

## 伊豆諸島利島におけるアリ群集と植生との関連

寺山 守・村田和彦

### Relation between ant communities and vegetations of Toshima Island, the Izu Islands

Mamoru Terayama and Kazuhiko Murata

**Abstract.** Community structures of ants were studied on ten vegetation types of Toshima Island, the Izu Island, Japan, in March of 1986. A total of 259 colonies of 31 species was obtained in the survey areas. The cluster analysis using percentage similarity (1-PD) showed that the ant communities between vegetations were less similar structures and species compositions. The diversity indices used were Shannon-Wiener's  $H'$ , Fisher's  $\alpha$  and Simpson's complement,  $D'$ . The diversity index values in the distributed areas are higher than in the natural vegetation, *Carici-Castanopsietum sieboldii* community. The result of species-area relationship for vegetations suggested that area affects species numbers in habitat diversity.

(Terayama, M.: Biological Laboratory, Toho Educational Institution, Chofu, Tokyo, 182 Japan. Murata, K.: Laboratory of Applied Entomology, Utsunomiya University, Utsunomiya, Tochigi, 321 Japan)

#### はじめに

植生は動物にとっての生息環境を表現する一つの単位となり得ると考えられる。アリにおいては裸地、草地、二次林、森林といった生息地と各種の選好性の研究が北海道(林田, 1963; Hayashida, 1957, 1960, 1964; Hayashida & Maeda, 1960)や北九州(Kondoh & Kitazawa, 1984)、種子島(Yamane, Harada & Yano, 1985)でなされている。また、植生を基準としてアリの分布を取り扱ったものとして原田・緒方(1984)や村田(1986)の研究が見られる。しかし、閉じた生態系と看做せる島を用いて、そこに見られる植生全てを調査区として取り扱い、植生とアリとの関連を調べた研究は日本では見られない。

面積の増加とともに生物の所産種数が増加するという種数-面積関係は、群集生態学の重要な法則の一つである。アリを材料に種数-面積関係を論じたものとして、日本では寺山・山根(1984)や寺山(1986)の研究が見られ、いずれも所産種数と島の面積の間に有意な相関関係が認められた。しかし、Terayama(1985)による重回帰

分析の結果では、種数を説明するのに島の面積が直接の効果を及ぼしていないことも示唆されている。本関係の成り立ちを説明するものとして、1) 面積そのものが種数を増加させる効果を持つ(Kilburn, 1966; Simberloff, 1976)、2) 面積の増大に伴う生息環境の多様性の増大が種数の増加を引き起こしている(Johnson & Simberloff, 1974; Buckley, 1982)、という2つの仮説を主要なものとして挙げる事ができ、それぞれの仮説に対する検証が必要である。

本研究は植生を環境の単位として捉え、島におけるアリの分布様式を植生を単位とした環境との関連において解析し、さらに種数-面積関係が成立する機構に関しての吟味を行なった。

#### 調査地域および調査方法

調査は伊豆諸島利島(面積 4.1 km<sup>2</sup>) (Fig. 1)において1986年3月25日から28日にかけて行った。奥富他(1976)による植生図を基準に利島の植生を10のタイプに区分し、各植生内でアリのコロニー採集を行なった。コロニーは発見した順に記録し、樹林では道路脇で採集

