kin et al., 2019)。
 - ◆ *Solenopsis tridens* species group
 - 情報なし。
 - ◆ *Solenopsis virulens* species group
 - 情報なし。
- 4) その他の社会的被害
- ◆ *Solenopsis geminata* species group
 - 電気コードが齧られる被害や、電化製品のスイッチの作動不良を引き起こす被害が想定される(寺山, 2018)
 - オーストラリア、アメリカ等では防除事業に膨大な費用を要している (種生物学会, 2010)。
 - ◆ *Solenopsis saevissima* species group
 - ヒアリ類の巣が都市などの構造物や道の下に作られ、それによって倒壊したり、道に穴が開く危険性がある(Smith, 1965; Stiles and Jones, 1998)。
 - 信号などのインフラ設備・電気設備に侵入し、漏電による火災や故障を引き起こし、破壊することがある(Anderson and Vander Meer, 1993; Slowik et al., 1997; 環境省, 2018)。

◆ *Solenopsis tridens* species group

- 情報なし。

◆ *Solenopsis virulens* species group

- 情報なし。

8. 生態学的特徴

◆ *Solenopsis geminata* species group

- 巣は土中に作られ、数千から 100,000 個体ほどの働きアリからなる大きさになる。楕状の低いマウンドを作り、そこに複数の巣口が見られる (MacKay et al., 1990; Porter et al., 1988)。
- アカカミアリは高密度に生息し、巣密度はメキシコで >2500/ha、テキサス州で >90/ha といった報告がある (Porter et al., 1988; 寺山, 2018)。インドでは >6000/ha の巣密度の記録もある (Veeresh, 1990; Taber, 2000)。
- 高い採餌能力をもち、雑食性で、動物質から植物質まで幅広く食物とする (Holway et al., 2002)。アブラムシやカイガラムシ類に多く集まり甘露を摂取する (東ほか, 2008)。

◆ *Solenopsis saevissima* species group

- ヒアリ (*S. invicta*) の女王アリは 1 日に約 2000 個もの卵を産むことができ、巨大なコロニーを形成する (Davis, 2004; 自然環境研究センター, 2008)。産卵速度は女王の体重に相関し、1 時間に 20-170 個、平均 80 個のスピードで卵を産み続けることができる (Tschinkel, 1988; Vander Meer et al., 1992)。成熟したコロニーでは働きアリの数は 40 万頭に達する (自然環境研究センター, 2008)。
- ヒアリ (*S. invicta*) は雑食性で植物の蜜、アブラムシの分泌する甘露、小昆虫、小動物、動物の死骸、生ごみなども餌にする (寺山, 2018)。集団で攻撃して節足動物を補食するほか、爬虫類、小型哺乳類を補食し、鳥類の営巣・雛の育成にも影響を及ぼすこともある。農作物やその種子も食す (自然環境研究センター, 2008)。

◆ *Solenopsis tridens* species group

- 情報なし。

◆ *Solenopsis virulens* species group

- 情報なし。

9. 我が国への侵入経路

◆ *Solenopsis geminata* species group

- 意図的な輸入はないが、その生態からコンテナ等に付着して非意図的に侵入しやすい。2017 年以降、国内でもアカカミアリの発見事例が相次いでいる。コンテナ内から発見される事例が多いが、港湾のコンテナヤードにおける営巣が確認されたほか、内陸の住宅で女王が発見された例もある。

- ◆ *Solenopsis saevissima* species group
 - 意図的な輸入はないが、その生態からコンテナ等に付着して非意図的に侵入しやすい。2017年以降、国内でヒアリの発見事例が相次いでいる（2019年7月までに42例）。コンテナ内から発見される事例は多く、コンテナヤードや周辺域での営巣も確認されたことから、コンテナから漏れ出している可能性が指摘されている。
- ◆ *Solenopsis tridens* species group
 - 情報なし。
- ◆ *Solenopsis virulens* species group
 - 情報なし。

10. 形態的特徴並びに近縁種、類似種などについて

トフシアリ属のうち、ヒアリ類（Fire ants）とされる北米～南米に生息する4種群23種は、触角鞭節第2節（多くの場合第3節も）が幅より長さが長いことでその他の種群と区別される（Pacheco et al., 2013; 東ほか, 2008）。

