

原 著

岡山県自然保護センターの 異なる森林植生におけるアリ群集

弘前大学農学生命科学部 山尾 僚
岡山県自然保護センター 西本 孝
岡山理科大学総合情報学部 波田 善夫

Ant communities in different forest vegetation of Okayama Prefectural Nature Conservation Center

Akira YAMAWO, *Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University*
Takashi NISHIMOTO, *Okayama Prefectural Nature Conservation Center*
and
Yoshio HADA, *Faculty of Informatics, Okayama University of Science*

Abstract

Ant community structure should vary depends on vegetation conditions, because they depend on plants for habitat, and food resources. To clarify the factors determining ant communities in the forest, we investigated the relations between ant community structure and vegetation conditions in a warm-temperate zone of western Japan. Results showed that ant communities differed in association with vegetation structures showing particular cover rate in canopy tree layer or sub-tree layer. These results suggest that ant communities in the forest are influenced by the vegetation structure such as cover rate of respective vegetation layer.

キーワード：アカマツ林, 階層性, コナラ林, 植生構造, ヒノキ植林.

緒 言

現在アリ科昆虫は、世界に約13,000種以上が知られており (Bolton, 2014), そのバイオマスは他の節足動物に比べてはるかに大きいと推定されている (Bolton 1997; Hölldobler & Wilson, 1990)。アリ類の食性は幅広く, リター内などに生息するトビムシ類やダニ類などの土壤動物を捕食する肉食性の強い種から (Hölldobler & Wilson, 1990), 他の節足動物に加えて植物の花

蜜や花外蜜などの植物由来の食物も利用する種, 種子などの植物由来の食料のみに依存する種などが知られる (Keeler, 1989; Koptur, 1992)。このように, アリ類は小型動物の主な捕食者であり (Hölldobler & Wilson, 1990; Folgarait, 1998), 小型動物の分布パターンに影響する。さらに, 花蜜利用の際には植物の花粉媒介者の役割を果たし (Beattie, 1985), エライオソームや種子を食料とする際には植物の種子散布にも関与し, 植物の分布にも影響しているキーストン種である (Beattie, 1985; Rico-Gray & Oliveira, 2007; Ohnishi et al., 2008)。このため, 生息するアリ類

連絡先: yamawo.aki@gmail.com

の種組成や群集構造を決定する要因を明らかにすることは、陸上生態系を理解する上で重要である。

アリ類は、食物や住処として植物体や植物リターを利用する (Hölldobler & Wilson, 1990)。そのため、その分布は草地や森林などの植生タイプによって大きく左右される (Hayashida 1960; Hayashida & Maeda, 1960; Kondoh, 1984)。さらに、生育するアリの種組成は、森林植生においても優占する樹種や林床に生育する植物の種類や特性によって異なることが予想される。事実、頭山・中越, (1994a, b) およびTouyama et al., (1997) は、森林内における照葉樹の割合がアリ類の種多様性を予測するうえで重要な要因であることを報告している。しかし、アリ群集を決定づける森林植生の要因については十分に明らかにされていない。本研究では、岡山県自然保護センター内に広がるアカマツ林、コナラ林、ヒノキ植林を対象として、アリ群集の違いを評価した。加えて、アリ類の群集構造の違いと相関を示す植生要因についても明らかにし、アリ群集の決定要因について考察した。

材料および方法

調査地の概要

岡山県自然保護センター (以下、センターとする) は、岡山県中部の和気町に位置しており、標高は214~289mであり、1997年から2007年の年平均気温は $14.3 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ 、年平均降水量は $1,172 \pm 255.9\text{mm}$ である (気象庁)。約100haに及ぶ敷地内の地質は花崗岩である。森林植生は主にアカマツ林で占められているが、谷や斜面下部にはコナラ林やヒノキ植林などもみられ、岡山県中南部の典型的な二次林が広がっている (西本, 1994)。これまでに、センター内では6亜科25属39種のアリ科昆虫の生息が確認されている (山尾ほか, 2009)。

方 法

植生調査

2007年の7~9月にセンター内の森林植生を大きく1) アカマツ林, 2) コナラ林, 3) ヒノキ植林の3つに区分し、それぞれの群落内に100m²

の方形区を9つずつ設置した (Figure 1)。各方形区の森林階層を高木層, 亜高木層, 低木層, 草本層の4つに区分し、各階層の出現植物種と全体の被度を記録した。

