

アリ類の行動制御物質と害虫管理への利用

——(II)アリと害虫管理——

農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所

京都工芸繊維大学生物有機化学研究室

あき
秋
やま
山

の
野
おか
岡

とし
順
りよう
亮

はる
治
へい
平

「ダニにはダニを、アブラムシにはアブラコバチを、アザミウマにはカメムシを」。欧米諸国では、十数年前からこのような「虫を使った害虫管理」が化学農薬に代わるより安全な害虫管理システムとして実用化されてきている。現在では、多種の天敵昆虫類の生産と販売が商業ベースで行われており、一般農家において広く利用されるようになってきている。このような生物的防除法は、化学合成殺虫剤による環境汚染の危険性、広範な生物に与える悪影響、殺虫剤抵抗性やリサージェンスの増加などが広く認識されるにいたって普及し始めたものであるが、実はその原点は3世紀の中国ですで行われていた防除法に認められる。「南方草本状」(304年)によると、当時中国南部の市場でアリ(ツムギアリ)の巣が防除素材として販売され、柑橘類を栽培する農家はそれを購入して害虫の防除に利用していたという。その利用法はいたって簡単で、アリの巣を園内の樹木に吊すだけであり、その巣から働きアリが自在に周辺の樹上を採餌探索して、害虫を狩ってくるという仕組みである(図-1)。ツムギアリを使った害虫管理は、当時のままの方法で現在も中国や東南アジア諸国のカンキツ園やカカオ園で実践されており、そこでは害虫駆除のために農薬を散布する必要はほとんどないという。このようなツムギアリによる防除効果は、近年改めて科学的にも確認されている(Needham, 1986; Huang and Yang, 1987)。それによると、アリがいないカンキツ園においては、その果実の大半が食植性昆虫による食害を受けて商品価値を失ったのに対して、アリを放したカンキツ園では果実の被害はほとんど認められなかったという。

日本においてアリは、家屋などに侵入してくる不快害虫、農作物や園芸植物の重要害虫であるアブラムシ(アリマキ)類と共生関係にある昆虫という程度の認識をされているにすぎない。幸いにもその害虫としての悪名はさほど高くない。これは、熱帯地方に分布するハキリアリのように直接作物に多大な食害を及ぼすような種類

や、ヒアリのように強い毒物質を持つ種が日本ではほとんど見られないことによるのであろう。その反面、「アリを使った害虫管理」というと、特に一般農家においては単なる夢物語としてしか受け取ってもらえないようだ。このように、アリに対する有用昆虫としての評価もかなり低いのも実情である。ところが、近年世界各地でアリ類の利用による害虫管理が改めて試みられ、捕食者としてのアリ類の評価が高まりつつある。

本稿では、捕食性天敵としてのアリの役割を簡単に紹介するとともに、アリを使った害虫防除の実例をいくつか紹介する。さらに、生物防除素材としてアリ類を利用する場合の利点と問題点、およびそれらの問題点の克服につながりうる研究例を紹介する。

I 天敵昆虫としてのアリ類の利点

アリ類は、狩りバチやミツバチなどと同じく膜翅目細腰亜目に分類され、そのすべてが真社会性と呼ばれる社会システムを持つ。これまでに約9,000種が記載されているが、その総個体数は優に百兆を超えるといわれており、その数は現存する昆虫の1,000匹に1匹がアリ類であることを意味している(Trivers, 1985)。アリ類の大

