

## 要緊急対処特定外来生物の選定作業が必要と考えられる

### 外来生物に係る情報及び評価（案）

1. ヒアリ類（ソレノプシス・ゲミナタ種群、ソレノプシス・サエヴィシマ種群、ソレノプシス・トゥリデンス種群及びソレノプシス・ヴィルレンス種群に属する種並びに4種群に属する種間の交雑個体） ----- 1

## 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個体）に関する情報

○分類と原産地 ハチ目 アリ科 トフシアリ属

種群	種名	原産地
ソレノプシス・ゲミナタ種群 <i>Solenopsis geminata</i> species group	<i>S. amblychila</i>	アメリカ合衆国西南部～メキシコ北部
	<i>S. aurea</i>	アメリカ合衆国西南部～メキシコ北部
	<i>S. bruesi</i>	ペルー
	<i>S. gayi</i>	チリ～ペルー南部
	<i>S. geminata</i> (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
	<i>S. xyloni</i>	アメリカ合衆国西南部～メキシコ北部
ソレノプシス・サエヴィスマ種群 <i>Solenopsis saevissima</i> species group	<i>S. daguerrei</i>	ブラジル中西部、アルゼンチン
	<i>S. electra</i>	アルゼンチン西部、パラグアイ、ボリビア(アンデス山麓)
	<i>S. hostilis</i>	ブラジル
	<i>S. interrupta</i>	アルゼンチン西部、ボリビア
	<i>S. invicta</i> (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
	<i>S. macdonaghi</i>	ウルグアイ、アルゼンチン北部
	<i>S. megergates</i>	ブラジル南東部
	<i>S. metallica</i>	ブラジル
	<i>S. pusillignis</i>	ブラジル中西部
	<i>S. pythia</i>	ブラジル、アルゼンチン
	<i>S. quinquecuspis</i>	アルゼンチン、ウルグアイ、ブラジル
	<i>S. richteri</i> (クロヒアリ)	ブラジル南東部、アルゼンチン中央東部
	<i>S. saevissima</i>	ブラジル
<i>S. weyrauchi</i>	ペルー側とボリビア側のアンデス山脈	
ソレノプシス・トリデンス種群 <i>Solenopsis tridens</i> species group	<i>S. substituta</i>	ブラジル中央東部
	<i>S. tridens</i>	ブラジル東北部
ソレノプシス・ヴィルレンス種群 <i>Solenopsis virulens</i> species group	<i>S. virulens</i>	南米に広く分布(ブラジル・コロンビア・エクアドル)

○評価 要緊急対処特定外来生物（既に特定外来生物に指定）

○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

○定着実績

◆ ソレノプシス・ゲミナタ種群

- *Solenopsis geminata*（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）や小笠原諸島（南鳥島）に侵入、火山列島（硫黄島）のみに定着している（寺山，2017）。
- 硫黄島に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）
- *Solenopsis xyloni*は北米を原産とする種であり、他地域における定着は確認されていないものの、日本国内においては 2020 年に輸入荷物に混入した死骸が発見された事例がある。

◆ ソレノプシス・サエヴィシマ種群

- *Solenopsis invicta*（ヒアリ）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。日本では、2017 年に兵庫県の港湾で貨物コンテナに付着した個体が発見されて以降、港湾地域を中心に侵入や営巣の事例が確認されており、現在までに定着は確認されていないが、定着の危険性が高まっている状況である。
- *Solenopsis richteri*（クロヒアリ）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。日本国内における発見事例はない。
- アメリカにおいてはヒアリやクロヒアリの侵入後ほぼ 20 年で急激に分布を拡大させている（Tsutsui & Suarez, 2003; 寺山, 2018）。一方で、中国及び台湾については、ヒアリの定着が確認されてから、数年の間で爆発的に増加しており、アメリカの事例とは異なることが示唆されている（寺山，2018）。

- 中国においては、ヒアリ確認後の 2005 年時点では 4 省での確認のみであったが、2018 年時点では 12 省で確認されている (Zhang et al., 2007; Wang et al., 2020)。