- ◆ *Solenopsis geminata* species group
 - 体長3～8mm。赤褐色で頭部は褐色。頭部頭盾中央に小さな突起を持つが目立たないか、欠失する。触角柄節は一般に短い。腹柄節下面にはよく発達した隆起がある（自然環境研究センター, 2008; Pitts et al., 2018）。ワーカーは顕著な多型(Pitts et al., 2018)。同種群内の種はいずれも形態が似ており、形態観察による識別は困難である (Pitts et al., 2018)。
- ◆ *Solenopsis saevissima* species group
 - 働きアリは体長1.5～4mmが多い。体色は赤褐色～茶褐色もしくは黒色。頭部頭盾中央に1本の剛毛をそなえる。触角柄節が10節で先端2節は棍棒状。腹柄は2節で腹部の基部に接続する。最初の鞭節が長い。腹柄および頭盾中央の歯が欠如もしくは小型化(Pitts et al., 2018)。働きアリは多型性(寺山, 2018; Pitts et al., 2018)。いずれも形態観察による識別が困難 (Taber, 2000; Fox et al., 2018)。マイナーワーカー(小型働きアリ)は形態比較による他種群のヒアリ類との識別すら難しい(Fox et al., 2018; Pitts et al., 2018)。
- ◆ *Solenopsis tridens* species group
 - 触角柄節が長く、その先端は頭部後縁の角を越え、前伸腹節の腹柄節との接続部にあたる稜縁部はよく発達し、腹柄節の柄部は長い (Pitts et al., 2018)。ワーカーが単型 (Trager, 1991; Pitts, 2002; Pitts et al., 2005; Pitts et al., 2018)。複眼の大きさ、後腹柄節、および体色から *S. virulens* species group との識別が可能 (Trager, 1991; Pitts et al., 2018)。
- ◆ *Solenopsis virulens* species group
 - ワーカーは単型。目が小さい (20-60 facet)。鞭節の第1節で長さより幅が広い。後腹柄節は拡張していない (Pitts et al., 2018)。

11. 防除に関する情報

根絶成功を確認するためのモニタリングは困難かつ高コストとなることから、近年開発されている検出率モデル (Ramsey et al., 2009; Ramsey et al., 2011) 等の技術により、迅速に、安価に、効果的な根絶が可能になることが期待されている。

◆ *Solenopsis geminata* species group

- ベイト剤の使用等が挙げられるが、現状において防除方法は確立されていない。

◆ *Solenopsis saevissima* species group

- ヒアリに感染するとされるウィルス (3 INV) を飼育下でヒアリを含む同属の近縁種 5 種に暴露した結果、ヒアリのみ発症した。種特異的な防除への応用が期待される (Porter et al., 2015)。
- アメリカ農務省等によりヒアリの寄生バエであるノミバエの研究が進められている。 (Porter, 1998)。
- ワサビなどの辛み成分「アリルイソチオシアネート」を含むマイクロカプセルのヒアリに対する忌避効果が確認された (Hashimoto et al., 2019)。
- ヒアリ根絶の成功事例の多くは 10 ヘクタール以下であるが、最大はオーストラリアのブリスベン港の 8,300 ヘクタールのヒアリ根絶事例である (Hoffmann et al., 2016)。オーストラリアでは 14 年間で 3.2 億オーストラリアドル (約 270 億円) を費やしている (Wylie et al., 2016; 寺山, 2018)。
- ヒアリの最大の被害国のアメリカ合衆国では年間 6000-7000 億円の被害が生じている。テキサス州だけでも、年間 1300 億円の被害が生じ、年間防除費用は 300 億円が費やされている (Lard et al., 2002; 寺山, 2018)。
- ニューージーランドはヒアリを国土から根絶できた唯一の国であり、早期の対処と適切な殺蟻剤の選択と散布、またニューージーランドは涼しいのでコロニーがそれほど早く成長しなかったこと等が成功の要因と考えられる (Morrison et al., 2004)。例えば、オークランド空港で発見されたケースでは、2 年間のヒアリ根絶事業に費やされた予算は 1.2 億円である (寺山, 2018)。
- 中国では現在林業、農業、環境に関する各セクションが防除を行っている。広東省のみでも年間 1 億元 (150 億円) 以上の対策費用が捻出されている (自然環境研究センター, 2018)。
- 台湾では桃園県の石門でのヒアリ侵入地帯 13 ha (1578 巣) の根絶成功例もある (Hwang, 2009) もの、十数年間で約 36 億 5000 万円の防除費用をかけたが、全国的な封じ込めに成功していない (Hwang, 2009)。