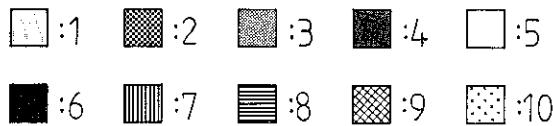
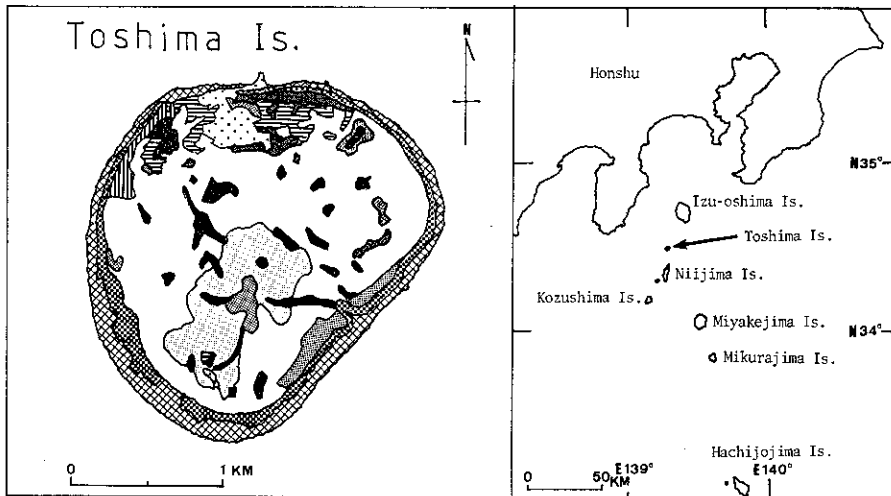


Fig. 1. Map of the study area, showing the vegetations. 1-10: vegetation codes, cf. Table 1.

Table 1. Vegetations and its area on Toshima Island.

Vegetation code	Vegetation	Area (km <sup>2</sup> )
1	<i>Carici-Castanopsietum sieboldii</i> (オオシマカンスゲ・スダジイ群集)	0.484
2	<i>Chrysanthemo-Miscantheum condensati</i> (イソギク・ハチジョウススキ群集)	0.385
3	Coppice forest of <i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> and <i>Machilus thunbergii</i> (スダジイ・タブ萌芽林)	0.192
4	<i>Alnus sieboldiana</i> plantation (オオバヤシャブシ植林)	0.264
5	<i>Camellia japonica</i> plantation (ヤブツバキ植林)	1.699
6	<i>Cryptomeria japonica</i> , <i>Chamaecyparis obtusa</i> plantation (スギ・ヒノキ植林)	0.163
7	Dwarf bamboo communities and <i>Miscanthus condensatus</i> grassland (ササ・ハチジョウススキ草原)	0.075
8	Field weed communities (耕作畑雑草群落)	0.175
9	Natural bare land (自然裸地)	0.554
10	Town and village, artificial bare land (集落地・人為裸地)	0.138
<b>Total</b>		<b>4.13</b>

したものは記録しなかった。またコロニーの認定は、1) 雌アリ(女王)を発見した場合、2) 卵、幼虫、職蟻がまとまって発見された場合、3) 多くの職蟻が巣の坑道に見られた場合のいずれかの条件が満たされた時を基準にした。さらに植生間で、調査の精度に差が出ないように、調査時間の配分にも心掛けた。区分された植生のタイプおよびそれぞれの植生面積は Table 1 に示すとおりで、

スダジイ林(オオシマカンスゲ・スダジイ群集)とイソギク・ハチジョウススキ群集が自然植生として挙げられるほかは全て二次植生である。またヤブツバキ林、スダジイ林、スダジイ・タブ萌芽林、スギ植林で 1 m<sup>2</sup> の方形区をそれぞれ 4, 2, 2, 2 ずつ設定し、そこを掘り取ることによってコロニー密度を測定した。

## 資料の解析

## (1) 種組成の類似性

各植生間の種組成の類似度を表わすために、Odum (1950) による差分百分率 (PD) を用いて計算を行なった。類似度は  $1-PD$  によって表わされる。

$$PD = \frac{\sum |Nai - Nbi|}{Na + Nb}$$

$Na, Nb$  は両地域の総コロニー数、 $Nai, Nbi$  は各種のコロニー数で、 $1-PD$  の値が大きくなるほど両地域間の群集の類似度は高くなる。

## (2) 多様度指数

各植生におけるアリ群集の多様性を比較するために、次の三つの多様度指数を用いて解析を行なった。

i) Shannon-Wiener 関数 ( $H'$ )

$$H' = -\sum Pi \log_2 Pi$$

ii) Simpson の多様度指数の補正式 ( $D'$ )

$$D' = 1 - \sum Pi^2$$

iii) Fisher の多様度指数 ( $\alpha$ )

$$S = \alpha \log_e (1 + N/\alpha)$$

$S$  および  $N$  はそれぞれ得られた総種数と総コロニー数を示し、 $Pi$  は第  $i$  番目の種に含まれるコロニー数の全体における割合、つまり  $ni/N$  を示す。いずれの指数も数値が高いほど多様度が高いことを示す。また  $H', D'$  はノンパラメトリック指数、 $\alpha$  はパラメトリック指数である。