◆ ソレノプシス・トゥリデンス種群

- なし

◆ ソレノプシス・ヴィルレンス種群

- なし

○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、人の生命身体への影響が見られている。日本においては、ヒアリの定着は未確認であるものの定着の危険性が高まっている状態であり、アカカミアリは硫黄島でのみ定着が確認されているものの、港湾等での確認事例が頻発している状況である。いわゆるヒアリ類と呼ばれる 4 種群のうち残りの 21 種は国内で未確認もしくは定着は確認されていない。万一、これらがまん延した場合には、刺傷による重篤なアレルギー反応により、死亡に至る危険性や後遺症が残る場合がある。また刺傷被害へのおそれから、まん延地域においては公園の利用や花見等といった日常生活や野外活動に支障が出ることが考えられるほか、医療費や被害防止にあたっての一般家庭の費用負担が増加する等、国民生活の安定に著しい支障を及ぼすおそれがある。

また、地面での営巣だけではなく、人工物の隙間、電子機器等を含む様々な物品、海上コンテナ等で営巣可能であることから、容易に物品等に付着することで移動し、拡散する可能性があり、また、消毒または廃棄を行わない限り、ヒアリ類を物理的に取り除くことは困難である。

ヒアリ類と呼ばれる 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、交雑個体を形成すること、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 種群およびその交雑個体を含む指定が必要であると考えられる。

○被害の事例

【人の生命・身体に係る被害及び危険性】

◆ ソレノプシス・ゲミナタ種群

- アカカミアリにおいて、米軍基地の兵が本種に刺され、深刻な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 (Helmlly, 1970; Hoffman, 1997)。死亡例は今のところ確認されていない。

◆ ソレノプシス・サエヴィスィマ種群

- 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; Pitts et al., 2018; 自然環境研究センター, 2019)。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ゲンとなり、種間で共通の成分がある (Potiwat & 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,) がアレルゲンとなることが知られている。これらのアレルゲンは、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 & 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 年以來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)。
- 台湾においてヒアリに遭遇した市民の情報を集計した結果、計 10,127 人のうち、3,819 人 (37.71%) が刺され、834 人 (21.8%) が膨疹・発赤反応 (皮膚の腫れと赤み) を呈しており、このうち、288 人 (7.5%) が医療機関を受診し、約 21 人 (0.6%) が重度の蜂巣炎と蕁麻疹を発症している。また、アナフィラキシーショックが 2.8% (106 名) 発生している結果となっている (Liu et al., 2021)。

◆ ソレノプシス・トゥリデンス種群

- 情報なし。

◆ ソレノプシス・ヴィルレンス種群

- 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)。

【生態系に係る被害】

◆ ソレノプシス・ゲミナタ種群

- 硫黄島においては、アカカミアリが至る所で見られ優占種となっている（寺山・久保田，2002）。
- 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，2019）。
- 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ている（Wheeler & Wheeler, 1986）。

#### ◆ ソレノプシス・サエヴィスマ種群

- ヒアリとクロヒアリの交雑個体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）。
- 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; Pitts et al., 2018; 自然環境研究センター，2019）。
- 脊椎動物の被害報告例は、侵略的外来アリ類の中ではヒアリによる例が突出して多く、2001年段階までのアメリカの事例では、侵略的外来アリ6種の中では45例中39例（87%）がヒアリによるものである（Holway et al., 2002）。
- フランス領ギアナでは、*Solenopsis 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）。
- 中国ではヒアリの侵入による、トウモロコシ畑やバナナプランテーション等の農地生態系への悪影響が報告されており、侵入以前と比較して、半数以上の種が減少したことが明らかとなっている（Wang et al., 2019）。
- オーストラリアにおいて、ヒアリが密にまん延した場合、年間の生態系サービスの価値が17,350豪ドル/haから13,220豪ドル/haへと24%減少すると推計されている（Antony et al., 2009）。また、クイーンズランド州東南部に蔓延した場合、在来哺乳類（16種）の38%、在来鳥類（47種）の45%、在来爬虫類（32種）の69%、

