

新潟県海岸地域におけるアリ相：環境教育教材としてのアリ類の利用

Ant fauna of coastal area in Niigata: application of ants as an environmental education tool

山口 勇気¹⁾・土田 大輔²⁾・工藤 起来²⁾

Yuki YAMAGUCHI¹⁾, Daisuke TSUCHIDA²⁾ and Kazuyuki KUDÔ²⁾

Abstract

Ant fauna was resurveyed at campus of Ikarashi in Niigata University. Collections were carried out every week from April to November in 2014 at eight sites of the campus, using three different collection methods (hand collection, pitfall traps and honey bait traps). A total of 18 species belonging to four subfamilies (Formicinae, Dolichoderinae, Myrmicinae and Ponerinae) and 15 genera were collected. The eight sites were divided into three groups by the similarity of the ant species composition. Division into the three groups may be due to vegetation, food preferences of ants and soil characteristics. Ants are among the most suitable groups of animals for community characterization, since they are diverse, very abundant and occur virtually in all ecosystems. Our results showed a further evidence that ants are reliable ecological indicators for evaluating environmental conditions. We propose that monitoring ant fauna is a good tool to apply environmental education.

Key words: Formicidae, ant fauna, Niigata University, environmental education

1. はじめに

アリはハチ目スズメバチ上科アリ科 (Formicidae) に属する昆虫で、日本産アリ類図鑑 (2014) によれば、日本には10亜科59属295種が生息する。アリは砂漠や草原、森林など、南極と北極を除く陸上のあらゆる環境に適応し分布していることに加え、その生態は多様で、例えば食性は肉食や草食、菌食、雑食とさまざまである。また、営巣場所も地中や朽木、枯れ枝など多岐にわたる。さらに、アリは被食や捕食はもちろん、共生などといった関係で、多くの生

物とつながりをもっている。

アリは多くの生物と関わっていることから、「環境指標動物」として多くの地域で調査されてきた。日本国内で行われたいくつかの研究を述べる。頭山と中越 (1994) は、広島県北西部の植林地と二次林においてアリ類を含む土壌動物相を調査し、植物種数が多い森林にはアリの種数も多いと報告した。Maeto & Sato (2004) は、四万十川流域において原生林及び二次林、植林地のアリ相を調査し、原生林と人の手が加わった森林 (二次林と植林地) の間ではアリ相が異なっていたことから、アリ相が森

2015.6.29. 受理

1) 新潟大学大学院自然科学研究科：Graduate School of Science and Technology, Niigata University

2) 新潟大学教育学部：Faculty of Education, Niigata University

林変化による攪乱や森林回復の度合いを示す指標になると報告した。Katayama & Tsuji (2010) は亜熱帯に位置する沖縄島北部国頭村において村落と森林のアリ相を調査し、森林よりも村落で多くのアリ種が採集され、人的攪乱に強く世界中の熱帯・亜熱帯に分布域を広げているアリ種が多く生息していたと報告した。また、著者らは森林に比べて人的攪乱の大きい村落では、先駆者の植物種であるアカメガシワ (*Mallotus japonicus*) が優勢であるため、アカメガシワの分泌する花外蜜を好むアリが多く採集されたと述べた。一方、森林環境以外のアリ相調査の例もある。Yamaguchi (2004) は東京と千葉市において都市公園のアリ相を調査し、都市化の進行に伴って周囲の環境から隔離された東京の公園ではアリの種数が少なかったことから、アリが都市環境の変化における生物指標になると述べた。

日本産アリ類画像データベース (2008) によると、新潟県では4亜科24属47種のアリの生息が確認されている (ヤマアリ亜科6属23種、カタアリ亜科1属1種、フタフシアリ亜科13属18種、ハリアリ亜科4属5種)。しかし、その後の研究から新潟県内にはさらに多くのアリ種が生息することが報告されてきた。例えば、山口他 (2009) は新潟県十日町市において朽木に営巣するアリ類についての調査を行い、これまで新潟県で報告されていなかったハヤシクロヤマアリ (*Formica hayashi*) やヒゲナガケアリ (*Lasius productus*)、ノコバウロコアリ (*Pyramica incerta*) の3種の生息を報告した。また、酒井 (2011) は、山口他 (2009) が調査を行った場所で朽木内に営巣する種を含めたアリ相について包括的な調査を行ない、ハヤシナガアリ (*Stenamma owstoni*) とヒメムネボソアリ (*Temnothorax arimensis*)、チャイロムネボソアリ (*Temnothorax kubira*)、キイロカドフシアリ (*Myrmecina flava*)、ケブカハリアリ (*Pachycondyla pilosior*) の5種が新潟県で生息していたことを初めて報告した。落葉広葉樹が多く見られる新潟県十日町市内の里山地域とは異なり、新潟県の海岸沿いでクロマツ (*Pinus thunbergii*) が多く植樹された新潟大学五十嵐キャンパスにおいても、山口他 (2011) がアリ相を調査している。それによれば、見つけ捕りや蜂蜜トラップ、ピットフォールトラップの3種類の方法を用いて、4亜科9属9種のアリが採集され、新潟県では未報告であったヒラフシアリ (*Technomyrmex gibbosus*) やクロナガアリ (*Messor aciculatus*) が生息していた。