## (3) 種数一面積関係

Kobayashi (1983) は一つの群集に属する複数の島を結合して様々なサイズのサンプル“仮想的な島”を作成し、それらの面積とそこに予測される所産種数の関係を解析した結果、種数一面積関係が成立することを報告した。今回、一つの島に含まれている植生を任意に結合させて、種数一面積関係を調べた。データ・セットは植生 10 を含めたものと、人為的攪乱を特に強く受けていると考えられる植生 10 を予め除いたものの 2 種類のセットを準備し、植生の結合数 2 から 8 までのものをそれぞれ 7 組作成したものをを用いた。

## 結果および考察

## 種数

今回の調査で利島から 4 亜科 20 属 31 種 259 コロニーを採集あるいは確認した (Table 2)。亜科別で見るとハリアリ亜科 5 属 5 種、フタフシアリ亜科 10 属 15 種、

カタアリ亜科 1 属 1 種、ヤマアリ亜科 4 属 10 種であった。これらの内、*Epitritus* sp. は未記載の新種で、これまでのところ三重県、岡山県、埼玉県、対馬からのみ得られている。また *Lasius productus* は伊豆諸島からは初記録の種である。

## 植生間の群集構造の類似性

差分百分率によりアリ群集の植生間の類似度マトリックスを作成し (Table 3)、その結果をデンドログラムで表示した (Fig. 2)。Fig. 2 からスダジイ・タブ萌芽林とオオシマカンスゲ・スダジイ群集が最も高い類似性 (0.732) を示し、次いでササ・ハチジョウススキ群集と耕作畑雑草群落 (0.636)、オオバヤシャブシ植林と集落地・人為裸地 (0.597) が高い類似性を示した。しかし概して植生間の類似度は低く、それゆえ植生が異なることにより、種組成やコロニー組成の面で植生の相違によって群集構造がかなり異なることが推察された。一方、植生とアリの種組成の結びつきは必ずしも高くはないという報告 (原田・緒方, 1984) や、一つの植生内でも、場所によって種組成やコロニー密度の変動幅が大きく、それゆえ植生それ自体はアリの生態分布に大きな影響を与えないという結果 (村田, 1986) が報告されている。以上のことから、アリの分布様式を統一的に理解するために、今後とも植生間での種組成やコロニー密度の変動幅と植生内での変動幅を詳細に調査、比較する必要がある。

## コロニー密度

ヤブツバキ林の平均コロニー密度は 3.8 colony/m<sup>2</sup>、スダジイ萌芽林では 5.0 colony/m<sup>2</sup>、スダジイ林では 6.5 colony/m<sup>2</sup>、スギ植林では 0.5 colony/m<sup>2</sup> を示した。以上の事から、スギ植林ではコロニー密度が著しく低いことが示された。またヤブツバキ林では 1 m<sup>2</sup> を単位とした場合、コロニー密度は 0 から 7 までの範囲の値を示し、スダジイ林やスダジイ・タブ萌芽林に比べて密度のばらつきが大きいことが示された。この密度のばらつきは、林内の環境条件の質的な相違の程度に起因することが考えられる。

## 種多様度

$H', D', \alpha$  による各植生の種多様度を Table 4 に示した。Table 4 から多様度の高いものとしてスダジイ林、スダジイ・タブ萌芽林、ヤブツバキ植林、集落地・人為裸地が挙げられた。また極盛相のスダジイ林よりもヤブ

Table 2. Number of colonies of each ant species collected from Toshima Island. (For vegetation codes, see Table 1)