アリ類の調査

アリ群集を植生調査と同じ方形区内で、篩法によってアリ類を採取した。篩い法は、方形区の中心と四隅の合計5地点において、4mmメッシュの篩 (直径30cm, 面積706cm², 高さ8cm) を用いて、篩の面積あたりの葉リターをプラスチックバット (横30cm×縦50cm×深さ2cm) に篩い落としした。この時、アリの巣は避けて採集した。バット内に落下したアリ類を全て実験室に持ち帰り、種毎に個体数を記録した。種の同定には「日本産アリ類カラー画像データベース 2008」 (アリ類データベース作成グループ, 2008) を参照した。ただし、ケアリ属については、同定が困難であったため属までの同定にとどめた。採取したアリ類は、70%エタノールに浸し、液浸標本にして弘前大学森林生態学研究室で保存した。

統計解析

森林植生のタイプ毎の種数と個体数は、分散分析とTukeyの多重比較法を用いて比較した。各地点のアリ種毎の個体数データを用いて、群集構造の違いをDCA法 (detrended correspondence analysis) により序列化し、第1軸や第2軸と植物群落の各階層の植被率との相関係数を求めた。

結 果

植生群落の階層構造

各調査地点の植生構造をFigure 2 に示す。アカマツ林は高木層にアカマツが優占し、亜高木層にタカノツメやヤマザクラ、低木層にはコバノミツバツツジやモチツツジが生育していた。アカマツ林の各階層の植被率は、高木層で45.6%、亜高木層で35.0%、低木層で23.9%、草本層で41.7%であった。コナラ林は高木層にコナラが優占し、亜高木層にソヨゴ、低木層にヒサカキが優占していた。コナラ林の各階層の植被率は、高木層で74.4%、亜高木層で54.4%、低木層で43.3%、草本層で27.2%と下位の層になるにつれて植被率は低く

