

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：13701

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26650162

研究課題名(和文)死骸を利用したコロニー防衛の機能解明

研究課題名(英文)Evaluation of mechanisms in defensive behaviors using by dead ant bodies

研究代表者

土田 浩治(Tsuchida, Koji)

岐阜大学・応用生物科学部・教授

研究者番号：00252122

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：ハダカアリ(*Cardiocondyla kagutsuchi*)には、巣の入口(巣口)に他種のアリの死体を積み上げる行動が観察される。我々は、この行動を、死体の忌避作用を利用した防御行動(Zombie defense)であると考え、野外調査と室内実験を行った。その結果、(1)野外では、トビロシワアリの死骸が集められることが多く、これは生息地周辺にトビロシワアリが優先しているからだと考えられた。(2)Zombie defenceは生きたハダカアリとの接触によって解発され、攻撃側のトビロシワアリの個体数が多いほど、その継続時間も長かった。また、利用される個体は、死亡直後の死体を利用された。

研究成果の概要(英文)：In the ant *Cardiocondyla kagutsuchi*, dead ant piles around its nest entrance are frequently observed in the field. We hypothesize this behavior as defensive one (Zombie defense) utilizing well known repellent effect in dead ant bodies, and conducted field and experimental studies. The results were as follows; (1) In the fields, the dead ant piles were constructed with the dead bodies of the ant *Tetramorium tsushimae*, which in general the most abundant species around the environment where the colonies of *C. kagutsuchi* were present, (2) Zombie defense behavior was elicited by the contact with live individuals of *T. tsushimae*, and the duration of Zombie defense became longer, as the number of offensive number of the ant *T. tsushimae*. The utilized dead bodies were usually fresh killed ones of *T. tsushimae*.

研究分野：昆虫生態学

キーワード：ゾンビディフェンス ハダカアリ 防衛 死骸

1. 研究開始当初の背景

ハダカアリ *Cardiocondyla kagutsuchi* は、働きアリの体長が2 mm ほどの小型のアリで、日本では関東以南の主に海岸沿いから八重山諸島にかけて分布している。このアリの巣穴付近には、しばしば他種のアリの死骸が確認されており、他種アリの死骸を巣穴付近に運ぶハダカアリの行動も、しばしば観察される。申請者らはアリの死骸で覆われたハダカアリの巣穴から、実験的に死骸を完全に除去したところ、5分以内にトビイロシワアリ *Tetramorium tsushimae* がそのハダカアリの巣穴の土を大顎で広げ、巣の内部に侵入する様子が確認している。このことは、ハダカアリは他種のアリの死体置き場に巣穴を潜ませ、コロニーを他種アリから守っていることを示唆している。つまり、他種のアリの死骸を利用し、自種のコロニーを防御している可能性を示唆している。通常、社会性昆虫では、死骸は忌避されるものであり、病原菌の感染源であると考えられている。我々は、この行動をアリの死骸の忌避効果を利用した巣の防衛行動(ゾンビディフェンス; Zombie defense)であり、この忌避効果を利用して、巣を防衛しているものと考えた。

2. 研究の目的

ハダカアリ *Cardiocondyla kagutsuchi* に見られる、他種のアリの死骸を利用した、バリエードの作成(ゾンビディフェンス; Zombie defense)の適応的意味を明らかにすることである。そのために、野外調査と室内実験をおこなった。

- (1) 各生息地において野外調査を行い、ゾンビディフェンスで使用される死骸の種構成を明らかにする。
- (2) 各地から採集された死骸を使い、室内飼育コロニーで再現実験を行った。さらに、実際に他種のアリからの攻撃を室内実験で再現し、ゾンビディフェンスの解発に関わる要因について明らかにした。