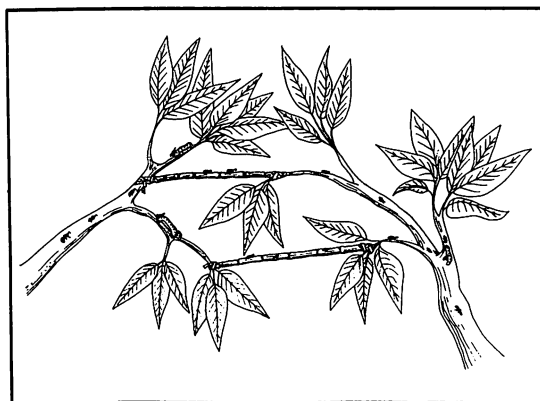


図-1 3世紀頃の中国におけるツムギアリの利用 (FLINT and VAN DEN BOSCH (1981) より)。

柑橘の樹にツムギアリの巣をつり下げ、枝間には竹製の橋をかけてアリが樹間を移動しやすいように工夫されていた。

半の種は熱帯地方に分布するが、地球上での分布は海洋と極寒地域を除く全域に及ぶ。熱帯地方では全昆虫種の生物量の約半分をアリ類が占めるとさえいわれている (FITTKAU and KLINGE, 1983)。一方、温帯や寒帯地方に分布するアリの種数は激減するものの、他種昆虫に対するアリ類の捕食圧は熱帯地方と同様に高いことが知られている (BRIAN, 1952; WILSON, 1959)。KAJAT et al. (1971) によれば、ヨーロッパの草地 1 m^2 当たりにはおよそ 140 個体のアリ (種類を問わず) が分布しており、働きアリは年間に自らの生物量のおよそ 200 倍の他種昆虫類を捕獲するという。一つの巣当たりの働きアリの数は、種によっても異なっているが、グンタイアリやハキリアリなどでは数万から数十万にも達する (HÖLDOBLER and WILSON, 1990)。個々の働きアリが敏捷で活動的であるだけでなく、働きアリ同士の情報交換によってコロニー全体としての採餌探索・捕獲能力は非常に高められている (秋野・山岡 (1997) 参照)。そのために、アリ類は他種昆虫類にとって最も恐るべき捕食者の一つであるといえる。アリをモデルとした形態的擬態と考えられている昆虫種が多く知られていることから、他種昆虫にとってアリが恐るべき存在であることが示唆される (McIVER and STONEDAH, 1993)。

とりわけ、アリ類の卵捕食者としての能力は非常に高い。スリランカでは、カカオの害虫である鱗翅目 *Op-*

sina arenosella の卵が、ヒメアリの一種 *Monomorium floricola* の導入によって 24 時間以内にほぼ 100% まで取り除かれることが明らかにされている (WAY and KHOO 1989)。またパナマで行われた研究では、サトウキビの鱗翅目害虫 *Castnia licus* や *Eldana saccharina* の卵や若齢幼虫の 90% 以上がアリ類によって捕殺されていることが明らかになっている (ESQUIVAL, 1983; GIRLING, 1978)。さらにコスタリカでは、穀類一般を食害するハムシ類 *Diabrotica* spp. が地中に産みつけた卵のおよそ 80% は、オオズアリによって捕食される (RISCH, 1981)。植物の茎などに潜り込んで食害するような摂食するタイプの害虫や地中に産み込まれた卵に対しても、アリ類による捕殺・捕食率は非常に高いことがわかっている (GOTWARD, 1986)。卵期における捕食率の高さは、生物防除素材としてアリ類を利用した場合の特徴だといえる。

また、コロニー全体としての活動範囲の広さと採餌対象となりうる昆虫種の広範さもアリ類の特徴の一つとして挙げることができる。主に熱帯地方に分布するグンタイアリ (軍隊アリ) は定住巣を持たず、数十万もの働きアリは女王アリとともに野営集団を形成することが知られている。このアリは、図-2 に示したように、野営集団からいくつかの隊列を周辺に伸ばしてくまなく採餌探索する (WILSON, 1975)。ちょうどサバクトビバッタが

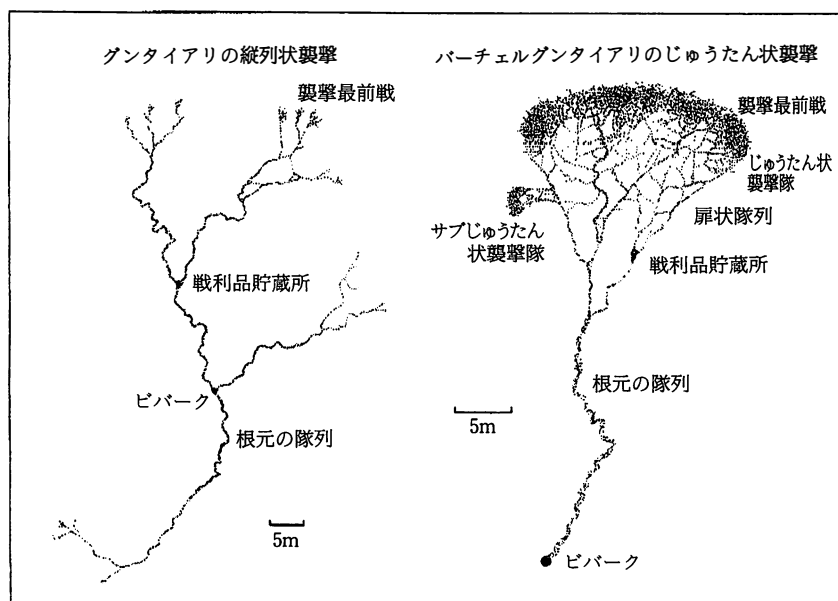


図-2 グンタイアリの採餌探索パターン (HÖLDOBLER and WILSON (1990) より、また、訳語は、辻・松本訳「蟻の自然誌」朝日新聞社 (1997) による)。
野営集団の母体から斥候アリが辺りをくまなく探索する。