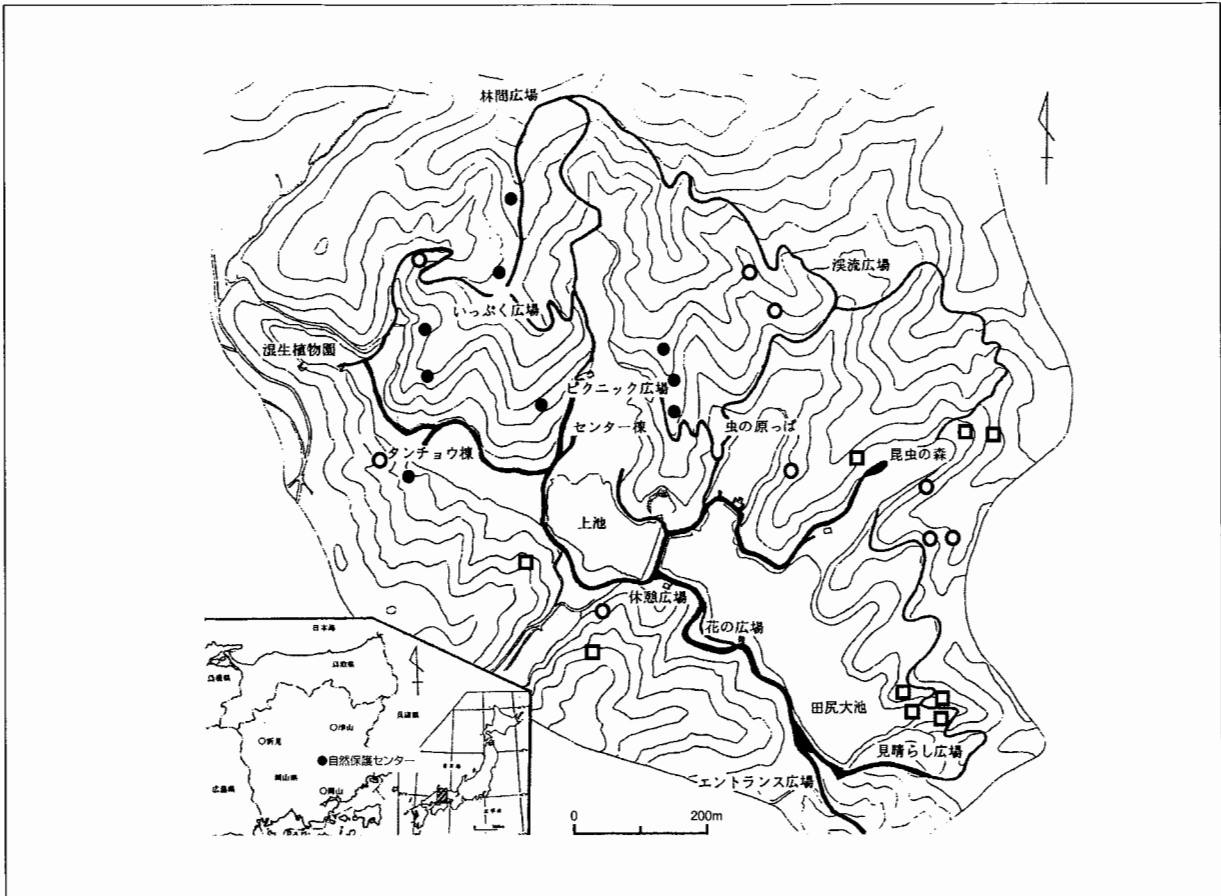


Figure 1. 調査地と調査地点. ●: アカマツ林, ○: コナラ林, □: ヒノキ植林. Map of study area showing 27 surveyed forests. ●, *Pinus densiflora* forest; ○, *Quercus serrata* forest; □, *Chamaecyparis obtusa* plantation.

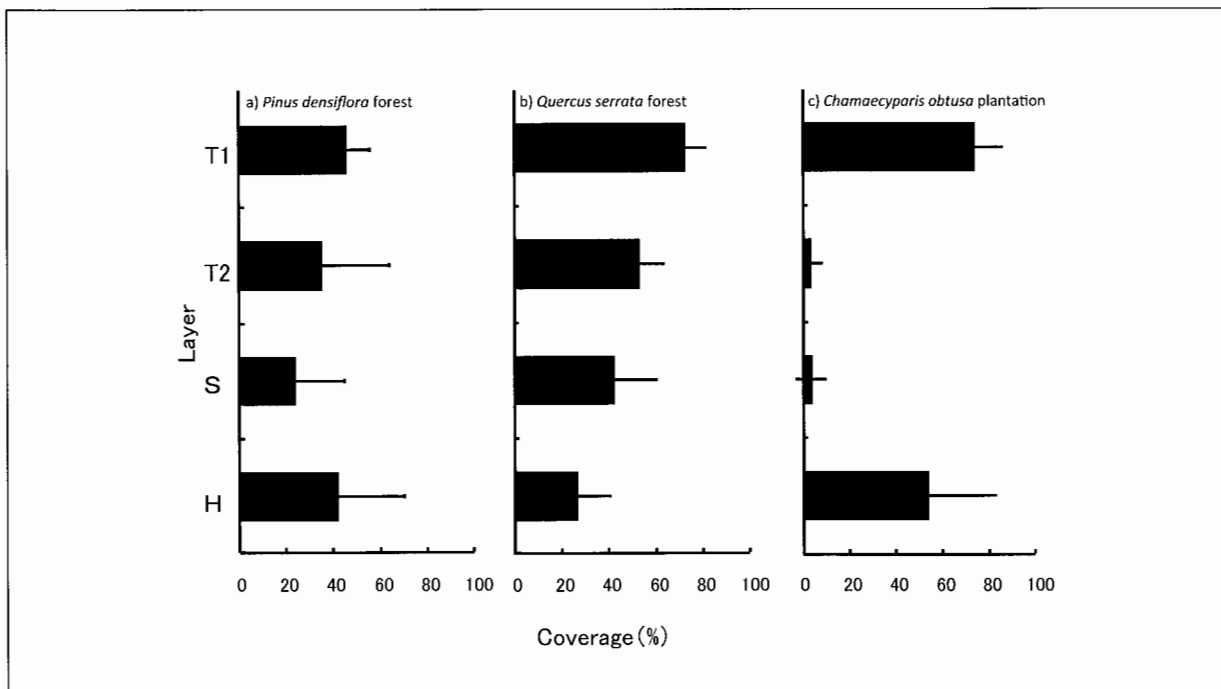


Figure 2. 調査群落の階層別植被率. Coverage of each layer of three types forest.