山口他 (2011) は新潟大学五十嵐キャンパスにお

いてアリ相を調査したが、調査地点はキャンパス内のわずか3地点であった。また、山口他 (2011) では、落葉広葉樹が比較的多く、豊かなアリ相が期待される「大学の森」における調査は1地点だけであった上、キャンパス内の異なる植生や土壌に生息するアリ相との間で十分な比較がされなかった。実際、2013年には「大学の森」において、山口他 (2011) の調査では報告されなかったイトウオオアリ (*Camponotus itoi*) が学生実習で採集されている。そこで本研究では、新潟大学五十嵐キャンパスにおけるより精度の高いアリ相を知るために、落葉広葉樹が多く見られる「大学の森」における複数地点を加え、山口他 (2011) より多い8地点で調査を行った。また、本研究では調査地点だけでなく、調査回数も増やした。山口他 (2011) は2010年に5月から11月までの間に13回の調査を行った。本研究では1年間のアリの活動期に24回の調査を行った。このように採集努力を増やしたことにより、アリ相を正確に評価できることが期待される。本研究では、新潟大学五十嵐キャンパスにおけるアリ相を再評価することに加え、植生や土壌の質が異なる地点間でアリ相を比較した。もし異なる植生の中でアリ相が異なるならば、アリ相を調査することにより、ある場所の環境をモニタリングすることの意義があると言える。最近、山口他 (2011) や岩西他 (2014) は、アリ相を調査することにより環境教育が実践される機会に結びつくと述べている。近年、世界規模で生物多様性が減少していることを耳にするが、身近な生物が生息場所の環境とどのように調和を保っているかを知る機会は少ない。本研究で得られた結果から、身近な動物であるアリにより多様な環境を評価することができるかについても考察する。

2. 方法

2-1. 調査地

新潟大学五十嵐キャンパス (37°52'N, 138°56'E) 内の8地点で野外調査を行った (図1)。地点AとBは新潟大学人文学部棟の裏に位置する「大学の森」で、クロマツ (*Pinus thunbergii*) に加え、オオシマザクラ (*Cerasus speciosa*) やエノキ (*Celtis sinensis*)、ハゼノキ (*Rhus succedanea*) などの落葉広葉樹が混在する雑木林である。地点Cは大学の森に隣接する「ゆきつばき園」で、植樹されているユキツバキ (*Camellia rusticana*) のほかに、コナラ (*Quercus serrata*) やミズナラ (*Quercus crispula*)

などの落葉広葉樹が混在する。地点Dは中門付近の遊歩道沿いで、日当たりがよく、ソメイヨシノ (*Cerasus × yedoensis*) が植樹されている。地点Eは、新潟大学五十嵐地区職員宿舎の裏で、クロマツが優占する。地点Fは、新潟大学五十嵐地区学生寄宿舍の横で、日当たりがよく、クロマツとハリエンジュ (*Robinia pseudoacacia*) が点在する。地点Gは、学生会館・第3学生食堂の裏に位置する「いいいの森」で、クロマツに加え、オオシマザクラやヌルデ (*Rhus javanica*) などの落葉広葉樹と、モッコク (*Ternstroemia gymnanthera*) やエゾユズリハ (*Daphniphyllum macropodum*) などの常緑樹が混在する。地点Hは、陸上競技場に面した海側のフェンス沿いで、日当たりがよく、下草の少ない開けた場所に、クロマツに加え、ハリエンジュやエノキなどの落葉広葉樹と、モッコクやシロダモ (*Neolitsea sericea*) などの常緑樹が散在する。土壌はすべての地点において砂質であるが、「大学の森」内の地点AとBは、遊歩道に敷き詰められているウッドチップが土壌に混入している。

調査地点を選定するにあたり、後で述べる複数の採集方法を行なって採集ができるかを重視した。また、地点間で主に植生が異なることにも着目した。地点A～CおよびGでは広葉樹が多くみられ、地点Eでは針葉樹(クロマツ)が多くみられた。地点D、F、Hは、地点A～CおよびGとは異なり、日当た

りが良く開けた環境である。地点AとBは、近接しすぎない程度(およそ40m)離れていた。地点Aはクロマツに加えてアカメガシワやエノキなどの落葉広葉樹やモッコクやヤツデ (*Fatsia japonica*) などの常緑樹が混在する雑木林の遊歩道沿いである。地点Bは遊歩道から外れており、クロマツと落葉広葉樹(ヌルデやオオシマザクラ)が多くある林内である。本研究では山口他(2011)と比べて調査頻度が高く、トラップの設置数も増やしたことから、地点EとHについても、山口(2011)と同じ場所ではあるが、改めて調査を行った。

2-2. 採集方法

調査は2014年4月15日～11月27日までの間、ほぼ1週間に1回の間隔で計24回(調査間隔：A～D： 9.22 ± 0.743 日、E～H： 9.69 ± 0.776 日、平均 \pm SE)行った。毎回の調査では、各地点で、以下の3種類の採集法によりアリを採集し、採集したアリを、70%エタノールに保存した。

- (1) 見つけ捕り：吸虫管を用いて、30分間歩きながら見つけたアリを全て採集した。ただし、行列を形成していたアリについては、その中から1個体だけを採集した。
- (2) ピットフォールトラップ：各地点で、洗剤水を入れた紙コップを直線上に約1m間隔で10個ずつ設置した。翌日、紙コップを回収し、トラップ内