◆ *Solenopsis tridens* species group

情報なし。

◆ *Solenopsis virulens* species group

情報なし。

12. 参考文献

◆ *Solenopsis geminata* species group

Calcaterra, L. A. (2007) *Pseudacteon calderensis*, a new fly species (Diptera: Phoridae) attacking the fire ant *Solenopsis interrupta* (Hymenoptera: Formicidae) in northwestern Argentina. *Annals of the Entomological Society of America*, 100:470-473.

Helmy, R. B. (1970) Anaphylactic reaction to fire ant. *Hawaii Medical Journal*, 29:368-369.

東 正剛; 緒方一夫; ポーター SD. (2008) ヒアリの生物学-行動生態と分子基盤-, 海游社.

Hoffman, D. R. (1997) Reactions to less common species of fire ants. *Clinical Immunology* 100:679-683.

Holway, D. A., Lach, L., Suarez, A. V., Tsutsui, N. D., Case, T. J. (2002) The Causes and Consequences of Ant Invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 33:181-233.

Hung, A. C., Vinson, S. B. (1977) Interspecific hybridization and caste specificity of protein in fire ant. *Science* 196:1458-1460.

環境省(2009)ストップ・ザ・ヒアリ. 環境省自然環境局野生生物課外来生物対策室, 東京. 8pp.

環境省(2019)特定外来生生物ヒアリに関する情報.

<http://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/attention/hiari.html> (2019年8月5日アクセス)

Kubota, M. (1983) Records of ants (3). *Ari*, 11:7-8.

Lai, L. C., Hua, K. H., Yang, C. C., Huang R. N., Wu, W. J. (2009) Secretion profiles of venom alkaloids in *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) in Taiwan. *Chemical Ecology*, 38:879-884.

Morrison, L. W., Porter, S. D., Daniels, E., Korzukhin, M. D. (2004) Potential global range expansion of the invasive fire ant, *Solenopsis invicta*. *Biological Invasions*, 6:183-191.

Ramsey, D. S., Parkes, J., Morrison, S. A. (2009) Quantifying eradication success: the removal of feral pigs from Santa Cruz Island, California. *Conservation Biology*, 23:449-459.

Ramsey, D. S., Parkes, J. P., Will, D., Hanson, C. C., Campbell, K. J. (2011) Quantifying the success of feral cat eradication, San Nicolas Island, California. *New Zealand Journal of Ecology*, 35:163-173.

自然環境研究センター(編著) (2008)決定版 日本の外来生物. 平凡社, 東京. 479pp.

種生物学会(編) (2010)外来生物の生態学 進化する脅威とその対策. 文一総合出版, 東京. 375pp.

Taber, S. W. (2000) *Fire Ants*. Texas A & M University Press, 308pp.