なった。ヒノキ植林は、高木層にヒノキが優占しているが、アベマキが混生する地点もみられた。亜高木層にはアラカシが僅かにみられるものの、低木層を欠いている。草本層にはキッコウハグマやコバノガマズミなどが生育していた。高木層の植被率は73.3%と、コナラ林とほぼ同程度であるにもかかわらず、亜高木層と低木層の植被率はそれぞれ2.8%と3.1%と非常に低かった。草本層の植被率は、53.1%であり、コナラ林に比べて高かった。このように、アカマツ林、ヒノキ植林は草本層が発達しており、コナラ林では高木層と亜高木層、低木層が発達していた。

アリの群集構造

本調査では、3亜科21属23種のアリが得られた。この際、ケアリ属は1属1種とカウントした。このうち、調査地全体で出現個体数が全個体数の5%以上を占める種は、オオハリアリ (272匹, 30%)、アメイロアリ (120匹, 13%)、キイロシリアゲアリ (82匹, 9%)、ケアリ属 (80匹, 9%)、ウロコアリ (55匹, 6%) の6種であった (Figure 3)。

各調査地点のアリの群集組成をDCA法により序列化したところ、アカマツ林とコナラ林、ヒノキ植林のアリ類の群集構造は異なることが示された (Figure 4)。アカマツ林、コナラ林のアリ群集とヒノキ植林のアリ群集は、第1軸によって分けられた。アカマツ林とコナラ林は第2軸によって分けられた。第1軸は、低木層の植被率と有意な正の相関を示し ($r = 0.63; P < 0.05$)、第2軸は、高木層の植被率と有意な負の相関を示した ($r = -0.63; P < 0.05$)。各群落におけるアリの出現種数 (平均値 \pm SD) は、アカマツ林で 9.8 ± 2.0 種、コナラ林で 6.9 ± 1.6 種、ヒノキ植林で 7.2 ± 2.7 種と群落間で異なっており (ANOVA, $F_{2,24} = 4.81, P < 0.05$)、アカマツ林でコナラ林とヒノキ植林より多かった (Tukey-test; $P < 0.05$)。各植生におけるアリ個体数 (平均値 \pm SD) は、アカマツ林で 36.0 ± 13.2 匹、コナラ林で 39.7 ± 10.1 匹、ヒノキ植林で 25.2 ± 10.7 匹と群落間で異なっており (ANOVA, $F_{2,24} = 3.89, P < 0.05$)、ヒノキ植林で有意に少なかった (Tukey-test; $P < 0.05$)。アカマツ林では、キイロシリアゲアリや

ムネアカオオアリ、アミメアリが、コナラ林では、特にオオハリアリやノコギリハリアリ、イトウカギバラアリ等のハリアリ亜科が、ヒノキ植林では、ケアリ属が多く出現した。

考 察

本研究では、森林植生のタイプ毎に異なるアリ群集が成立していることを明らかにした。DCA法による序列化の結果、アリ群集は亜高木層と低木層の植被率、並びに高木層の植被率といった森林植生の群落構造の変化に伴って異なっているようであった。同様の結果は、頭山・山本 (1997) によっても報告されている。植生の階層構造や高木層の優占樹種の違いにより、餌資源の量と質、生息空間が異なり (頭山・中越, 1994a, 1994b)、アリの種数や個体数が異なると考えられる。

アカマツ林ではキイロシリアゲアリやムネアカオオアリ、アミメアリなどが優占していた。キイロシリアゲアリやアミメアリは、昆虫の死骸などの動物性タンパク質の他に植物由来の蜜なども多く利用する雑食性のアリ種である (Yamawo et al., 2014)。アカマツ林は、高木層の植被率が低く、林床の草本植物の植被率が高いことで特徴づけられる (Figure 2a)。そのため、雑食性のアリ種が利用する植物由来の餌資源が豊富に存在していると考えられる。事実、アカマツ林の林床には、葉に備えた花外蜜腺から蜜を出し、アリ類を誘引する事で知られるヤマザクラやアカメガシワ、ワラビ等の植物が比較的多く出現する傾向にあった。これらの蜜源植物の存在が、植物由来の蜜を利用するアリ類が優占している要因の一つであると考えられる。

コナラ林は、高木層、亜高木層、低木層共に発達しており、草本層が貧弱な森林構造であった。アリ群集は、アカマツ林やヒノキ林に比べると、単純で最も種数が少なく、とりわけオオハリアリが優占していた (Figure 3b)。オオハリアリは、広葉樹のリターの隙間に多数の仮巣を構えている様子が観察された。オオハリアリは、アカマツ林やヒノキ林においても出現したが、ほぼ全ての場合において、落下したアカマツの樹皮や数少ない落葉広葉樹の葉リターの下といった平たい構造物