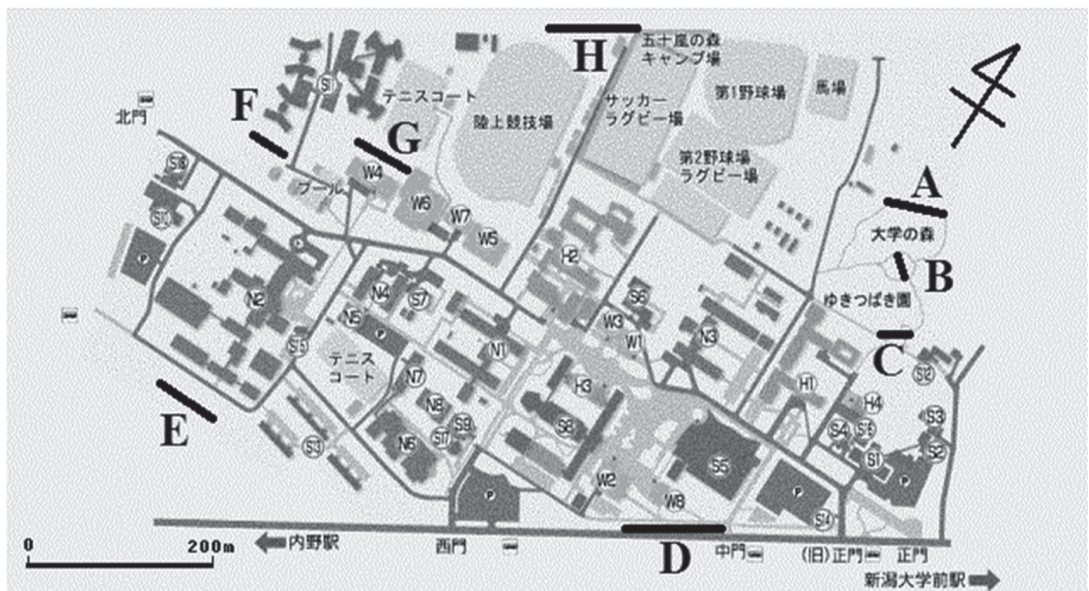


図1. 新潟大学五十嵐キャンパス内の調査地点(地点A～H)

に落下したアリを採集した。

- (3) 蜂蜜トラップ：各地点において、10本の樹木のそれぞれ1箇所の地上約1mの高さに、蜂蜜を染み込ませた脱脂綿(3cm×3cm)を固定し、1時間後に誘引されたアリを採集した。トラップを設置した樹木については、表1に述べるとおりであるが、その選出は任意に行った。

2-3. 同定

双眼実体顕微鏡(SZ61-11ST72-C, OLYMPUS)を使用し、70%エタノールに保存したアリを日本産アリ類画像データベース(アリ類データベース作成グループ, 2008)や日本産アリ類図鑑(2014)によって同定した。

2-4. アリ相の類似度

2地点間のアリ相の類似度を検討するため、Jaccard指数(CC)を使用した。

$$CC = \frac{c}{a+b-c}$$

aとbは、それぞれ比較する2地点で採集されたアリの種数、cは2地点で採集された共通種数である。CCの値が大きいかほど類似度が高く、値が1のときには比較した2地点間のアリ相が完全に一致することを意味する(三山, 2007)。

3. 結果

3-1. 種構成

3-1-1. 採集されたアリ種

本研究では、新潟大学五十嵐キャンパス内の8地点で、3種類の採集方法を用いて4亜科15属18種

のアリを採集した(表2)。ヤマアリ亜科のアリが5属8種、カタアリ亜科のアリが1属1種、フタフシアリ亜科のアリが8属8種、ハリアリ亜科のアリが1属1種であった。表2は、採集地点別の各種の採集回数についても示している。全ての地点で採集された種は、アメイロアリ(*Nylanderia flavipes*)とサクラアリ(*Paraparatrechina sakurae*)、ハリブトシリアゲアリ(*Crematogaster matsumurai*)、アミメアリ(*Pristomyrmex punctatus*)、トフシアリ(*Solenopsis japonica*)の5種であった。各地点で最も多く採集された種は、地点AとGではヒゲナガケアリ(*Lasius productus*)、地点Bではヒゲナガケアリとアメイロアリ、地点Cではヒゲナガケアリとアミメアリ、地点DとHではトビイロシワアリ(*Tetramarium tsushimae*)、地点EとFではアメイロアリであった。クロオオアリ(*Camponotus japonicus*)とクロナガアリ(*Messor aciculatus*)は地点Hでのみ採集された。後で詳しく述べるが、8地点間で採集された種数は異なり、地点Eでは8種だったが、地点Hでは16種だった(平均±SE, 11.13±2.30)。

3-1-2. 出現頻度による類分け

日本産アリ類画像データベース(アリ類データベース作成グループ, 2008)によれば、全国の地方区分ごとに、アリ種の出現頻度からみた類分けがされている。明確な基準は述べられていないが、出現頻度が高い種から順に、“最普通種”、“普通種”、“稀な種”、“極めて稀な種”に類分けがされている。新潟県を含む中部地方に分布するアリ種の類分けをみると、本研究で採集されたアリについては、“最普通種”が10種、“普通種”が8種であった(表2)。“稀な種”や“極めて稀な種”に分類される種は採集さ

表1. 各地点における蜂蜜トラップを設置した樹木

地点A:	クロマツ2本, ナナカマド(<i>Sorbus commixta</i>)2本, アカメガシワ2本, モッコク1本, エノキ1本, ハリエンジュ1本, オオシマザクラ1本
地点B:	スルデ4本, オオシマザクラ3本, クロマツ2本, ネムノキ(<i>Albizia julibrissin</i>)1本
地点C:	コナラ3本, ユキツバキ3本, ミズナラ2本, エノキ1本, シナノキ(<i>Tilia japonica</i>)1本
地点D:	ソメイヨシノ8本, ネムノキ2本
地点E:	クロマツ10本
地点F:	クロマツ5本, ハリエンジュ5本
地点G:	クロマツ3本, モッコク2本, ソメイヨシノ2本, ワジュロ(<i>Trachycarpus fortunei</i>)1本, コマユミ(<i>Euonymus alatus</i>)1本, エゾユズリハ1本
地点H:	クロマツ3本, ハリエンジュ2本, ソメイヨシノ2本, エノキ2本, シロダモ1本