あらゆる穀類を喰い尽くしては次の場所へ移動していくように、グンタイアリは餌となる小動物を求めては彷徨し続けるのである。このアリによる捕食効果の高さは、「グンタイアリが通った後には昆虫の姿は見当たらない」と評されるほどである（グンタイアリの仲間は日本では沖縄などに分布しているが、その採餌規模はさほど大きくない）。これとは対照的に、定住巣から四方八方に働きアリが餌を探しに出かけるという種も多い。日本で普通に見られるクロクサアリ *Lasius fuliginosus* は、アブラムシが分泌する甘露を主たる餌源としており、巣と餌場とを結ぶ幹蟻道を作ることによく知られている（日本蟻類研究会, 1991）。この幹蟻道は、時に4~5 kmにもおおよび、巣を中心として放射状に伸びていることが多い（AKINO and YAMAOKA, 未発表）。この幹蟻道が張り巡らされた領域（およそ十数 km²）内は、クロクサアリの採餌テリトリーとなり、クロクサアリが優占種となる。筆者らの観察によると、これらの幹蟻道を往来する働きアリの列は、春から秋にかけて早朝から夜半までほとんど跡絶えることがなかった。ある主要な幹蟻道にそって帰巣してくる働きアリの数は毎分平均100~150個体にもおおよび、その7~8割が甘露を収集して帰巣してくるのに対して、残りの2~3割の働きアリが固形物を持ち帰ってきた。その内容は、ミミズの断片や、鳥の羽とそれに付着した肉片、小型の双翅目類、アブラムシの有翅虫を含む半翅目類、バッタなど大型昆虫のからだの一部、鱗翅目類の若齢幼虫、植物の種子や葉の一部など多岐にわたっていた（秋野ら, 未発表）。同様の観察は、エゾアカヤマアリ *Formica rufa* についても行われており、広い採餌テリトリーを持つことと、活動期間が春から秋にかけて長期に及ぶこと、多種にわたる昆虫や小動物が働きアリによって捕獲されることなどが示されている（SKINNER, 1980; SKINNER and ALLEN, 1996）。

以上に示したアリ類の天敵としての主な特徴、すなわち（1）種数が多いこと、（2）分布が広範なこと、（3）採餌対象が広範なこと、（4）活動期間が長いこと、そして（5）探索能力が高いことは、アリ類を生物的防除素材として害虫管理システムに利用する際の利点である。アリ類は、日本だけでもおよそ250種が知られており、その分布も北は北海道から南は沖縄まで日本全土に及んでいる（日本蟻類研究会, 1991）。したがって、多様な在来種から天敵として有用な種を選定することは十分可能であると考えられる。また、前稿（秋野・山岡, 1997）で紹介したように、アリの交信システムは化学物質に依存しているところが大きいと、信号化学物質を利用したアリ類の行動制御も大いに有望であろう。しかも、アリ

類は温度が下がらなければ年中活動するので、ハウス栽培などでは年間を通じた害虫管理システムを構築できる可能性を秘めている。さらに、捕食対象が広範なことは、低密度害虫や、新たに害虫化した昆虫種についても継続した害虫防除効果を期待できるであろう。

II アリによる害虫管理の実例

アリ類の天敵としての利用には上記のような有効性があるにもかかわらず、その有益性について明らかにされている例は、熱帯に分布する *Oecophylla*（ツムギアリ属）や *Dolichoderus*, *Anoplolepis*, *Wasmannia*, *Azteca*, 熱帯と亜熱帯に分布する *Solenopsis*（ヒアリ属）、および温帯にも分布する *Formica*（ヤマアリ属）のわずか7種に限られている（WAY and KHOO, 1992）。ここでは、ツムギアリ、ヒアリ、ならびにヤマアリの利用例を紹介する。