- 寺山守, 森 英章 (2014) 小笠原諸島のアリ類:外来種を中心に. 特集 小笠原の昆虫と外来生物問題, 49:12-16.
- 寺山守 (2018) アカカミアリ概説 <http://terayama.jimdo.com/> 11pp.
- Trager, J. C. (1991) A revision of the fire ants, *Solenopsis geminata* group (Formicidae: Myrmicinae). *Journal of the New York Entomological Society*, 99:141-198.
- Tschinkel, W. R. (2006) *The Fire Ants*. Belknap/Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- Veeresh, G. K. (1990) Pest ants of India. See Vander Meer et al. 1990a, pp.15–24.
- Wheeler, G. C., Wheeler, J. (1986) Supplementary studies on ant larvae: Formicinae (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the New York Entomological Society*, 94:331-341.
- 山本周平・細石真吾 (2010)アカカミアリ有翅生殖虫の小笠原諸島父島及び日本本土への侵入未遂例. *昆虫 (N.S.)*, 13:133-135.
- Yusa, Y. (2001). Predation on eggs of the apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) by the fire ant *Solenopsis geminata*. *Journal of Molluscan Studies*, 67(3), 275-279.
- ◆ *Solenopsis saevissima* species group
- Cahan, S. H., Vinson, S. B. (2003) Reproductive division of labor between hybrid and nonhybrid offspring in a fire ant hybrid zone. *Evolution*, 57:1562-1570.
- Dejean, A., R. Céréghino, M., Leponce, V., Rossi, O., Roux, A., Compin, J. H. C., Delabie, B. C.(2015) The fire ant *Solenopsis saevissima* and habitat disturbance alter ant communities. *Biological Conservation*, 187:145-153.
- Fox, E. G. P., Chen, L., Wu, X. Q. (2018) On the venom solenopins alkaloids of fire ants: beware a lonely queen. *Mendeley Data v1*. <https://doi.org/10.17632/s8x82r464b.1>.
- Global Invasive Species Database (GISD) 2015. Species profile *Solenopsis invicta*. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=77> [Accessed 15 July 2019]
- Hashimoto, Y., Yoshimura, M., & Huang, R. N. (2019). Wasabi versus red imported fire ants: preliminary test of repellency of microencapsulated allyl isothiocyanate against *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) using bait traps in Taiwan. *Applied Entomology and Zoology*, 54(2), 193-196.
- 東 正剛; 緒方一夫; ポーター SD. (2008)ヒアリの生物学-行動生態と分子基盤-, 海游社.
- Hoffmann, B. D., Luque, G. M., Bellard, C., Holmes, N. D., Donlan, C. J. (2016) Improving invasive ant eradication as a conservation tool: A review. *Biological Conservation*, 198, 37-49.
- Holway, D. A., Lach, L., Suarez, A. V., Tsutsui, N. D., Case, T. J. (2002) The Causes and Consequences of Ant Invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 33:181-233.
- Hwang, J. S. (2009) Eradication of *Solenopsis invicta* by pyriproxyfen at the Shihmen Reservoir in northern Taiwan. *Insect Science*, 16:493–501.

- 環境省(2009) ストップ・ザ・ヒアリ. 環境省自然環境局野生生物課外来生物対策室, 東京. 8pp.
- 環境省(2019) 特定外来生生物ヒアリに関する情報.
<http://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/attention/hiari.html> (2019年8月5日アクセス)
- Morrison, L. W., Porter, S. D., Daniels, E., Korzukhin, M. D. (2004) Potential global range expansion of the invasive fire ant, *Solenopsis invicta*. *Biological Invasions*, 6: 183-191.
- James, S. S., Pereira, R. M., VAIL, K. M., Ownley, B. H. (2002) Survival of Imported Fire Ant (Hymenoptera: Formicidae) Species Subjected to Freezing and Near-Freezing Temperatures. *Environmental Entomology*, 31:127-133.
- Jouvenaz, D. P. (1990) Approaches to biological control of fire ants in the United States. In *Exotic Ants: Impact and Control of Introduced Species*, ed. RK Vander Meer, A Dendeno, pp. 620–627.
- 勝田吉彰 (2017) ヒアリの上陸に備えて医師が知っておきたい基礎知識. *日本医事新報*, 4866:18-20.
- Lard, C., Wollis, D. B., Salin, V., Robinson, S. (2002) Economic assessment of red imported fire ant on Texas'urban and agricultural sectors. *Southwestern Entomology*, 25:123-137.
- Lofgren, C. S. (1986) The economic importance and control of imported fire ants in the United States. pp. 227-256. In S. B. Vinson (ed.) *Economic impact and control of social insects*. Praeger, NY.
- Morrison, L. W., Porter, S. D., Daniels, E., Korzukhin, M. D. (2004) Potential global range expansion of the invasive fire ant, *Solenopsis invicta*. *Biological Invasions*, 6:183–191.
- Pacheco, J. A., Mackay, W. P., & Lattke, J. (2013). The systematics and biology of the New World thief ants of the genus *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae) (p. 501). Lewiston, New York: Edwin Mellen Press.
- Pitts, J. P. (2002) A cladistic analysis of the *Solenopsis saevissima* species group (Hymenoptera: Formicidae). Ph.D., University of Georgia.
- Pitts, J. P., McHugh, J. V., Ross, K. G. (2005) Cladistic analysis of the fire ants of the *Solenopsis saevissima* species group (Hymenoptera: Formicidae) . *Insectes Sociaux* 60:87-91.
- Pitts, J. P., Camacho, G. P., Gotzek, D., Mchugh, J. V., Ross, K. G. (2018) Revision of the Fire Ants of the *Solenopsis saevissima* Species Group (Hymenoptera: Formicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 120:308-411.
- Porter, S. D. (1998). Biology and behavior of Pseudacteon decapitating flies (Diptera: Phoridae) that parasitize *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist*, 292-309.
- Porter, S. D., Williams, D. F., Patterson, R., Fowler, H. (1997) Intercontinental differences in the abundance of *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae): escape from natural enemies? *Environmental Entomology*, 26:373–384.