表2. 採集したアリとその類分けや生息型、および採集頻度、各地点にある数字は、採集回数を示す

亜科名および種名	類分け※1	生息型※2	本調査で新たに 捕獲された種	採集地点													
				A	B	C	D	E	F	G	H						
Formicinae ヤマアリ亜科																	
<i>Camponotus viliosus</i> ウメマツオオアリ	普通種	II	○	9	2	9									8	10	
<i>Camponotus itoi</i> イトウオオアリ	普通種	II	○	6	5	10									7	10	
<i>Camponotus quadrinotatus</i> ヨツボシオオアリ	最普通種	II	○												1	2	
<i>Camponotus japonicus</i> クロオオアリ	最普通種	IV	○													1	
<i>Formica japonica</i> クロヤマアリ	最普通種	IV	○				19		18								
<i>Lasius productus</i> ヒゲナガケアリ	普通種	I'		24	23	24	19	18	18	21							
<i>Nylanderia flavipes</i> アメイロアリ	最普通種	II		23	23	23	10	22	22	14	17						
<i>Paraparatrechina sakurai</i> サクラアリ	普通種	IV	○	7	18	17	20	13	15	8	15						
Dolichoderinae カタアリ亜科																	
<i>Technomyrmex gibbosus</i> ヒラフシアリ	普通種	—				4	1									2	
Myrmicinae フタフシアリ亜科																	
<i>Crematogaster matsumurai</i> ハリブトシリアゲアリ	最普通種	III		19	19	19	20	11	18	19	19						
<i>Messor aciculatus</i> クロナガアリ	最普通種	—														8	
<i>Pristomyrmex punctatus</i> アミメアリ	最普通種	III		19	21	24	21	8	16	20	19						
<i>Tetramarium tsushimae</i> トビイロシワアリ	最普通種	IV			10	15	24	21	21	19	22						
<i>Vollenhovia emeryi</i> ウメマツアリ	普通種	I'		13	1	1			5	9	17						
<i>Tennothorax spinosior</i> ハリナガムネボソアリ	普通種	IV	○				9	14	12		11						
<i>Solenopsis japonica</i> トフシアリ	最普通種	III	○	12	18	16	7	10	11	18	4						
<i>Strumigenys kumadori</i> キタウロコアリ	普通種	—	○		3						1						
Ponerinae ハリアリ亜科																	
<i>Pachycondyla chinensis</i> オオハリアリ	最普通種	III		3	5		1									4	
合計種数				9	10	12	11	11	8	10	11	16					

*1…中部地方に分布する種の出現頻度からみた類分け（アリ類データベース作成グループ, 2008 を参考）.

*2…寺山 (2004) による関東地方平野部における生息型を参考.

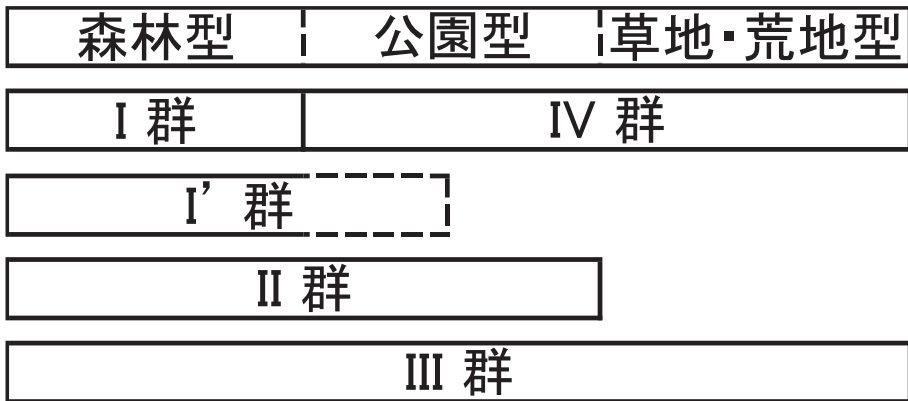


図2. 植生の景観に対応させたアリ類の生息型（寺山，2004より引用）

れなかった。

3-1-3. 生息型によるタイプ分け

寺山 (2004) により，採集したアリ種を，I・I'・II・III・IV群の5種類の生息型に分けた（表2）。これらの生息型は，関東地方平野部において，アリの生息する環境を植生の景観に基づいて森林型（高木が優占し，発達した林床を持つ環境）や公園型（単独樹や立木が散生する環境），草地・荒地型（高木の立木を全く欠く開放的な環境）の3種類に分け，生息する型の組み合わせによって分類するというものである。I群は森林型環境に生息する種で，I'群は森林型環境に生息するが公園型環境にも生息することもある種，II群は森林型や公園型の環境に生息する種である（図2）。III群は森林型，公園型，草地・荒地型のいずれにも適応できる種，IV群は森林型環境には生息しておらず人の手が入った公園型，草地・荒地型環境でみられる種である（図2）。本研究で採集したアリでは，I群はいなかったが，I'群が2種，II群が4種，III群が4種，IV群が5種であった（表2）。本研究では，I群やI'群などの森林型環境に生息する種が少なく，あらゆる環境に適応できるIII群と開けた環境に生息するIV群が多く採集された。

3-2. 採集種数と地点間比較

8地点で採集されたアリ種を表2に示す。8地点の平均採集種数は， 11.13 ± 2.30 （平均 \pm SE）であった。8地点のなかで，地点Hが4亜科13属16種と最も多く採集され，地点Eの採集種数が2亜科