在来両生類(19種)に至っては、95%がヒアリの影響を受けて減少するとの予想がなされている(Wylie & Janssen-May, 2016)。

- 発展途上の太平洋島嶼国・地域(PICTs)にヒアリが侵入・まん延した場合、経済的損失額は年間3億2900万USドル以上となり、GDPの約0.7%に相当すると推定されると共に、350種以上の絶滅危惧種が危機に瀕するとされている(Gruber et al., 2021)。

◆ ソレノプシス・トゥリデンス種群

- 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)。

◆ ソレノプシス・ヴィルレンス種群

- 情報なし。

【農林水産業に係る被害】

◆ ソレノプシス・ゲミナタ種群

- 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; Wang et al., 2019)。個体は微小だが、人が刺されると激しく痛み、農作業の大きな妨げとなる他、農業害虫である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(自然環境研究センター, 2019; 国立環境研究所, 2022)。

◆ ソレノプシス・サエヴィスマ種群

- 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; Pitts et al., 2018; 自然環境研究センター, 2019)。
- 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)。
- ヒアリ等の攻撃的なアリの生息は訪花性昆虫の多様性や訪花期間、訪花総数に悪影響を及ぼし、菜種等の種子収量減少に起因することが示唆されている(Wang et al., 2019)。
- 香港の都市部の農業者へのインタビューによれば、ヒアリが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(Chan et al.,

2019)。

◆ ソレノプシス・トゥリデンス種群

- 情報なし。

◆ ソレノプシス・ヴィルレンス種群

- 情報なし。

【その他国民生活に影響を及ぼす社会的被害】

◆ ソレノプシス・ゲミナタ種群

- 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, 2017)。

◆ ソレノプシス・サエヴィシマ種群

- 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(寺山, 2018; 環境省, 2022)。
- ヒアリは磁気感覚を持つことから(Anderson & Vander Meer, 1993; Oliveira et al., 2009)、スイッチ等にできる磁場に反応している可能性があり、電気配線が齧られる被害に加え、電化製品のスイッチの作動不良を引き起こす被害も知られている(寺山, 2018)。
- ヒアリが好んで生息する環境は人家の庭や公園、学校の校庭と言った身近な空間であるため、日常生活においてヒアリ類と遭遇し被害にあう可能性が想定される。日本国内における重篤な健康被害は未だ確認されていないものの、公園や緑地、河川敷等にヒアリが侵入した場合、市民の生命・身体に係る被害が発生する可能性があり、花見や外遊び等の日常の楽しみに支障がでることが危惧される(環境省, 2022; 坂本, 2020)。
- 沖縄県にヒアリが侵入・定着した場合の経済損失額を推定した結果、行政が分布拡大防止のために積極的な対策を行わなかった場合には、ガーデニングや行楽・旅行等の野外活動への影響として246億1,000万円/年、一般家庭における損失も医療費や殺虫処理費用、家財道具の修理費用等を含め156億8,900万円/年と試



算され、農業、経済活動等を含めた損失額の合計は 438 億 5,800 万円/年に上る（青山ら, 2020）。

◆ ソレノプシス・トゥリデンス種群

- 情報なし。

◆ ソレノプシス・ヴィルレンス種群

- 情報なし。

○適切な拡散防止措置が必要な要因

アリ類の柔軟な営巣特性から、あらゆる製品に巣ごと紛れて物流によって分布を拡大していくことが可能である。また、根絶駆除するためには女王アリの殺す必要があるにもかかわらず、巣の奥に潜む女王アリを除去することは薬剤を直接巣に散布しても難しいと考えられる。

【生物学的要因】

◆ ソレノプシス・ゲミナタ種群

- 環境への適応性が高い。
- 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）。

◆ ソレノプシス・サエヴィスィマ種群

- 環境への適応性が高い。
- ヒアリは裸地や草地、畑や牧草地等の開けた環境に営巣することが知られている。
- 野外の通常環境の他、建築物の隙間やコンクリートの割れ目、電子機器、機械部品等にも営巣することが知られており、海上コンテナ等にも営巣する（橋本, 2020a）。
- ヒアリの女王アリは1日に数千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; 寺山, 2018; 自然環境研究センター, 2019; 橋本, 2020b）。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 100 万頭に達する場合もある（寺山, 2018）。
- ヒアリ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・雛の成育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，2019）。