1 ツムギアリ

熱帯に分布するツムギアリは、冒頭で述べたように、中国南部や東南アジアで古くから天敵として利用されてきたアリ類である（HUANG and YANG, 1987）。このアリの巣は、幼虫が“つむぐ”糸で樹木の葉をつづって作られるためにその名がある。このため常緑の低木が多いところに分布を広げ、働きアリは一年中活動し続ける（BROWN, 1959; HÖLDOBLER, 1979, 1983）。コロニーは、最大1,600 m²の地域を採餌領域（テリトリー）として同種他コロニーに対しても排他的に維持しており、1個体の女王と数百万の働きアリと幼虫とから構成されている（HÖLDOBLER, 1979, 1983; WAY, 1954 a, b）。このアリは非常に攻撃的で、出会ったものに対してはそれが例えヒトであろうと攻撃を仕掛けるという。この無差別的な攻撃性を活かして、ツムギアリは実際これまでにココナツやコーヒー、マンゴー園などで、捕食性天敵として用いられてきている（表-1）。ここではココナツ園での利用例を紹介する。

ココナツの重要害虫であるヘリカメムシ類 *Amblypelta cocophaga* や *Pseudotheraptus wayi*, *P. devastans* の被害は、平均してココナツに50%の減収を生じさせている（JULIA and MARIAU, 1978）。地域によっては壊滅的な被害を受けることもまれではなく、このカメムシに対して殺虫剤を散布したところ収量が十倍に跳ね上がったという報告もあるほどである（WAY, 1953 a, b）。ツムギアリをココナツ園に導入したところ、このアリのテリトリー内にあるココナツの果実への加害はほとんどなくなり、収穫率はほぼ100%に達したという（JULIA, 1978; STAPLEY, 1973）。果実被害の減少率あるいは果実の収穫

表-1 捕食性天敵としてのツムギアリの利用例 (WAY and KHOO, 1992 より抜粋)

栽培園	<i>Oecophylla</i> 種	害虫種	地 域	文 献
ココナツ	<i>O. longinoda</i>	<i>Pseudotheraptus wayi</i>	東アフリカ	WAY (1953 a, b), VANDERPLANK (1960)
	<i>O. smaragdina</i>	<i>Amblypeita cocopnaga</i>	ソロモン諸島	BROWN (1959)
		<i>Brontispa longissima</i>	ソロモン諸島	STAPLEY (1980)
アブラヤシ	<i>O. smaragdina</i>	<i>Crematostopsyche pnedula</i>	マレーシア	WAY and KHOO (1992)
ココア	<i>O. longinoda</i>	<i>Distantiella theobroma</i>	西アフリカ	MARKIN et al. (1973)
		<i>Crematogaster</i> spp.	西アフリカ	STRICKLAND (1951 a, b)
		<i>Helopeltis theobroma</i>	マレーシア	WAY and KHOO (1989)
	<i>O. smaragdina</i>	<i>Pantorytes</i> spp	バブアニューギニア	ROOM (1975)
		<i>Pantorytes biplagiatus</i>	ソロモン諸島	STAPLEY (1973)
コーヒー	<i>O. longinoda</i>	<i>Antestiopsis intricata</i>	ガーナ	LENTON (1973)
カンキツ類	<i>O. smaragdina</i>	<i>Tessarotoma papillosa</i>	中国	HUANG and YANG (1987)
ユーカリ油	<i>O. smaragdina</i>	<i>Amblypelta cocophaga</i>	ソロモン諸島	MACFARLENE et al. (1976)
材木	<i>O. longinoda</i>	<i>Scolytidae, Platypodidae</i>	ガーナ	LENTON (1973)

率は、移植したツムギアリのコロニーの大きさに比例することも明らかにされている (STAPLEY, 1973)。

ツムギアリを害虫駆除に用いているソロモン諸島や東アフリカの国々では、園内のココナツのおよそ60～70%がツムギアリのテリトリー内に含まれるため、それだけでも経済的な損害は十分に抑えることができる。現在、コートジボワールでは、IPM (Integrated Pest Management) のための組織が設けられ、ココナツ園などにおける害虫管理策の一つとして、ツムギアリの導入が推進されている (MENGECH and SAXENA, 1995)。このような組織は、狂暴なツムギアリを生物防除素材として導入するには必要不可欠である。カメムシの1種 *Helopeltis broma* によってココナツが深刻な被害を受けているマレーシアでは、ツムギアリの有効性がわかっているにもかかわらず、積極的な導入がなされていない。ツムギアリの無差別な攻撃性がゆえに、当地のココナツ園の労働者がツムギアリを嫌悪するためだという (WAY and KHOO, 1989)。

2 ヒアリの場合

ヒアリ *Solenopsis* の仲間と襲われると焼けつくような痛みを伴うことから、このアリは fire ant (火蟻) と呼ばれ、人に対する害虫としてよく知られている。現在北米大陸にその分布を広げているヒアリ類の3種 *S. geminata* や *S. invicta*, *S. richteri* は、もともとは南米大陸の亜熱帯地域に分布していた種である (LOFGREN et al., 1975)。これらのヒアリは、北米で1918年に初めて記載されて以来、次第に北へと分布を広げてきた。今日アメリカ合衆国南部においては、1 ha 当たり少なくと