Subfamilies and species	Vegetation										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>PONERINAE</b>											
<i>Amblyopone silvestrii</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Brachyponera chinensis</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	4
<i>Ponera scabra</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cryptopone sauteri</i>	8	0	10	0	0	3	0	0	0	0	21
<i>Hypoponera</i> sp.	3	0	4	0	2	0	0	0	0	0	9
<b>MYRMICINAE</b>											
<i>Aphaenogaster famelica</i>	2	0	0	4	2	1	0	0	0	4	13
<i>A. osimensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Pheidole fervida</i>	1	0	1	2	1	1	0	0	0	2	8
<i>P. nodus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Leptothorax congruus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Tetramorium caespitum</i>	0	3	0	0	1	0	0	1	0	3	8
<i>Solenopsis japonica</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Oligomyrmex sauteri</i>	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	8
<i>Vollenhovia emeryi</i>	6	0	2	0	2	0	0	0	0	0	10
<i>Crematogaster vagula</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7
<i>C. osakensis</i>	1	0	0	0	5	2	0	1	0	1	10
<i>Strumigenys lewisi</i>	0	0	0	0	3	2	1	1	0	2	9
<i>S. solifontis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>S.</i> sp. "Kita-urokoari"	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Epitritys</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>DOLICHODERINAE</b>											
<i>Tapinoma</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<b>FORMICINAE</b>											
<i>Paratrechina flavipes</i>	8	0	8	6	11	1	0	1	0	5	40
<i>Lasius niger</i>	1	3	0	4	1	0	6	6	2	11	34
<i>L. productus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Formica japonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	4
<i>Camponotus japonicus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	5
<i>C. devestivus</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>C. kiusiuensis</i>	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>C. tokioensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>C. nawai</i>	3	0	0	4	21	0	1	0	0	2	31
<i>C. nipponicus</i>	0	0	0	1	13	0	0	0	0	2	16
Total	39	8	32	24	77	10	11	11	4	43	259

ツバキ植林や集落地・人為裸地の方が多様性の高い値が示された。本結果は、群集の多様性が微小攪乱によって維持され、安定した環境は必ずしも多様性を増大させないという、攪乱を重視した考え方 (Connell, 1978) に適合するように見える。利島で得られた値は日本の亜熱帯照葉樹林のもの ( $H'=3.82-3.32$ ,  $D'=0.91-0.87$ ,  $\alpha=9.62-7.14$ ;  $N=5$ ) よりも低く、茨城県八溝山地のスダジイ林の測定結果 ( $H'=3.01, 1.95$ ,  $D'=0.82, 0.61$ ,  $\alpha=4.72, 2.86$ ;  $N=2$ ) やカンシ林での結果 ( $H'=3.37, 1.57$ ,  $D'=$

$0.87, 0.51$ ,  $\alpha=6.88, 2.11$ ;  $N=2$ ) よりも多少とも高い値を示した。つまり自然植生としては暖帯照葉樹林の通常の高多様性を示していると考えられた。

#### 種数-面積関係

これまでに得られている伊豆諸島の8島 (利島, 伊豆大島, 新島, 神津島, 式根島, 三宅島, 御蔵島, 八丈島) の分布資料 (Terayama, 1983; 増子・寺山, 1984, 1986; 水上, 1984) を基に, 得られた種数 ( $S$ ) と島の面積 ( $A$ )

Table 3. Figures of percentage similarity between the vegetations. 1-10: vegetation codes, cf. Table 1.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.043	0.732	0.444	0.379	0.286	0.080	0.120	0.140	0.402
2		0.000	0.250	0.047	0.000	0.421	0.421	0.333	0.314
3			0.250	0.275	0.238	0.000	0.047	0.000	0.160
4				0.327	0.176	0.343	0.285	0.143	0.597
5					0.161	0.068	0.114	0.025	0.300
6						0.095	0.286	0.000	0.226
7							0.636	0.267	0.370
8								0.267	0.407
9									0.085