3. 研究の方法

(1) 野外調査

ハダカアリのコロニーの周りの他種アリの生息状況と、ゾンビディフェンスの発生数を調査した。また、利用されている死骸の種構成も調査した。

(2) 室内実験

室内実験により、以下の要因について解明した。(A)ゾンビディフェンスには他種との接触が必要なのか、揮発成分だけで誘発されるのか、(B)攻撃側の個体数に応じて、ゾンビディフェンスに使われる死骸の個体数や継続時間が変化するのか。

4. 研究成果

(1) 野外調査

ハダカアリの巣の入口の調査を行ったと

ころ、他種がいる状況でゾンビディフェンスが観察される有意な傾向が観察された。

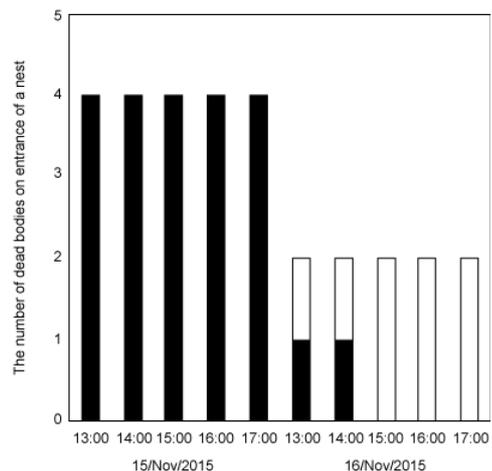
	他種がない	他種がいる
死骸なし	13	8
死骸あり	4	34

Fisher's exact test P= 0.000058

死骸として利用されていた種はトビイロシワアリ(*Tetramorium tsushimae*)が優占種であった。

アリ種	死骸 (系統A)	他種アリ (系統A)	死骸 (系統C)	他種アリ (系統C)	死骸 (系統D)	他種アリ (系統D)
<i>Anoplolepis gracilipes</i>				3		
<i>Camponotus vitiosus</i>		10				
<i>Cardiocondyla kagutsuchi</i>	10		4			
<i>Crematogaster nawai</i>		5				2
<i>Crematogaster sp.</i>	2					
<i>Crematogaster teranishii</i>		36				
<i>Formica japonica</i>		2				
<i>Formica lemani</i>		6				
<i>Monomorium chinense</i>	2	13	4	70		9
<i>Nylanderia flavipes</i>	1	3				
<i>Nylanderia nubatama</i>				12		
<i>Nylanderia ryukyuensis</i>				2		
<i>Nylanderia sakurae</i>		12				
<i>Nylanderia sp.</i>			1			
<i>Ochetellus glaber</i>		3				
<i>Pachycondyla chinensis</i>					21	7
<i>Pheidole fervida</i>	19	9				
<i>Pheidole noda</i>	16	56				4
<i>Pheidole pieli</i>	1	2	36	15		
<i>Pheidole sp.</i>	1		1			
<i>Pristomyrmex pungens</i>	14	16			2	1
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	6	2				
<i>Techonimyrmex burunneus</i>	1					
<i>Tetramorium bicarinatum</i>	4	3	9	9		10
<i>Tetramorium lanuginosum</i>				1		
<i>Tetramorium tsushimae</i>	36	28		43	22	
クモの頭			1			
蟻翅目の頭			1			

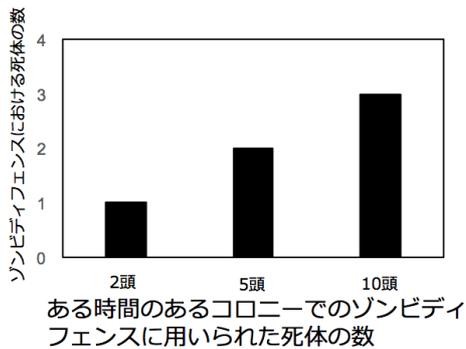
下の図は実験開始日に死亡させた個体を黒棒、2日目に死亡させた個体を白棒で表した。その結果、ゾンビディフェンスに使用される死体は、死後2日までは使われるが、それ以降は更新される傾向にあった。すなわち、新鮮な個体ほど、ゾンビディフェンスの材料として使われることが明らかとなった。