も6,000のコロニーが存在しているが、十分に成熟したコロニーはせいぜい50～60に過ぎないという。このアリによる被害は、主に農作業従事者にみとめられ、衛生害虫としてはかなり悪名が高い。一方、ヒアリ類は作物の種子をも餌として集めることから、農業上の害虫としても知られているが、ほとんど問題にされていないのが実情である。アメリカ合衆国では、ヒアリ類が衛生害虫として公式に問題化した1957年以来、その駆除に2億ドル以上の経費が使われてきたという。

しかし、近年ヒアリに対する評価は、害虫から有用昆虫に変わりつつある (表-2)。例えば、綿畑での重要害虫であるワタミゾウムシに対する密度抑制効果がその一例である (JONES and STERLING, 1979; FILLMAN and STERLING, 1983; 1985, STERLING, 1978; STRUM and STERLING, 1990)。多くの場合綿の栽培地は非常に暑く乾燥しているため、一般に天敵種が定着しにくい環境にある (HUNTER, 1971; LINCOLN, 1978)。そのためか、ここ80年ほどの間に試みられたワタミゾウムシに対する天敵導入のほとんどが失敗に終わり、それが成功する見込みはほとんどないと思われていた (LINCOLN, 1978)。ところが、STERLING (1971) によれば、ワタミゾウムシの幼虫期に置ける死亡要因の実に66%がヒアリによる捕食であったという。現地の綿畑において自然巢のヒアリによる捕食効果を調べたところ、ヒアリ専用ベイト剤でヒアリを除去した実験区では、ワタミゾウムシによる被害率が約40%に達するのに対し、ヒアリによる捕食が認められる場合にはその被害率が約15%近くまで減少することが明らかになった (JONES and STERLING,

表-2 ヒアリの利用例

作物/家畜	害虫種	参考文献
サトウキビ	メイガ幼虫	ADAMS et al. (1981)
		FULLER and REAGAN (1988)
綿花	ワタミゾウムシ	STERLING (1978)
		JONES and STERLING (1979)
		FILLMAN and STERLING (1983, 1985)
		STRUM and STERLING (1990)
	カメムシ	MCDANIEL and STERLING (1979, 1982)
牛	ハエ/コガネムシ	SUMMERLIN et al. (1977, 1984 ab)
		LEMKE and KISSAM (1988)

1979)。他の天敵種が定着しにくい環境下であるだけに、ヒアリによるワタミゾウムシの防除は有効な防除法になりうる可能性を秘めている (STRUM and STERLING, 1990)。

また、牛糞など糞食性のハエ幼虫 *Haematobia irritans* やコガネムシ *Onthophagus gazella* に対して、ヒアリが非常に有効な天敵であることが評価されており、実際にその防除に利用され始めている (LEMKE and KISSAM, 1988)。また、サトウキビの重要害虫種であるメイガ *Diatrea saccharalis* が卵期および若齢幼虫期にかなりヒアリによって捕殺されていることが明らかにされる (ADAMS et al., 1981) につれて、サトウキビ園へのヒアリ導入が試みられるようになった。

3 ヤマアリの場合

私たちが日頃よく目にするアリ類がこの仲間に当たる。主として温帯域に分布するヤマアリの仲間は、その活動性が温度依存的であり、とりわけ寒さが厳しくなる冬にはほとんど活動しないのが普通である。そのコロニーは、種によっては単女王制の種もあれば多女王制の種もあり、多様性に富んでいる。コロニーの採餌域は非常に広く、例えば *F. logubris* では 90 ha 以上にも及ぶという (CHERIX, 1980)。これまでもヤマアリの天敵としての有用性に関しては、ドイツを中心としたヨーロッパ諸国で研究が進められている (GOTWALD, 1986; WAY and KHOO, 1992) が、ここでは英米での研究例を紹介する。

イギリスの森林においては、*Formica rufa* が圧倒的な優占種としてその分布を広げている (SKINNER and ALLEN, 1996)。このアリは、松の葉などを集めて巣口に 1 m 以上の高さになる塚を作ることでも有名である。SKINNER and WHITTAKER (1981) は、人為的にこのアリを取り除いた実験区を作ることによって、*F. rufa* の採餌域においては食植性昆虫の密度が顕著に低くなることを示した。また、*F. rufa* の採餌域内においてもアリが登