◆ ソレノプシス・トゥリデンス種群

- 情報なし。

◆ ソレノプシス・ヴィルレンス種群

- 情報なし。

【我が国への侵入経路と侵入実績】

◆ ソレノプシス・ゲミナタ種群

- 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（アカカミアリ約100事例（2017年以降のみ））。コンテナ内から発見される事例の他、港湾のコンテナヤードでの営巣事例も増えており、コンテナから漏れ出している可能性が指摘されている。また、内陸の住宅で生きた女王が発見された例もある。
- 現在までにコンテナ等貨物でのアカカミアリ侵入事例において、経路が明らかになっている場合、主は東南アジアをはじめとしたアジア地域だが、アフリカ、アメリカ等様々な地域の貨物に由来して侵入している。
- 2020年に国内に届いた荷物の中で *S. xyloni* の死骸が確認された事例が1例ある。

◆ ソレノプシス・サエヴィシマ種群

- 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。
- 中国やアメリカ等の貿易大国において、ヒアリ類は定着・自然分布しており、侵入機会が増加している可能性がある。
- 2017年以降、国内でヒアリ類の発見事例が相次いでいる（2022年8月までに、ヒアリ90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。
- 現在までにコンテナ等貨物でのヒアリ侵入事例において、経路が明らかになっている場合のほとんどが中国発もしくは経由の貨物に由来していると考えられる。

◆ ソレノプシス・トゥリデンス種群

- 情報なし。

◆ ソレノプシス・ヴィルレンス種群

- 情報なし。

【その他防除等に関する情報】

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。

◆ ソレノプシス・ゲミナタ種群

- ソレノプシス・ゲミナタ種群においては、ベイト剤の使用等が挙げられるが、現状において本種群に焦点を当てた大規模な防除手法の詳細に言及した情報は極めて少ない。

◆ ソレノプシス・サエヴィシマ種群

- ワサビなどの辛み成分「アリルイソチオシアネート」を含むマイクログルー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)。
- ニューージーランドはヒア리를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)。
- 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)。
- 台湾において、ヒアリの定着は防除努力の成果もあり、台湾北部に限定されているものの、防除予算の減少等に伴い、現在では桃

園県から南北に分布が広がっている（寺山，2018；Liu et al., 2021）。また、ヒアリは台湾の環境条件によく適応しており、根絶は極めて困難であると考えられる（Liu et al., 2021）。

◆ ソレノプシス・トゥリデンス種群

- 情報なし。

◆ ソレノプシス・ヴィルレンス種群

- 情報なし。

○特徴ならびに近縁種、類似種、交雑個体について

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。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）。

◆ ソレノプシス・ゲミナタ種群

- アメリカ合衆国南部にて *S. xyloni* とアカカミアリの間で種間交雑が起きている（Cahan & Vinson, 2003；Fournier & Aron, 2021）。

◆ ソレノプシス・サエヴィスィマ種群

- アメリカ合衆国のアラバマ州、アーカンソー州、ジョージア州、ミシシッピ州、テネシー州で、ヒアリとクロヒアリと交雑が確認されている（Shoemaker et al., 1996；Streett et al., 2006；Gardner et al., 2008；Oliver et al., 2009；Valles et al., 2021）。
- アメリカのテネシー州においては、州内のヒアリ類を解析したところ、ヒアリとクロヒアリの交雑個体の割合が54.5%にのぼった（Oliver et al., 2009）。
- 北米（導入地）だけでなく、南米（原産地）でも種間の交雑が確認されている（Ross & Shoemaker, 2005；Shoemaker et al., 2006）。

○参考文献

◆ ソレノプシス・ゲミナタ種群

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.