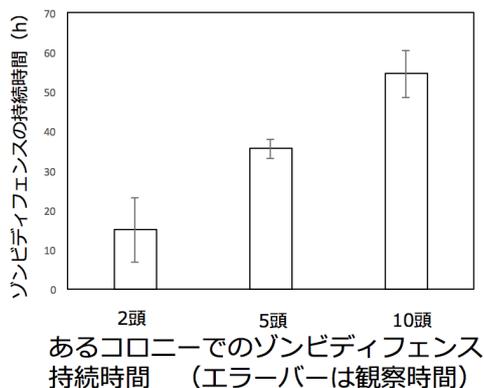
(2) 室内実験

ゾンビディフェンスはトビイロシワアリとの接触によって解発された。

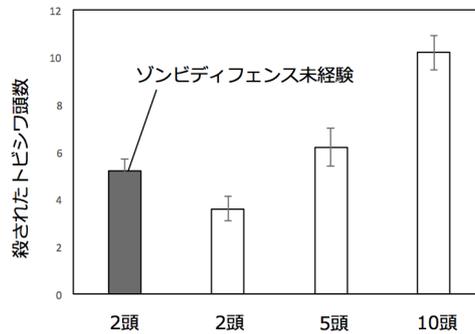
トビロシワアリの死骸5匹をハダカアリのコロニー内に導入し、同時にトビロシワアリの生きたワーカーを2, 5, 10匹の数で導入したところ、ゾンビディフェンスに使用された死骸数が、導入した生きたトビロシワアリの数と比例した関係となった(2頭 < 5頭 < 10頭, GLM $P < 0.05$)。これは、トビロシワアリの数が多いほど、念入りにゾンビディフェンスをしているものと考えられた。



ゾンビディフェンスが開始されて終了するまでの時間経過を測定したところ、導入したトビロシワアリの個体数が多いほど、ゾンビディフェンスの開始が早く、また、終了も遅くなり、継続時間が長くなることが明らかとなった(2頭 < 5頭 < 10頭, GLM $P < 0.05$)。このことは、トビロシワアリの個体数が多いほど、ゾンビディフェンスを長く継続させていると考えられた。



トビロシワアリを導入したあとにどの程度のトビロシワアリがハダカアリに殺されるのかを観察したところ、トビロシワアリの個体数が増えるほど、殺される個体数も増加することが明らかとなった(2頭 < 5頭 < 10頭, GLM $P < 0.05$)。このことは、トビロシワアリの個体数が増えるほど、反撃行動の強さが高まることを示していると考えられた。



ハダカアリが殺したトビロシワの数
(エラーバーはコロニー)

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 2件)

Okita I, Tsuchida K (2016) Clonal reproduction with androgenesis and somatic recombination: the case of the ant *Cardiocondyla kagutsuchi*. *The Science of Nature* **103**, 1-6. DOI:

10.1007/s00114-016-1349-0

Okita I, Terayama M, Tsuchida K (2015)

Cryptic lineages in the *Cardiocondyla* sl. *kagutsuchi* Terayama (Hymenoptera: Formicidae) discovered by phylogenetic and morphological approaches.

Sociobiology **62**, 401-411. DOI:

10.13102/sociobiology.v62i3.805

〔学会発表〕(計 2件)

奥野正樹・沖田一郎・土田浩治 : 死骸を利用した巣の防衛: ゾンビディフェンスの効果. 第62回日本生態学会(鹿児島大学、鹿児島市)2015年3月20日

奥野正樹・沖田一郎・土田浩治 : ゾンビディフェンス - 死骸を利用したハダカアリのコロニー防衛 -. 第63回日本生態学会(仙台市国際センター、仙台市)2016年3月22日

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

土田 浩治 (Tsuchida Koji)
岐阜大学・応用生物科学部・教授
研究者番号：00252122

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：