れないようにグリースを処理したカシ樹においては、食植性昆虫の密度が有意に高くなることも示されている。同様にカエデの場合にも、*F. rufa* の採餌域では食葉性の鱗翅目類の幼虫密度がおおよそ 1/4 にまで低下し、葉の食害率はおおよそ 1/5 に抑えられることが報告されている (WARRINGTON and WHITAKER, 1985)。

また、アメリカ合衆国では、ナシ園におけるヤマアリ *Formica neoclara* の有効性が検討されている (PULSON and AKRE, 1991, 1992)。*F. neoclara* のコロニーは 500~25,000 個体の働きアリで構成されており、その約 30% が外役に従事している (PAULSON and AKRE, 1991)。コロニーは平均 179 m² の採餌域をテリトリーとしており、少なくとも 5 本のナシの樹を占有している。ここでは、ナシの害虫であるキジラミ科の *Cacopsylla pyricola* の葉当たりの個体群密度は、*F. neoclara* の採餌域のナシ樹の場合 1/5~1/30 にまで抑制されることが確認されている (PAULSON and AKRE, 1992)。

III アリ利用に置ける問題点

アリ類は、捕食性天敵として非常に優れた能力を持つにもかかわらず、実際に害虫管理に利用している国はいまだ数少ない。その利用に際しては、解決しなければならない問題点がいくつかあるのは事実である。ここでは、それらの問題点のうち、よく取り上げられる次の 2 点について述べる。

1 アブラムシとの共生

植物の篩管液を吸汁する同翅目類は、植物にとっては病原性ウイルスなどの媒介者ともなる重要害虫である。ところがよく知られているように、アリ類の多くは、甘露を排泄する同翅目類 (とりわけアブラムシ類) と“共生関係”を保っている。そのため、園芸農家にとっては、アブラムシを貪り喰うテントウムシが「益虫」であるのとは対照的に、アリはあまり好ましくない存在と写

るようだ。では、実際にこの“共生”関係が、「アリ」を利用することに対する障害になりうるのだろうか？

既に実例で紹介してきたように、捕食性天敵としてのアリの有効性は、そのマイナス面を補って余りあるものである。しかも、アブラムシによる被害に対して「アリ」は決して無力ではない。どうもアリとアブラムシの関係は“蜜月”のような関係ではないらしい (SAKATA 1994, 1995; BRETON and ADDICOTT, 1992)。つまり、アブラムシ個体群は絶えずアリによって“間引き”をうけている、すなわち個体数が増えると、アリにとってのアブラムシの価値が「乳牛」から「肉牛」へと変わるといのである。冒頭でも紹介したように、アリによる被食者リストにはアブラムシ類も多く含まれている (AKINO and YAMAOKA, 未発表; SKINNER, 1980; SKINNER and ALLEN, 1996)。つまり、アリにとって生きているアブラムシの価値は、コロニーに必要な糖分とミネラルを供給することにのみあり、両者の“共生”関係はどうも絶対的なものではないらしい。とすれば、例えば糖分やミネラルを十分に供給することによって、アリによるアブラムシ駆除が実現する可能性も十分にあると見込まれる。このような観点からのアリ類の利用研究は今後の課題の一つであろう。

2 人工的な大量増殖

生物的防除素材としての利用に際して問題にされるもう一つの点は、アリ類の人工的な大量増殖の可能性についてである。ただし、大量増殖と言ってもアリ類の場合は個体の大量増殖ではなく、コロニーの大量形成という意味である。少なくとも現在商品化されている生物的防除素材については、人工的な大量増殖が可能なこと（あるいは可能にしたこと）が、その商業ベースでの成功の鍵の一つとなっている。これによって、生産農家の必要に応じて天敵を供給する体制が確立されるからである。これに対して、アリ類ではどうかというと、その繁殖行動などに関する研究はあるものの、人工的にアリを増やすという観点から行われた研究はほとんどない。アリを使った害虫管理を実践している国々においてさえも、商業ベースに耐えられるほどの大量増殖技術は確立されておらず、もっぱら野外で採集してきたアリの巣を設置するというのが一般的である。

このように、従来の天敵利用に必要とされたような大量増殖技術を必要としない点、実は、アリ類を用いた害虫管理の特性だともいえる。アリ類では、採餌対象が広く、しかもその社会（コロニー）は非常に安定しているため、一度その導入に成功すると広範な害虫種に対してほぼ永続的な効果を示し続けるのである。したが