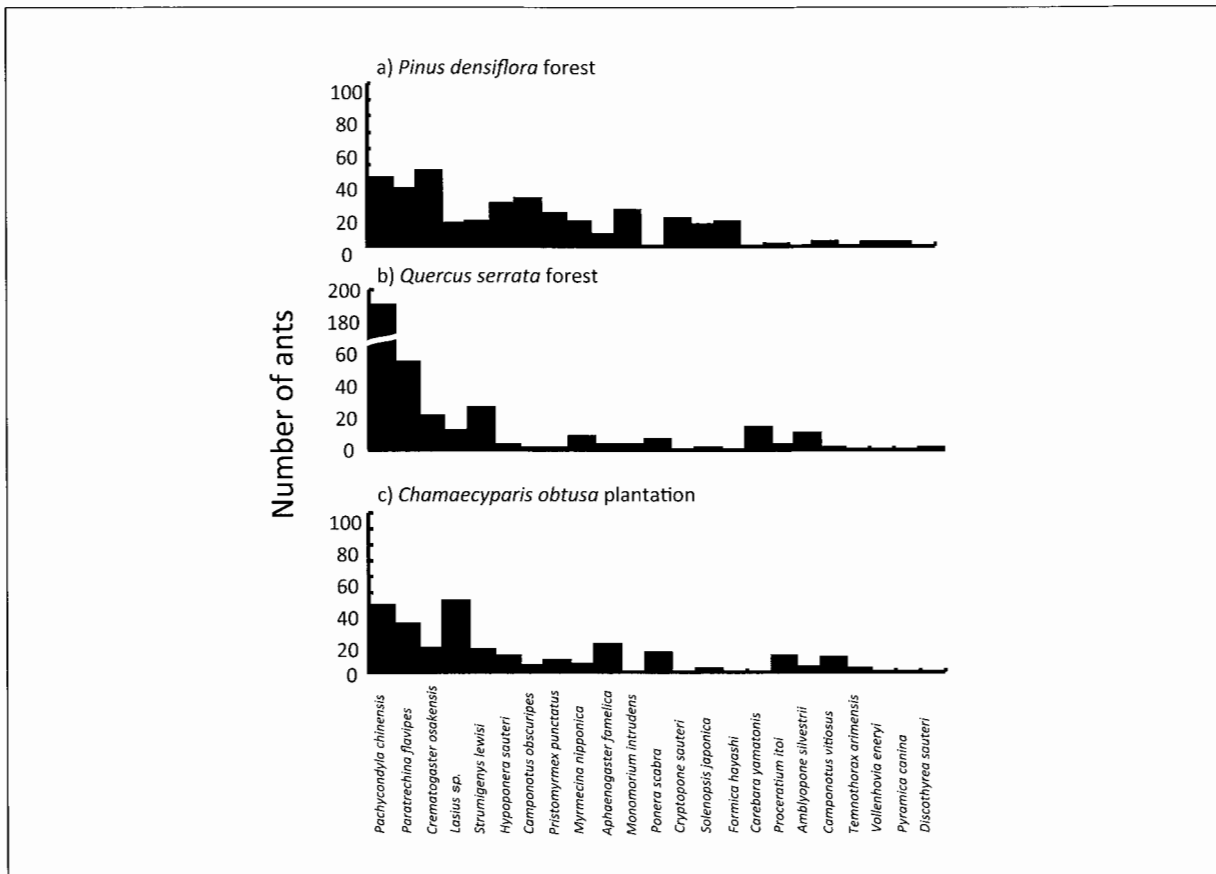


Figure 3. 植生別の採集されたアリの個体数. Number of collected individuals of each ant species in each forest type.