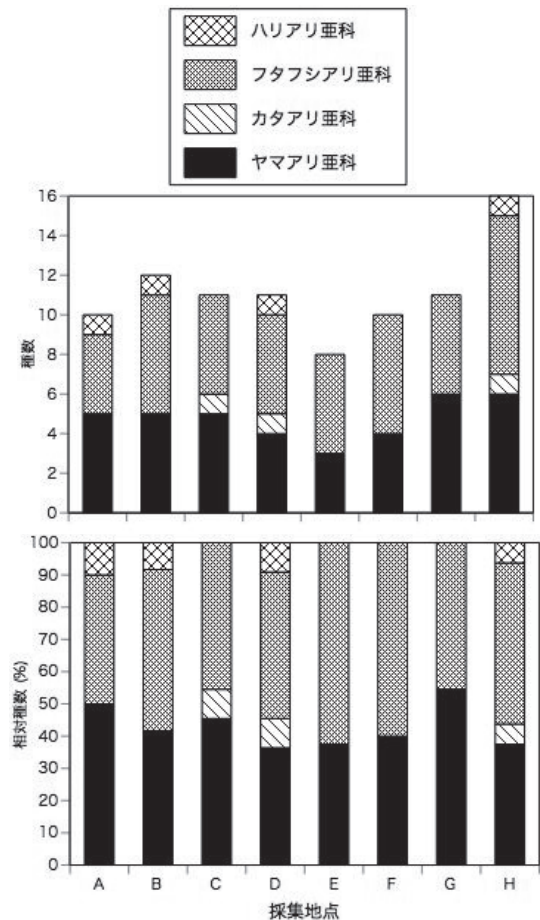


図3. 8地点で採集された亜科別アリ種数 (A) および相対種数 (B)

表3. 8地点間のJaccard指数（最大値には太線・下線，最小値には下線）

	A	B	C	D	E	F	G	H
A		<u>0.83</u>	0.75	0.50	0.50	0.54	0.75	0.53
B			0.77	0.53	0.54	0.57	0.77	0.65
C				0.57	0.58	0.62	<u>0.83</u>	0.59
D					0.73	0.75	0.47	0.53
E						0.80	0.58	<u>0.41</u>
F							0.62	0.44
G								0.59
H								

7属8種と最も少なかった（表2）。地点間で採集種数にバラつきがあったので、各地点の総採集種数を地点間で χ^2 -testしたが、有意差はなかった（ $\chi^2 = 3.315$, $P = 0.854$ ）。しかし、調査日を考慮し、採集種数が8地点間で異なるかをrepeated measures ANOVAにより解析したところ、有意差があった。さらに、すべての地点間で各調査日を考慮して採集種数をpaired t-testにより比べたところ、有意に異なる地点間がいくつかあった（sequential bonferroni補正後、A-C:P < 0.001, A-F:P = 0.0015, A-H:P < 0.001, B-E:P < 0.001, C-E:P < 0.001, D-E:P = 0.0016, E-F:P < 0.001, E-H:P < 0.001）。最も多くのアリ種が採集された地点Hは、地点AやEより多くのアリ種が採集されたものの、他の地点と比べて特別多くはなかった。一方、採集されたア

リ種が最も少なかった地点Eは、地点AとGを除く5地点より採集種数が有意に少なかったことから、他の多くの地点と比べて少なかったと言える。

次に各地点で採集された亜科別のアリ種について述べる（表2、図3）。ヤマアリ亜科は地点GとHで6種と最も多く採集され、フタフシアリ亜科は地点Hで8種と最も多く採集された。カタアリ亜科で唯一採集されたヒラフシアリは地点CとD、Hで採集され、ハリアリ亜科で唯一採集されたオオハリアリは地点AとB、D、Hで採集された。しかし、異なる採集地点間で特定の亜科のアリが多く採集されることはなかった（Fisher's exact test, $P > 0.05$ ）。