って、再三にわたる導入は必要とされない。これらは、「アリによる害虫管理」を実践している東南アジアや中国の例からも明らかである。

だからといって、アリ類の人工的増殖が不必要というわけではない。おそらく、今日まで実践されてきたアジア的スタイルのアリ利用においては、その必要性を見いださなかっただけなのであろう。今、欧米諸国が、そのアリ利用の中にミツバチやマルハナバチに見いだしたような有益性を見だし始めている。研究いかんによっては、アリ類の人工的増殖も十分に可能になるだろう。

IV ま と め

アリを使った害虫防除、それは最も古くから実践されてきた生物的防除法であると同時に、生物的防除法としてはまさに理想的な様相を呈している。その有効性は、本稿で紹介したように、世界各地で実証されつつある。そういった目で自然界を眺めて見ると、実に多くの植物がアリを食植性昆虫からのボディガードとして雇っていることに気付く。植物によっては、ボディガード役のアリのために巣と餌資源を提供するような形態変化を伴った共進化が認められているほどである (BEATTIE, 1985; HÖLDOBLER and WILSON, 1990)。人が農耕を始めるはるか以前から、植物はアリによる食植性昆虫防除を実践しているともいえるのである。

現在の日本の農業事情を考慮すると、アリによる害虫管理は、露地・施設栽培の果樹や野菜に対してとりわけ有効に働くものと考えられる。今後、日本在来種の中から生物的防除素材として有効な種を検索していくに当たっては、(1)コロニーあたりの採餌範囲が広範なもの、(2)他種のアリとあまり競合しないか優先種となりうるもの、(3)可能であれば多女王性のもの、などの資質を選抜対象にしていくとよいだろう。多女王性のコロニーは、単女王性コロニーと比べて分割するのが容易であるからである (WAY and KHOO, 1992)。また、導入方法については利用する種の生活形態によって異なってくるであろう。アリに餌と快適な生活空間を与えるアリ植物のように、われわれもボディガードとしてアリを雇い入れるためには、知的・実的な準備を今始めなければならない。

謝辞

本稿の執筆に際し、害虫防除に関する興味深い研究例を紹介していただいたイギリスサウサンプトン大学 Dr. P. E. HOUSE, Dr. J. J. KNAPP, Dr. K. UDERWOOD, ならびに蚕糸・昆虫農業技術研究所若村定男博士に感謝の意を表