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.
- Fournier, D., Aron, S. (2021). Hybridization and invasiveness in social insects– The good, the bad and the hybrid. *Current Opinion in Insect Science*, 46: 1–9.
- Helmly, R. B. (1970) Anaphylactic reaction to fire ant. *Hawaii Medical Journal*, 29: 368–369.
- 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.
- 環境省 . 特定外来生生物ヒアリに関する情報 .  
[https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/attention/02\\_general/index.html](https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/attention/02_general/index.html) (閲覧日 2022 年 9 月 7 日)
- 国立環境研究所ウェブサイト 侵入生物データベース .  
<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/> (閲覧日 2022 年 9 月 7 日)
- 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.
- 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.
- 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) (2019) 最新 日本の外来生物. 平凡社, 東京. 589 pp.
- 寺山 守・久保田敏 (2002) 東京都のアリ. 蟻 ARI, 26 : 1–32.
- 寺山 守 (2017) アカカミアリ概説. <http://terayama.jimdo.com/> (閲覧日 2022 年 9 月 7 日)
- Tschinkel, W. R. (2006) *The Fire Ants*. Belknap/Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.

- Wang, L., XU, Y-J., Zeng, L., LU, Y-Y. (2019) Impact of the red imported fire ant *Solenopsis invicta* Buren on biodiversity in South China: A review. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(4): 788-796.
- 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.

◆ ソレノプシス・サエヴィスィマ種群

- Anderson, J. B., Vander Meer, R. K. (1993) Magnetic orientation in the fire ant, *Solenopsis invicta*. *Naturwissenschaften*, 80: 568-570.
- Antony, G., Scanlan, J. C. (2009) Revised benefits and costs of eradicating the red imported fire ant. In: 53rd Annual Conference of the Australian Agricultural and Resource Economics Society, 10-13 February, Cairns.
- 青山夕貴子, 吉村正志, 小笠原昌子, 諏訪部真友子, エヴィン P. エコモノ (2020) 沖縄県におけるヒアリの侵入・蔓延時に推定される経済的損失. *日本生態学会誌*, 70: 3-14.
- 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.
- Chan, K. H., Guénard, B. (2019) Ecological and socio-economic impacts of the red import fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), on urban agricultural ecosystems. *Urban Ecosystems*, 23: 1-12.
- Davis, T., 2004. Management of the red imported fire ant - Theory and practice in the United States. *Proceedings of the Symposium on the Control of Red Imported Fire Ant*, Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Taiwan, 111-122.
- 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.
- Gardner, W. A., Diffie, S., Vander Meer, R. K., & Brinkman, M. A. (2008). in Georgia. *Journal of Entomological Science*, 43(1), 133-137.
- Gruber, M. A. M., Janssen - May, S., Santoro, D., Cooling, M., Wylie, R. (2021) Predicting socio - economic and biodiversity impacts of invasive species: Red Imported Fire Ant in the developing western

- Pacific. *Ecological Management & Restoration*, 1: 89–99.
- Guillebeau, P. (2002) Georgia Pest Management Handbook. University of Georgia Cooperative Extension Service Special Bulletin, 28.
- 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.
- 橋本佳明 (2020a) 外来生物としてのアリ. 橋本佳明 (編集) 外来アリのはなし. 朝倉書店, 東京. Pp.1–11.
- 橋本佳明 (2020b) 総論: 特定外来生物ヒアリ—With 外来昆虫の時代. *昆虫と自然*, 55 (14): 2–5.
- 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.
- 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.
- 環境省. 特定外来生物ヒアリに関する情報. [https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/attention/02\\_general/index.html](https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/attention/02_general/index.html) (閲覧日 2022年9月7日).
- Liu, Y-S., Huang, S-A., Lin, I-L., Lin, C-C., Lai, H-K., Yang, C-H., Huang, RN. (2021) Establishment and Social Impacts of the Red Imported Fire Ant, *Solenopsis invicta*, (Hymenoptera: Formicidae) in Taiwan. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 May, 18(10): 50–55.
- 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.
- Oliveria, J. F., E. Wajnberg, D. M. Souza Esquivel, S. Weinkauff, M. Winklhofer & M. Hanzlik, (2009) Ant antennate: are they sites for magnetoreception? *Journal of The Royal Society Interface*, 7: 143–152.
- Oliver, J. B., Vander Meer, R. K., Ochieng, S. A., Youssef, N. N., Pantaleoni, E., Mrema, F. A., Vail, K. M., Patrick Parkman, J., Valles, S. M., Haun, W. G., Powell, S. (2009) Statewide survey of imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) populations in Tennessee. *Journal of Entomological Science*, 44(2): 149–157.
- 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.
- 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.
- Potiwat, R., Sticharungsi, R. (2015) Ant allergens and hypersensitivity reactions in response to ant stings. *Asian Pacific journal of allergy and immunology / launched by the Allergy and Immunology Society of Thailand*, 33(4): 267–275.
- Prahlw, J., Barnard, J. (1998) Fatal anaphylaxis due to fire ant stings. *The American journal of forensic medicine and pathology: official publication of the National Association of Medical Examiners*, 19(2): 137–42.
- 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., Gotzek, D., Ascunce, M. S., Shoemaker, D. D. (2010) Species delimitation: a case study in a problematic ant taxon. *Systematic Biology*, 59: 162–184.
- Ross, K. G., Shoemaker, D. D. (2005) Species delimitation in native South American fire ants. *Molecular Ecology*, 14: 3419–3438.
- 坂本洋典 (2020) ヒアリとアカカミアリ. 橋本佳明 (編集) 外来アリのはなし. 朝倉書店. 東京. Pp. 78–92.