- Porter, S. D., Valles, S. M., Gavilanez-Slone, J. M. (2015) Long-Term Efficacy of Two Cricket and Two Liver Diets for Rearing Laboratory Fire Ant Colonies (Hymenoptera: Formicidae: *Solenopsis invicta*). *Florida Entomologist*, 98:991-993.
- Potiwat, R., Sitcharungsi, R. (2015) Ant allergens and hypersensitivity reactions in response to ant stings. *Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology*, 33:267-75
- Prahlw, J. A., Barnard, J. J. (1998) "Fatal anaphylaxis due to fire ant stings," *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, vol. 19, no. 2, pp. 137–142.
- 自然環境研究センター(編著) (2008) 決定版 日本の外来生物. 平凡社, 東京. 479pp.
- 種生物学会(編) (2010) 外来生物の生態学 進化する脅威とその対策. 文一総合出版, 東京. 375pp.
- Ramsey, D. S., Parkes, J., Morrison, S. A. (2009) Quantifying eradication success: the removal of feral pigs from Santa Cruz Island, California. *Conservation Biology*, 23:449–459.
- Ramsey, D. S., Parkes, J. P., Will, D., Hanson, C. C., Campbell, K. J. (2011) Quantifying the success of feral cat eradication, San Nicolas Island, California. *New Zealand Journal of Ecology*, 35:163–173.
- Ross, K. G., Shoemaker, D. D. (2005) Species delimitation in native South American fire ants. *Molecular Ecology*, 14:3419–3438.
- Ross, K. G., Gotzek, D., Ascunce, M. S., Shoemaker, D. D. (2010) Species delimitation: a case study in a problematic ant taxon. *Systematic Biology*, 59:162–184.
- Shatters Jr, R. G., & Vander Meer, R. K. (2000). Characterizing the interaction between fire ants (Hymenoptera: Formicidae) and developing soybean plants. *Journal of economic entomology*, 93(6), 1680-1687.
- Shoemaker, D. D., Ross, K. G., Arnold, M. L. (1996) Genetic structure and evolution of a fire ant hybrid zone. *Evolution*, 50:1958-1976.
- Shoemaker, D. D., Deheer, C. J., Krieger, M. J. B. (2006) Population Genetics of the Invasive Fire Ant *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) in the United States. *Annals of the Entomological Society of America*, 99:1213-1233.
- 寺山守 (2018) アカヒアリ (ヒアリ) :概説と最近の動向. <http://terayama.jimdo.com/> 40pp.
- Taber, S. W. (2000) *Fire Ants*. Texas A & M University Press, 308pp.
- Trager, J. C. (1991) A revision of the fire ants, *Solenopsis geminata* group (Formicidae: Myrmicinae). *Journal of the New York Entomological Society*, 99:141-198.
- Tschinkel, W. R. (1988) Social control of egg-laying rate in queens of the fire ant, *Solenopsis invicta*. *Physiological Entomology*, 13:327-350.
- Tschinkel, W. R. (2006) *The Fire Ants*. Belknap/Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- Vander Meer, R. K., Lofgren, C. S. L. (1988) Use of chemical characters in defining populations of fire ants (*Solenopsis saevissima* complex) (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist*,

71: 323-332.