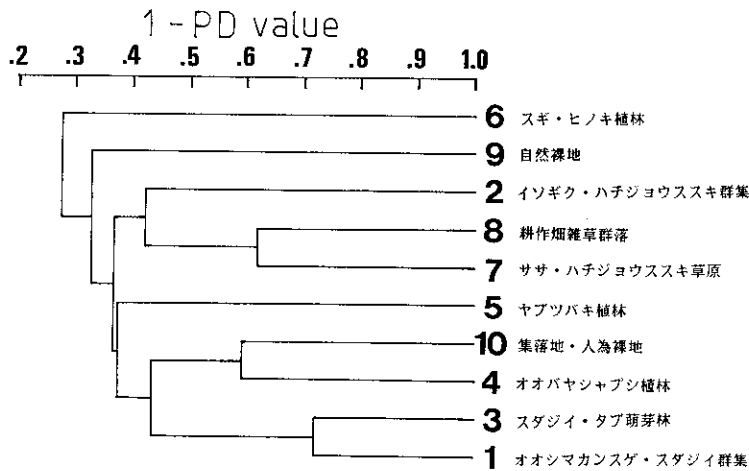


Fig. 2. Dendrogram showing the similarity of ant communities of Toshima Island. (For vegetation codes, see Table 1)

Table 4. Diversity measurements of ant communities in each vegetation on Toshima Island.

	Vegetation									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$H'$	2.75	1.81	2.63	2.31	3.21	2.45	2.05	2.05	1.50	3.16
$D'$	0.78	0.80	0.81	0.84	0.86	0.80	0.66	0.66	0.50	0.88
$\alpha$	5.91	3.17	4.98	5.20	6.75	6.32	5.41	5.41	1.59	9.25

の関係を、 $S=CA^Z$  ( $C, Z$  は定数) で表わされる Power function モデル (Arrhenius, 1921; MacArthur & Wilson, 1967; McGuinness, 1984) に適合させた結果、有意な相関 ( $r=0.725$ ) が得られた (Fig. 3).

しかし、利島における植生のサイズと得られた種数との間には、いずれのモデル式でも有意な相関は示されなかった (Table 5). さらに植生を任意に結合させて作成

したサンプルを用いて、面積とそこに予想されるアリの種数の関係を調べた結果、植生の結合数が多い場合ほど種数と面積の間に有意な相関が示され易かった。つまり、植生を単位とした場合、異質の植生間では種数-面積関係は成立しないが、複数の植生で構成された地域を単位として種数と面積の関係を求めると、種数-面積関係が成立し易いことが予測された。以上の結果は面積が

Table 5. The correlations between expected species number and area of vegetation combined. The expected species number is the numbers of species found when two or more vegetations are combined.

Number of vegetation combined	Data including vegetation 10			Data excluding vegetation 10		
	a	b	c	a	b	c
Uncombined	.22 (NS)	.41 (NS)	.46 (NS)	.36 (NS)	.62 (NS)	.66 (NS)
2	-.07 (NS)	-.03 (NS)	.24 (NS)	.49 (NS)	.53 (NS)	.61 (NS)
3	.16 (NS)	.13 (NS)	.31 (NS)	.35 (NS)	.39 (NS)	.44 (NS)
4	.94**	.95**	.95**	.79**	.79**	.82**
5	.29 (NS)	.20 (NS)	.26 (NS)	.46 (NS)	.40 (NS)	.37 (NS)
6	.78**	.76**	.73**	.12 (NS)	.13 (NS)	.14 (NS)
7	.25 (NS)	.24 (NS)	.16 (NS)	.70*	.71*	.71*
8	.63*	.62*	.62*	.89**	.87**	.86**

a: logspecies/logarea model, b: species/logarea model, c: untransformed model.

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , NS: not significant.

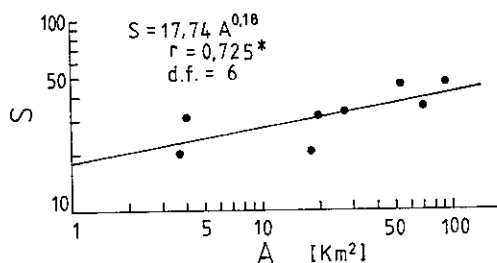


Fig. 3. Relationship between the area of island and the number of ant species in the Izu Islands.