8地点間のJaccard指数（CC値）を表3に示す。CC値は地点AとBの間、地点CとGの間で最も高い値を示し（0.83）、地点EとHの間で最も低かった

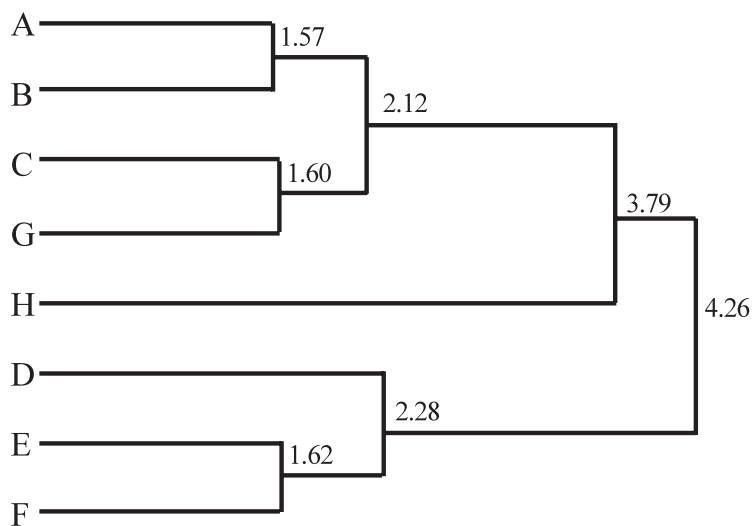


図4. 8地点間のCC値に基づく、クラスター分析による樹形図

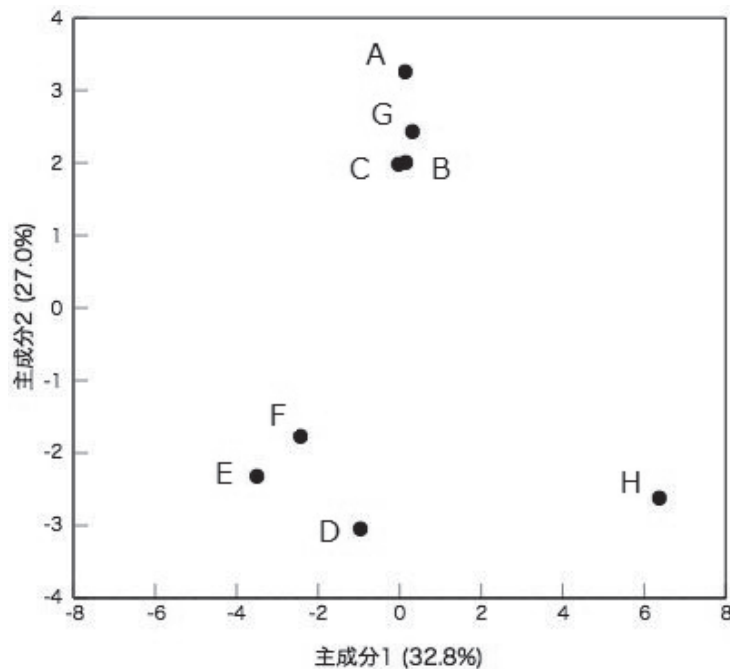


図5. アリ種の採集頻度や亜科別の採集種数、生息型別の採集種数に基づく主成分分析

(0.41)。CC値の平均は、 0.62 ± 0.12 (\pm SE) であった。CC値を用いて、最短距離法によるクラスター分析を行い、樹形図を作成した(図4)。図4から、地点A～CとGの4地点がまとまったクラスターを形成し、地点D～Fの3地点がまとまったクラスターを形成した。地点Hは、これら2つのクラスターのうち、地点A～CとGが形成しているクラスターの近くに位置したが、類似度は低いことが分かる。

各地点のアリ相の類似度に影響を与えた要因を検討するため、各地点におけるアリ種の採集頻度と亜科別の採集種数、生息型別の採集種数を用いて、主成分分析を行った(図5)。第1主成分の寄与率が32.8%、第2主成分の寄与率が27.0%で、第2主成分までで全体の約59.8%を表した。図5から、地点A～CとGの4地点がまとまったグループを形成し、地点D～Fの3地点がまとまったグループを形成したことが分かる。地点Hはこの2つのグループから離れており、CC値によるクラスター分析と同様な結果であった。第1主成分と第2主成分に対する各要因の固有値を表4に示す。第1主成分の正の向きに最も強い影響を与えた要因は、クロオオアリとクロナガアリの採集頻度で、ヨツボシオオアリの採集頻度も強い影響を与えていた。一方、負の向きに最も強い影響を与えた要因は、ヒゲナガケアリの

採集頻度であった。第2主成分の正の向きに最も強い影響を与えた要因は、I'群の採集種数で、トフシアリの採集頻度も強い影響を与えていた。負の向きに最も強い影響を与えた要因は、IV群の採集種数で、ハリナガムネボソアリとトビイロシワアリの採集頻度も強い影響を与えていた。ハリナガムネボソアリとトビイロシワアリは、IV群にタイプ分けされる種であることから、IV群の採集種数と採集頻度が強い影響を与えていることが分かる。これらのことから、地点A～CとGのグループはI'群の採集種数によって強く特徴づけられ、地点D～FのグループはIV群の採集種数と採集頻度によって強く特徴づけられていた。地点Hは、クロオオアリとクロナガアリ、IV群の採集種数に特徴づけられていた。地点Hは、クロオオアリとクロナガアリが唯一採集されている地点であるが、ヒゲナガケアリが唯一採集されていない地点でもあった。

4. 考察

本研究では、新潟県の海岸地域に位置している新潟大学五十嵐キャンパスにおいて、アリが活動する8ヶ月間アリ相を調査し、4亜科15属18種のアリを採集した：ヤマアリ亜科5属8種、カタアリ亜科1

属1種、フタフシアリ亜科8属8種、ハリアリ亜科1属1種。山口他(2011)において採集されず、本調査で新たに採集されたアリは2亜科6属9種であった。新潟大学五十嵐キャンパスでは、森林型環境に生息する種が少なく、あらゆる環境に適応できる種や開けた環境に生息する種が多かった。調査を行った地点は、アリ種構成の類似性から3種類のグループに分けることができた。

4-1. 新潟大学五十嵐キャンパスの種構成

本研究により、新潟大学五十嵐キャンパスにおいて、新たに9種が生息していることが判った(表2)。山口他(2011)が新潟大学五十嵐キャンパスにおいて、およそ6ヶ月で13回の調査を3地点で行ったのに対し、本研究では7ヵ月半で24回の調査を8

表4. 各アリ種の採集頻度や亜科別の採集種数、生息型別の採集種数による主成分分析の固有値(最大値には太線・下線, 最小値には下線)

要因	主成分1	主成分2
ウメマツオオアリ	0.2479	0.1912
イトウオオアリ	0.2650	0.1854
ヨツボシオオアリ	0.2932	-0.0763
クロオオアリ	<u>0.3012</u>	-0.1507
クロヤマアリ	-0.1227	-0.2110
ヒゲナガケアリ	<u>-0.2496</u>	0.2378
アメイロアリ	-0.0770	0.1337
サクラアリ	-0.0002	-0.2092
ヒラフシアリ	0.1384	-0.0078
ハリブトシリアゲアリ	0.1857	0.1052
アミメアリ	0.1659	0.1676
ウメマツアリ	0.2592	0.0419
ハリナガムネボソアリ	-0.0443	-0.3513
クロナガアリ	<u>0.3012</u>	-0.1507
トビイロシワアリ	-0.0006	-0.3026
トフシアリ	-0.1146	0.3028
キタウロコアリ	0.1100	0.0628
オオハリアリ	0.2128	0.0575
ヤマアリ亜科	0.2762	0.1812
カタアリ亜科	0.1731	-0.1444
フタフシアリ亜科	0.2334	-0.1850
ハリアリ亜科	0.1772	-0.0143
I'群	-0.0611	<u>0.3127</u>
II群	0.2618	0.2177
III群	0.1772	-0.0143
IV群	0.0329	<u>-0.3561</u>
寄与率	32.8401	27.039