- Vander Meer, R. K., Morel, L., Lofgren, C. S. L. (1992) A comparison of queen oviposition rates from monogyne and polygyne fire ant, *Solenopsis invicta*, colonies. *Physiological Entomology*, 17:384-390.
- Vargo, E. L., Fletcher, D. (1987) Effect of Queen Number on the Production of Sexuials in Natural-Populations of the Fire Ant, *Solenopsis invicta*. *Physiological Entomology*, 12:109–116.
- Vargo, E. L. (1998) Pheromone communication in social insects (Vander Meer, R. K., Breed, M. D., Espelie, K. E., Winston, M. L. eds.). Press, Boulder, Colorado, pp. 293-313.
- Vinson, S. B. (1997). Invasion of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae): spread, biology, and impact. *American Entomologist*, 43(1), 23-39.
- Wylie, R., Jennings, C., McNaught, M. K., Oakey, J., & Harris, E. J. (2016). Eradication of two incursions of the red imported fire ant in Queensland, Australia. *Ecological Management & Restoration*, 17(1), 22-32.

◆ *Solenopsis tridens* species group

- 東 正剛・緒方一夫・Porter, S. D. (2008) ヒアリの生物学—行動生態と分子基盤. 海游舎, 東京.
- Oliveira, F. M. P., Andersen, A. N., Arnan, X., Ribeiro-Neto, J. D., Arcoverde, G. B., Leal, I. R. (2019) Effects of increasing aridity and chronic anthropogenic disturbance on seed dispersal by ants in Brazilian Caatinga. *Journal of Animal Ecology*, <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12979>
- Pitts, J. P. (2002) A cladistic analysis of the *Solenopsis saevissima* speciesgroup (Hymenoptera: Formicidae). Ph.D., University of Georgia.
- Pitts, J. P., McHugh, J. V., Ross, K. G. (2005) Cladistic analysis of the fire ants of the *Solenopsis saevissima* species group (Hymenoptera: Formicidae) . *Insectes Sociaux*, 60:87-91.
- Pitts, J. P., Camacho, G. P., Gotzek, D., Mchugh, J. V., Ross, K. G. (2018) Revision of the Fire Ants of the *Solenopsis saevissima* Species Group (Hymenoptera: Formicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 120:308-411.
- Sousa-Souto, L., Figueiredo, P., Ambrogi, B., Oliveira, A., Ribeiro, G. T., Neves, F. (2016) Composition and Richness of Arboreal ants in Fragments of Brazilian Caatinga: Effects of Secondary Succession. *Sociobiology*, 63:762–769.
- Tschinkel, W. R. (2006) *The Fire Ants*. Belknap/Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.

◆ *Solenopsis virulens* species group

- Fox, E. G. P., Chen, L., Wu, X. Q. (2018) On the venom solenopins alkaloids of fire ants: beware a lonely queen. *Mendeley Data v1*. <https://doi.org/10.17632/s8x82r464b.1>.
- 東正剛・緒方一夫・Porter, S. D. (2008) ヒアリの生物学—行動生態と分子基盤. 海游舎, 東京.

- Moreno-Gonzalez, I. (2001) Systematics of the thief ants of North America (Hymenoptera: Formicidae: Solenopsis). ETD Collection for University of Texas, El Paso. AAIEP05540.
- Pacheco, J. A., Mackay, W. P. (2013) The Systematics and Biology of the New World Thief Ants of the Genus *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae). Edwin Mellen Press, Lewiston, NY.
- Pereira, T. P. L., Bravo, F., Araujo, M. X., Cordeiro, D., Chagas, C., Delabie, J. H. C. (2015) Moth flies (Diptera: Psychodidae) collected in colonies of the fire ant *Solenopsis virulens* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae), with description of two new species. *Sociobiology*, 62:18-22.
- Pitts, J. P., Camacho, G. P., Gotzek, D., Mchugh, J. V., Ross, K. G. (2018) Revision of the Fire Ants of the *Solenopsis saevissima* Species Group (Hymenoptera: Formicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 120:308-411.
- Ross, K. G., Trager, J. C. (1990) Systematics and population genetics of fire ants (*Solenopsis saevissima* complex) from Argentina. *Evolution*, 44:2113-34.
- Trager, J. C. (1991) A revision of the fire ants, *Solenopsis geminata* group (Formicidae: Myrmicinae). *Journal of the New York Entomological Society*, 99:141-198.
- Tschinkel, W. R. (2006) *The Fire Ants*. Belknap/Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.