- 自然環境研究センター(編著) (2019)最新 日本の外来生物. 平凡社, 東京. 589 pp.
- 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., Ahrens, M. E., Ross, K. G. (2006). Molecular phylogeny of fire ants of the *Solenopsis saevissima* species-group based on mtDNA sequences. *Molecular phylogenetics and evolution*, 38(1), 200–215.
- Shoemaker, D. D., Ross, K. G., Arnold, M. L. (1996) Genetic structure and evolution of a fire ant hybrid zone. *Evolution*, 50: 1958–1976.
- Smith, M. R. (1965) House-infesting ants of the eastern United States. USDA-ARS Technical Bulletin No. 1326. 105 pp.
- Stiles, J. H., Jones, R. H. (1998) Distribution of the red imported fire ant, shape *Solenopsis invicta*, in road and powerline habitats. *Landscape Ecology*, 13: 335–346.
- Streett, D.A., Freeland, T.B., Vander Meer, R.K., 2006. Survey of imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) populations in Mississippi. *Florida Entomologist*, 89: 91–92.
- 寺山 守 (2018) アカヒアリ (ヒアリ): 概説と最近の動向. <http://terayama.jimdo.com/> (閲覧日 2022年9月7日)
- 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.
- Tsutsui N. D. & Suarez A. V. (2003) The Colony structure and Population Biology of Invasive Ants. *Conservation Biology*, 17: 48–58.
- Valles, S. M., Oliver, J. B., Adesso, K. M., Perera, O. P. (2021) Unique venom proteins from *Solenopsis invicta* x *Solenopsis richteri* hybrid fire ants. *Toxicon*: X, 9, 100065.
- 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.
- Vinson, S. B. (1997). Invasion of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae): spread, biology, and impact. *American Entomologist*, 43(1): 23–39.
- Wang, L., Xu, Y-J., Zeng, L., Lu, Y-Y. (2019) Impact of the red imported

- fire ant *Solenopsis invicta* Buren on biodiversity in South China: A review. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(4): 788–796.
- Wang, L., Zeng, L., XU, Y., Lu. (2020) Prevalence and management of *Solenopsis invicta* in China. *NeoBiota*, 54: 89–124.
- 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.
- Wylie F.R. & Janssen-May S. (2016) Red imported fire ant in Australia: What if we lose the war?. *Ecological Management & Restoration*, 18(1): 1–13.
- Zhang, R., Li, Y., Liu, N., Porter, S. D. (2007) An overview of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in Mainland China. *Florida Entomologist*, 90: 723–731.

◆ ソレノプシス・トゥリデンス種群

- 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.
- 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.
- 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*, 88(6): 870–880  
<https://doi.org/10.1111/1365-2656.12979>
- 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.
- 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.
- Tschinkel, W. R. (2006) *The Fire Ants*. Belknap/Harvard University Press, Cambridge, MA, USA

◆ ソレノプシス・ヴィルレンス種群

- 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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