地点を増やして行った。新たな種が採集された要因として、採集した地点や回数の増加、周囲からの種の移入、調査期間の違いの3点が考えられる。これら3点について、以下で考察する。

まず、採集した地点や回数の増加についてだが、採集地点を増やしたことにより、クロヤマアリが新たに採集された。クロヤマアリは地点DとFでのみ採集されたが、これら2地点は山口他(2011)によって調査された3地点とは異なっていた。また、採集回数が増したことにより、新潟大学五十嵐キャンパス内では希少なアリ種が採集された可能性が考えられる。本研究により新たに採集された種をみると、ヨツボシオオアリやクロオオアリ、キタウロコアリは採集頻度が1~3回と少なく、調査回数が増加したことによって採集できたと思われる。2つ目の要因として、山口他(2011)による調査以降、新潟大学五十嵐キャンパス近辺に生息していたアリ種が新たに移入した可能性が考えられる。Yamaguchi(2004)は、千葉県千葉市において、農地や森林に囲まれた地形にある公園と、住宅地や道路に囲まれた地形にある公園のアリの種数を比較したところ、後者の方が少なかったことから、住宅地や道路が公園へのアリ種の移入を妨げていると述べた。新潟大学五十嵐キャンパス周辺には多くの住宅地がある。したがって、新潟大学五十嵐キャンパスの周辺の住宅地や道路から新たなアリ種が移入する可能性は低いように思われる。しかし、地点Hは住宅地ではなく田畑と面しているため、新たなアリ種の移入がわずかながら期待できる。新潟大学五十嵐キャンパスに周囲からアリ種の移入があったかを検討するためには、キャンパスの周辺地域のアリ相を調査することが今後の課題として挙げられる。最後に3つ目の要因として、調査期間の違いが考えられる。山口他(2011)は5月から11月初めまでの間調査を行ったのに対し、本研究では4月半ばから11月末まで調査を行ったため、より多くの種が採集されたというものである。しかし、本研究で山口他(2011)が調査を行っていない4月や11月でのみ採集された種はなかったことから、この可能性は除外できる。以上の検討から、本研究により新たに9種が採集された主要因は、調査した地点と回数といった採集努力を増したことによるものだと言えそうだ。

本研究で調査地点を増やしたことにより新たなアリ種が採集されたならば、今後さらにキャンパス内で調査地点を増やしてアリ相の調査を行うことも考えられる。本研究では、3種類の採集方法を行なう

ことができるかを重視して調査地を選定した。蜂蜜トラップを設置することができる樹木やピットフォールトラップを設置できる土壤があることが特に大きな要因であった。しかし、大学キャンパス内の多くの場所には広場が点在し、歩道も十分に整備されているため、樹木や土壤が少なく、3種類の採集方法を同時に使用してアリ相を調査できる場所は限られた。今後は、蜂蜜トラップやピットフォールトラップが設置できない場所においても、地表にベイトトラップを設置するなどの調査を行うことで、新潟大学五十嵐キャンパスのアリ相を検討する必要がある。

4-2. 新潟大学五十嵐キャンパス内でのアリ相の違い

本研究では、公園型環境や草地・荒地型環境に生息するIV群のアリが最も多く採集された(表2)。その他のI'~III群も公園型環境に生息する種であるため、新潟大学五十嵐キャンパス内は公園型および草地・荒地型環境に生息する種に適した環境だと考えられる。しかし、調査を行った各地点間ではアリの種数や種構成、各アリ種の採集頻度は異なっていた。種構成の類似度に基づくクラスター分析や、亜科別種数と生息型別種数、各種の採集頻度に基づく主成分分析の結果から、8地点は①地点A~CとGの4地点、②地点D~Fの3地点、③地点Hの3グループに分かれた(図4、図5)。これら3グループの植生や環境、及びアリ類の種構成の類似度に影響を与えた要因を以下に述べる。

地点A~CとGは他の地点に比べて広葉樹が多く見られる雑木林である。主成分分析の結果から、種構成の類似度に強い影響を与えていたのはI'群の種数とトフシアリの採集頻度であった(表4)。I'群は森林型環境に生息するが公園型環境に生息することもある種であるため、広葉樹が多く見られる森林型の環境である地点A~C、Gを強く特徴づけていたと思われる。トフシアリは、あらゆる環境に適応できるIII群にタイプ分けされていて、石下や土壤中に営巣する種である(日本産アリ類図鑑, 2014)。また、他種のアリの巣に坑道をつないで盗食するほか、土壤中の生物を捕食している(日本産アリ類図鑑, 2014)。永野他(2009)によると、土壤生物は森林型環境で最も多く、公園型の環境が次に続き、畑のような環境で最も少ない。地点A~CとGは、新潟大学五十嵐キャンパス内では樹木が多く森林型に近い環境であることから、土壤生物が比較的豊富で