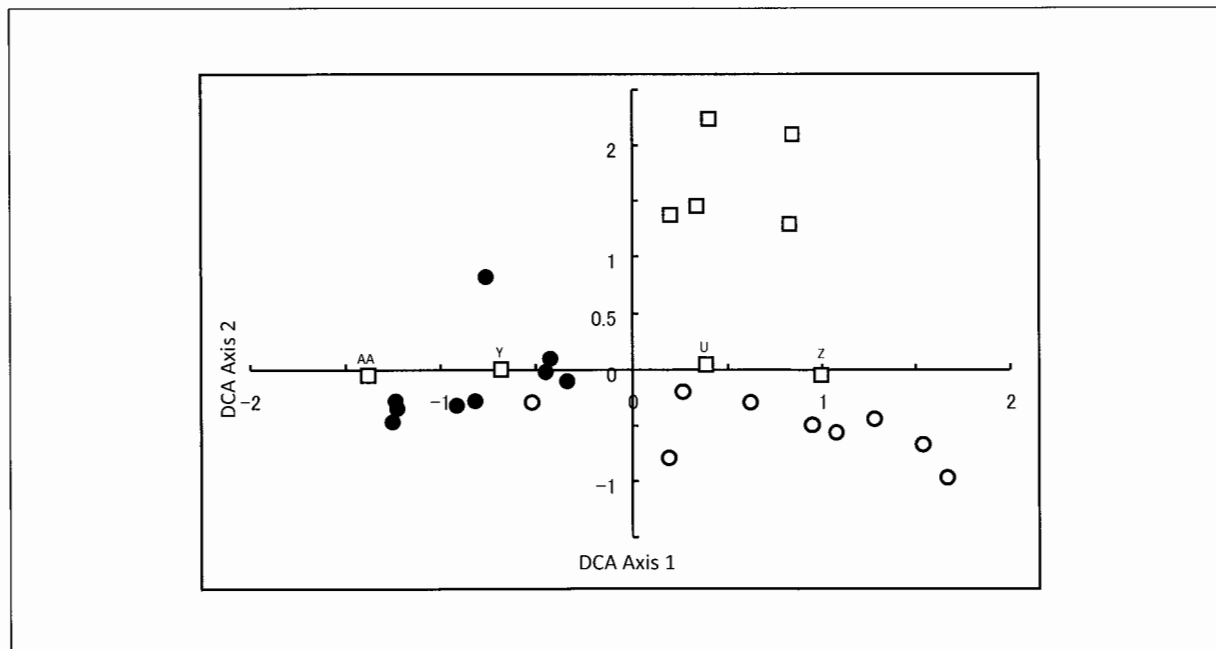


Figure 4. DCA法によるアリ群集を用いた調査地点の序列. 序列には全てのアリ種の個体数を用いた. ●: アカマツ林, ○: コナラ林, □: ヒノキ植林. Ordination diagram of stands using scores for the first and second axes of detrended correspondence analysis (DCA). ●, *Pinus densiflora* forest; ○, *Quercus serrata* forest; □, *Chamaecyparis obtusa* plantation.

の隙間を仮巣として利用しており、アカマツやヒノキのリター内を仮巣として利用していることはなかった (personal observation A.Y.)。従って、落葉リターの物理的特性がコナラ林でオオハリアリが優占する重要な要因となっていると考えられる。また、コナラ林では、ジムカデやイシムカデを餌とするノコギリハリアリや、節足動物の卵を餌としているダルマアリ、イトウカギバラアリ (増子, 1981; Hölldobler & Wilson, 1990) が多く出現しており、他の地域を対象とした先行研究と一致する結果であった (橋本ほか, 1994)。このような肉食性アリ類の生息は、林内が節足動物群にとって良好な環境であり、それらが構成する食物連鎖網が良好に維持されていることを示唆している。

ヒノキ植生は、高木層と草本層の植被率が高く、亜高木層と低木層が欠如した林であった。ヒノキ植生では、ケアリ属の出現が他の森林群落に比べて比較的高い傾向にあった。調査したヒノキ植生のうち、高木層にコナラやアベマキなどがわずかに混生していた地点 (Y, AA) では、林床に広葉樹の葉リターが堆積しており、ここではオオハリアリが優占するコナラ林と類似したアリの群集構造を示した (Figure 4)。従って、森林のアリ群集は、高木層の優占種だけでなく混生する樹種にも大きく影響されると考えられる。その一方で、同じヒノキ植生であっても、アカマツ林のアリの群集組成と類似している地点 (U, Z) も見られた。この原因については不明であるが、森林のアリ群集が森林の優占樹種以外の要因にも影響を受けていることを示している。