広がると、環境の多様性が増大し、それゆえ所産種数が増大するという見解を支持している。

引用文献

Arrhenius, O., 1921. Species and area. *J. Ecol.*, 9: 95-99.  
 Buckley, R., 1982. The habitat-unit model of island biogeography. *J. Biogeogr.*, 9: 339-344.  
 Connel, J. H., 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199: 1302-1310.  
 原田晴康・緒方一夫, 1984. 北部九州のアリ相 (膜翅目・アリ科). *Pulex*, (70): 321-322.  
 林田和男, 1963. アリ類の生態分布に関する方法論. 札幌大谷短大紀要, 1: 1-26.  
 Hayashida, K., 1957. Ecological distribution of ants in Sapporo and vicinity (Preliminary report). *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, 13: 173-177.  
 ————, 1960. Studies on the ecological distri-

bution of ants in Sapporo and its vicinity. *Insectes Sociaux*, 7: 125-162.  
 ————, 1964. Studies on the ecological distribution in Kutchan and its adjacent area. *J. Sapporo Otani Junior Coll.*, 2: 107-119.  
 ———— and S. Maeda, 1960. Studies on the ecological distribution of ants in Akkeshi. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, 14: 305-319.  
 Johnson, M. P. and D. S. Simberloff, 1974. Environmental determinants of island species numbers in the British Isles. *J. Biogeogr.*, 1: 149-154.  
 Kilburn, P. D., 1966. Analysis of the species-area relation. *Ecology*, 47: 831-843.  
 Kobayashi, S., 1983. The species-area relation for Archipelago biotas: Islands as samples from a species pool. *Res. Popul. Ecol.*, 25: 221-237.  
 Kondoh, M. and Y. Kitazawa, 1984. Ant communities on the campus of UOEH and in an adjacent natural forest. *J. UOEH*, 6: 221-234.  
 MacArthur, R. H. and E. O. Wilson, 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, 203pp.  
 増子恵一・寺山 守, 1984. 伊豆・小笠原のアリ採集目録. *蟻*, (12): 7-12.  
 ————, 1986. 伊豆・小笠原のアリ採集目録(補遺). *蟻*, (14): 7.  
 McGuinness, K.A., 1984. Equations and explanations in the study of species-area curves. *Biol. Rev.*, 59: 423-440.  
 水上哲朗, 1984. 伊豆七島におけるアリ類調査記録 (1983年度). *早稲田生物*, 27: 70-76.  
 村田和彦, 1986. 八溝山地南部のアリ相—照葉樹林を中心に—. *インセクト*, 37: 11-16.  
 Odum, E. P., 1950. Bird populations of the highland (North Carolina) plateau in relation to

- plant succession and avian invasion. *Ecology*, 31: 587-605.
- 奥富 清他 6名, 1976. 東京都現存植生図 伊豆諸島 2. 東京都公害局: 23+5.
- Simberloff, D. S., 1976. Experimental zoogeography of island: Effects of island size. *Ecology*, 57: 629-648.
- Terayama, M., 1983. Biogeographic study of the ant fauna of the Izu and the Ogasawara Islands. *Bull. Biogeogr. Soc. Japan*, 38: 93-103.
- 1985. Structure of communities of ants in the Japanese Islands: S/G ratio, area and species richness. *Zool. Sci.*, 2: 1003.
- 寺山 守, 1986. アリ. 日本の昆虫 攪乱と侵略の生態学 (桐谷圭治編), 東海大学出版会: 43-51.
- 寺山 守・山根正気, 1984. 屋久島のアリ—垂直分布を中心に—. 自然環境保全地域調査報告書 (環境庁自然保護局): 643-667.
- Yamane, S., Y. Harada, and M. Yano, 1985. Ant fauna of Tanega-shima island, the northern Ryūkyūs (Hymenoptera, Formicidae). *Mem. Kagoshima Univ. Res. Center S. Pac.*, 6: 166-173.
- (寺山 守: 182 東京都調布市若葉町 1-41-1 桐朋学園生物研究室. 村田和彦: 321 栃木県宇都宮市峰町 350 宇都宮大学農学部応用昆虫学研究室)