あると思われる、土壤生物を捕食するトフシアリの採集頻度が高かったと考えられる。

地点D~Fの高い類似度に強い影響を与えていたのは、IV群の種数及びハリナガムネボソアリとトビイロシワアリの採集頻度であった(表4)。ハリナガムネボソアリとトビイロシワアリはIV群にタイプ分けされ、乾燥した環境を好む種である(日本産アリ類図鑑, 2014)。地点DとFは日当たりの良い開けた環境であることから、土壤も乾燥していると思われる。IV群の種に適した環境であると考えられる。地点Eはクロマツが優占する針葉樹林であるが、マツ林は林床が明るいことが知られているため(宮脇, 1977)、林床が比較的乾燥していたのかもしれない。これらのことから、地点D~Fは日当たりがよく土壤が乾燥しているため、IV群の種数が多く、トビイロシワアリやハリナガムネボソアリが多く採集されたと考えられる。

地点Hは、広葉樹が多く見られる一方で、日当たりの良い環境である。広葉樹が多く見られる森林的な環境を好むグループと日当たりがよく開放的な環境を好むグループといった幅広い生息型のアリ種が定着していたと思われる。その結果、8地点の中で最も多い16種が採集されたのだろう。

以上の検討から、植生及び日当たりや土壤の乾燥といった物理的環境、アリ類の食性が新潟大学五十嵐キャンパスのアリ相を反映したと言えそうである。

4-3. 環境教育教材としてのアリ類の利用

アリ類は、営巣場所としてだけでなく、採蜜活動においても植物と関わる上、幅広い食性をもつことで多くの生物との関わりがある(Hölldobler & Wilson, 1990)。そのため、豊かな生態系の下には多様なアリ相をみることができると期待されることから、アリ類は環境を評価するための良い指標として使用される(寺山, 2004)。近年、アリ類を環境教育教材として利用する試みが見られる。岩西他(2014)は、アリ類を教材として環境教育プログラムを開発するために、市民協働のアリ相調査を実施した。年齢を問わず参加できる採集調査方法を考案するとともに、学校・一般向けの環境教育教材としてアリ類の有効性を検討したところ、幅広い世代において、アリ相を調査することが身近な環境における生物多様性や環境と生物との結びつきを実感させる「環境教育プログラム」となることが示唆された。さらに岩西(2015)は、アリ相を調査するばかりでなく、

科学博物館において地域に生息するアリ類を展示することにより、市民が身近な環境や生物多様性に対して意識を向上させていたことを示した。山口他(2011)もアリ類を利用した環境教育について述べており、子どもたちが生物多様性を理解するには、生物と環境の結びつきを具体的に実感する必要がある、アリ類を調査することによる自然体験学習が効果的であると提案した。本研究から得られた結果も、アリ相が植生及び日当たりや土壌の乾燥といった物理的環境を強く反映していたため、アリ類が環境を評価するための良い指標となることを示している。アリ相を調査する活動を通じ、市民が自然科学の調査・観察の手法を学ぶだけでなく、自らの生活する地域の環境を評価し、生物多様性について学習する機会をもつことが期待される。

5. 謝辞

調査には、新潟大学教育学部昆虫生態学研究室の高橋裕美さんと柳岡優里さんにご協力をいただいた。

6. 参考文献

- Hölldobler B, Wilson EO (1990) THE ANTS, Springer-Verlag, pp. 732.
- 今井弘民・鶴川義弘・緒方一夫・小野山敬一・木原章・久保田政雄・栗林慧・近藤正樹・園部力雄・月井雄二・寺山守・森下正明・山内克典・山根正気・吉村正志・渡邊啓文(2008)日本産アリ類画像データベース2008, アリ類データベース作成グループ.
- 岩西哲・高田兼太(2014)ありんこ視点で考える身近な生物多様性ーアリ類を利用した市民向け環境評価ツールの開発ー, 日本生態学会第61回全国大会, PB3-099.
- 岩西哲(2015)身近な環境の生物多様性についての教育普及を目的としたアリ類の展示への利用, 日本生態学会第62回全国大会, PB2-228.
- Katayama M, Tsuji K (2010) Habitat differences and occurrence of native and exotic ants on Okinawa Island. Entomological Science, 13:1-5.
- Maeto K, Sato S (2004) Impacts of forestry on ant species richness and composition in warm-temperate forests of Japan., Forest Ecology and Management, 187: 213-223.
- 宮脇昭(1977)日本の植生, 学研教育出版, 535 pp.
- 永野昌博・澤島拓夫・大脇淳・深沢千里・三上光一(2009)森を支える小さな戦士～落ち葉の下の生き物たち～, 十日町市里山科学館越後松之山「森の学校」キョロロ, 52 pp.
- 酒井朋子(2011)新潟県十日町地域の里山におけるアリ相, 新潟大学教育学部卒業論文, 48 pp.
- 寺山守(2004)日本のアリ群集：地理的分布と生態分布, 埼玉動物研通信, 48:1-57.
- 寺山守・久保田敏・江口克之(2014)日本産アリ類図鑑, 朝倉書店, 278 pp.
- 頭山昌郁・中越信和(1994)植林地と二次林における土壌植物相の比較, 日本生態学会誌, 44: 21-31.
- 三山大輔・山根爽一・菱田俊之・齊藤敬志・桑原隆明・井上尚武(2007)茨城県土浦市の穴塚大池周辺里山におけるアリ相(ハチ目, アリ科), 茨城県自然博物館研究報告, 10:1-10.
- Yamaguchi T (2004) Influence of urbanization on ant distribution in parks of Tokyo and Chiba City, Japan I. Analysis of ant species richness, Ecological Research, 19: 209-216.
- 山口勇氣・矢澤ひろみ・岩西哲・工藤起来(2009)新潟県十日町市松の山における朽ち木に営巣するアリ相, 新潟大学教育学部研究紀要 自然科学編, 2:27-30.
- 山口勇氣・小林紀絵・岩西哲・工藤起来(2011)新潟大学五十嵐キャンパスにおけるアリ相：環境教育への応用, 新潟大学教育学部研究紀要 自然科学編, 3:69-76.