する。

参 考 文 献

- 1) ADAMS, C. T. et al. (1981) : Environ. Entomol. 10: 415~418.
- 2) 秋野順治・山岡亮平 (1997) : 植物防疫 51: 429~435, 477~480.
- 3) BEATTIE, A. (1985) : The Evolutionary Ecology of Ant-Plant Mutualism. New York: Cambridge Univ. Press. 182 pp.
- 4) BRETON, L. M. and J. F. ADDICOTT (1992) : Ecology 73: 2175~2180.
- 5) BRIAN, M. V. (1952) : J. Anim. Ecol. 21: 12~24.
- 6) BROWN, E. S. (1959) : Bull. Entomol. Res. 50: 523~558.
- 7) CHERIX, D. (1980) : Insectes Soc. 27: 226~236.
- 8) ESQUIVAL, R. E. A. (1983) : Entomol. News Int. Soc. Sugar Cane Technol. 14: 6~7.
- 9) FILLMAN, D. A. and W. L. STERLING (1983) : Entomophaga 28: 339~344.
- 10) ——— and ——— (1985) : Agric. Ecosys. Environ. 13: 93~102.
- 11) FITTKAU, E. J. and H. KLINGE (1983) : Biotropica 5: 2~14.
- 12) FLINT, M. L. and R. VANDEN BOSCH (1981) : Introduction to Integrated Pest Management. Plenum: New York and London, pp. 240.
- 13) FULLER, B. W. and T. E. REAGAN (1988) : J. Econ. Entomol. 81: 713~717.
- 14) GIRLING, D. J. (1978) : Bull. Entomol. Res. 68: 471~488.
- 15) GOTWALD, W. H. (1986) : The beneficial economic role of ants. In Economic Impact and Control of Social Insects (VINSON, S. B. ed.) pp. 290~313.
- 16) HÖLDOBLER, B. (1979) : Z. Tierpsychol. 51: 201~213.
- 17) ——— (1983) : Biotropica 15: 241~250.
- 18) ——— and E. O. WILSON (1990) : The ants. The Berknap Press of Harvard University Press. 733 pp.
- 19) HUANG, H. T. and P. YANG (1987) : Bioscience 37: 665~671.
- 20) HUNTER, P. E. (1971) : J. Ga. Entomol. Soc. 6: 51~53.
- 21) KAJAT, A. et al. (1971) : Ekol. Pol. 19: 223~233.
- 22) JONES, D. and W. L. STERLING (1979) : Environ. Entomol. 8: 1073~1077.
- 23) JULIA, J. F. (1978) : Oleagineux 33: 113~118.
- 24) ——— and D. MARIAU (1978) : Oleagineux 33: 65~75.
- 25) LEMKE, L. A. and J. B. KISSAM (1988) : J. Econ. Entomol. 81: 855~858.
- 26) LENTON, D. (1973) : PANS 19: 311~341.
- 27) LINCOLN, C. (1978) : S. Co-op. Ser. Bull. 228: 126~130.
- 28) LOFGREN, C. S. et al. (1975) : Annu. Rev. Entomol. 20: 1~30.
- 29) MACFARLENE, R. et al. (1976) : Commonw. For. Rev. 55: 133~139.
- 30) MARKIN, G. P. et al. (1973) : Ann. Entomol. Soc. Am. 66: 803~809.
- 31) MCDANIEL, S. G. and W. L. STERLING (1979) : Environ. Entomol. 8: 1083~1087.
- 32) ——— and ——— (1982) : Ann. Appl. Biol. 107: 271~277.
- 33) MCIVER, J. D. and G. STONDEAHL (1993) : Annu. Rev. Entomol. 38: 351~379.
- 34) MENGECH and SAXENA (1995) : Integrated Pest Management in the Tropics Current Status and Future Prospects. John Wiley & Sons, 171 pp.
- 35) NEEDHAM, J. (1986) : Science and Civilisation in China Vol. VI, Biology and Biological Technology, Part 1: Botany. Cambridge University Press; Cambridge, 718 pp.
- 36) 日本蟻類研究会 (1991) : 日本産アリ類の検索と解説.
- 37) PAULSON, G. S. and R. D. AKRE (1991) : J. Econ. Entomol. 84: 1437~1440.
- 38) ——— and ——— (1992) : ibid. 85: 70~73.
- 39) RISCH, S. J. (1981) : ibid. 74: 88~90.
- 40) ROOM, P. M. (1975) : Aust. J. Zool. 23: 71~89.
- 41) SAKATA, H. (1994) : Res. Popul. Ecol. 36: 45~51.
- 42) ——— (1995) : ibid. 37: 159~164.
- 43) SKINNER, G. J. and W. ALLEN (1996) : Ants, The Richmond Publishing, 83 pp.
- 44) ——— (1980) : J. Anim. Ecol. 49: 381~394.
- 45) ——— and J. B. WHITTAKER (1981) : ibid. 50: 313~326.
- 46) STAPLEY, J. H. (1973) : Outlook Agric. 7: 211~217.
- 47) ——— (1980) : Alafua Agric. Bull. 5: 17~22.
- 48) STERLING, W. L. (1971) : Tex. Agric. Exp. Stn. Misc. Publ. 933: 1~12.
- 49) ——— (1978) : Environ. Entomol. 7: 564~568.
- 50) STRICKLAND, A. K. (1951 a) : Bull. Entomol. Res. 41: 725~748.
- 51) ——— (1951 b) : ibid. 42: 65~103.
- 52) STRUM, M. M. and W. L. STERLING (1990) : Environ. Entomol. 19: 59~65.
- 53) SUMMERLIN, J. W. et al. (1974) : ibid. 6: 440~412.
- 54) ——— et al. (1984 a) : ibid. 13: 1161~1163.
- 55) ——— et al. (1984 b) : ibid. 13: 1405~1410.
- 56) TRIVERS, R. (1985) : [中嶋康裕・福井康雄・原田恭志訳, (1990) : Social Evolution—生物の社会進化. 東京: 産業図書, 582 pp.]
- 57) VANDER PLANK, F. L. (1960) : J. Anim. Ecol. 29: 15~33.
- 58) WARRINGTON, S. and J. B. WHITTAKER (1985) : J. Appl. Ecol. 22: 775~785.
- 59) WAY, M. J. (1953 a) : Bull. Entomol. Res. 44: 657~668.
- 60) ——— (1953 b) : ibid. 44: 669~691.
- 61) ——— (1954 a) : ibid. 45: 93~112.
- 62) ——— (1954 b) : ibid. 45: 113~134.
- 63) ——— and K. C. KHOO (1989) : J. Plant Prot. Tropics 6: 1~11.
- 64) ——— and K. C. KHOO (1992) : Annu. Rev. Entomol. 37: 479~503.
- 65) WILSON, E. O. (1959) : Ecology 40: 437~447.
- 66) ——— (1975) : The Insect Societies. Harvard University press, Cambridge, MA, 548 pp.