また、各森林が成立している立地もアリ群集を決定している要因である可能性も考えられた。例えば、アカマツ林は尾根部の乾燥しやすい立地に、コナラ林は斜面下部の土壤水分が豊富な立地に成立しており、土壤の水分条件もまた、森林のアリ相を決定している要因の一つである可能性がある。この点については、土壤水分量などを人為的に操作した実験などにより詳細に検証する必要がある。また、今回観察された森林タイプ毎のアリ群集の違いには、アリ種間の相互作用も少なからず影響していると考えられる。例えば、オオハリアリは他のアリ種に対して高い攻撃性を示すた

め (personal observation A.Y.)、オオハリアリの優占は他のアリ種を排除する可能性がある。このようなアリ種間の相互作用の効果についても、特定のアリ種の除去実験などにより、詳細に検証する必要があるだろう。

引用文献

- Ohnishi Y., Suzuki N., Katayama N., Teranishi S., 2008. Seasonally different modes of seed dispersal in the prostrate annual, *Chamaesyce maculate* (L.) Small (Euphorbiaceae), with multiple overlapping generations. *Ecol. Res.* 23 : 299-305.
- Beattie A.J., 1985. The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bolton B., 1997. Identification guide to the ant genera of the world. Cambridge (MA) : Harvard University Press.
- Bolton B., 2014. Ant Web: Bolton World Catalog. Available from: <http://www.antweb.org/description.do?genus=parapatretrechinaandrank=genusandproject=worldants>. (2018.1.1)
- Folgarait P.J., 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Bio. Conse.* 7 : 1221-1244.
- 増子恵一, 1981. 林床性アリ類の捕食行動 - その若干の例について - . *昆虫と自然.* 16 : 19-25.
- 西本孝, 1994. 岡山県自然保護センターの植生概要 - 開設前後の植生図による植生比較および植生概要 - . *岡山県自然保護センター研究報告* (2) : 1-12.
- 橋本佳明・上甫木昭春・服部保, 1994. アリ相を通してみたニュータウン内孤立林の節足動物相の現状と孤立林の保全について. *造園雑誌* 57 : 223-228.
- Hayashida K., 1960. Studies on the ecological distribution of ants in Kutchan and its adjacent area. *Bulletin of Sapporo Otani Junior College* 2 : 107-129.
- Hayashida K., Maeda S., 1960. Studies on the ecological distribution of ants in Akkeshi. *Journal of the Faculty of Science Hokkaido*

- University Series V I. Zoology. 14 : 305-319.
- Hölldobler B., Wilson E.O., 1990. The Ants. Belknap Press.
- アリ類データベース作成グループ2008, 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, 仙台.
- 気象庁, 電子閲覧室. <http://www.data.jma>.
- Keeler K.H., 1989. Ant-plant interactions. In: Abrahamson WG (ed) Plant-animal interactions. McGraw-Hill, New York, pp 207-242.
- Kondoh M., Kitazawa Y., 1984. Ant communities on the Campus of UOEH and in an Adjacent Natural Forest. J. UOEH 6 : 221-234.
- Koptur S., 1992. Extrafloral nectary-mediated interactions between insects and plants. In: Bernays EA (ed) Insect-plant interactions, Vol 4. CRC Press, Boca Raton, FL, pp 81-129.
- Rico-Gray V., Oliveira P.S., 2007. The ecology and evolution of ant-plant interactions. The University of Chicago Press, Chicago.
- Touyama Y., Nakagoshi N., Yamamoto T., 1997. Myrmecofauna of lucidophyllous forests in different developmental stages in southwestern Japan. Ecol. Res. 12 : 131-138.
- 頭山昇郁・中越信和, 1994a. 植林地と二次林における土壌動物相の比較. 日本生態会誌 44 (1) : 21-31.
- 頭山昇郁・中越信和, 1994b. 都市緑地の構造とアリ類の棲息. 日本緑化工学会誌 20 (1) : 13-20.
- 頭山昇郁・山本哲也, 1997. 標高・植生の異なるアカマツ林におけるアリ相の比較. 日本生態学会誌 47 (2) : 145-150.
- 山尾僚・西本孝・波田善夫, 2009. 岡山県自然保護センターのアリ相. 岡山県自然保護センター研究報告 (16) : 11-17.
- Yamawo A., Tagawa J., Hada Y., Suzuki N., 2014. Different combinations of multiple defence traits in an extrafloral nectary-bearing plant growing under various habitat conditions. J. Ecol. 102 : 238-247.