

## 東アジアにおけるアリの群集構造\*

### II. 種密度および巣密度

寺 山 守

## Structure of Ant Communities in East Asia

### II. Species and Nest densities

Mamoru Terayama

**Abstract.** To compare the species and nest densities, field studies were carried out in various vegetations of Japan and Taiwan. Both of the species and nest densities in the subtropical rain forests and the warm-temperate evergreen forests were significantly higher than those in the temperate deciduous broad-leaved forests and the boreal evergreen coniferous forests. The densities were the smallest in the boreal evergreen coniferous forests.

(Terayama, M.: Biological Laboratory, Toho Institute of Education, 1-41-1, Wakaba-cho, Chofu, Tokyo, 182 Japan)

#### はじめに

アリ類は熱帯林で著しい多様性の高さを示すことが判明しつつある。また、より低緯度地域ほど種数が増加すると言った多様性の緯度傾斜も知られている。例えば、Kusnezov (1957), Fisher (1959), Jeanne (1979) は高緯度地域ほど地域に生息する種数が少なく、低緯度地域では多くの種類が見られることを示している。近年、特に熱帯でのアリの種多様性の高さが指摘されており、また現存量でも大きな値が示されていることから (Wilson, 1988, 1990), 生態系におけるアリ類の役割の大きさが予測されている。

本報では、東アジア地域におけるアリ類の種密度および巣密度を、亜熱帯から亜寒帯までの各植生間で比較した結果を報告し、さらにこれらの密度と緯度および標高との関係にも触れた。

#### 調査地域および方法

日本および台湾に見られる 48 カ所の亜熱帯多雨林から寒帯荒原の各植生で (Fig. 1), アリの巣密度および種密度を測定した (Appendix)。取り扱った 48 地点の内、14 地点は文献および私信によるもので、残りの 34 地点は著者による調査結果である。その結果、18 タイプの植生におけるアリ類の生息密度の測定値が示された。

調査方法は、各調査地点において 1 m<sup>2</sup> を単位に幾つかの方形区を設定し、そこを深さ 30 cm まで掘り取ることによって得られたアリの種数、巣数を測定し、調査地点での 1 m<sup>2</sup> 当りの種密度と巣密度 ( $D$ ) を算出した ( $D = (\sum ni) / N$ :  $ni$  は 1 m<sup>2</sup> で得られた種数あるいは巣数;  $N$  は調査した 1×1 m 方形区の数)。巣の認定は、1) 雌アリ (女王) を発見した場合、2) 卵、幼虫、職蟻がまとも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。アリの種類によっては多巣制のコロニーを形成する。得られた集団どうしが近接して同一の巣と容易に認定出来る場合や、坑道でつながっている場合は問題ないが、本調査では、同一のコロニーであるにもかかわらず集団間が離れていたことから別々の巣として計測す

\* 本研究の一部は第 19 回国際昆虫学会議 (1992 年 6 月 28 日～7 月 4 日、北京) において発表した。また、本研究の一部は、タカラ・ハーモニストフェンド平成 3 年度助成金、桐朋学園第二種研究助成金 (1988 年度、1990 年度、1991 年度) の援助を受けて行った。

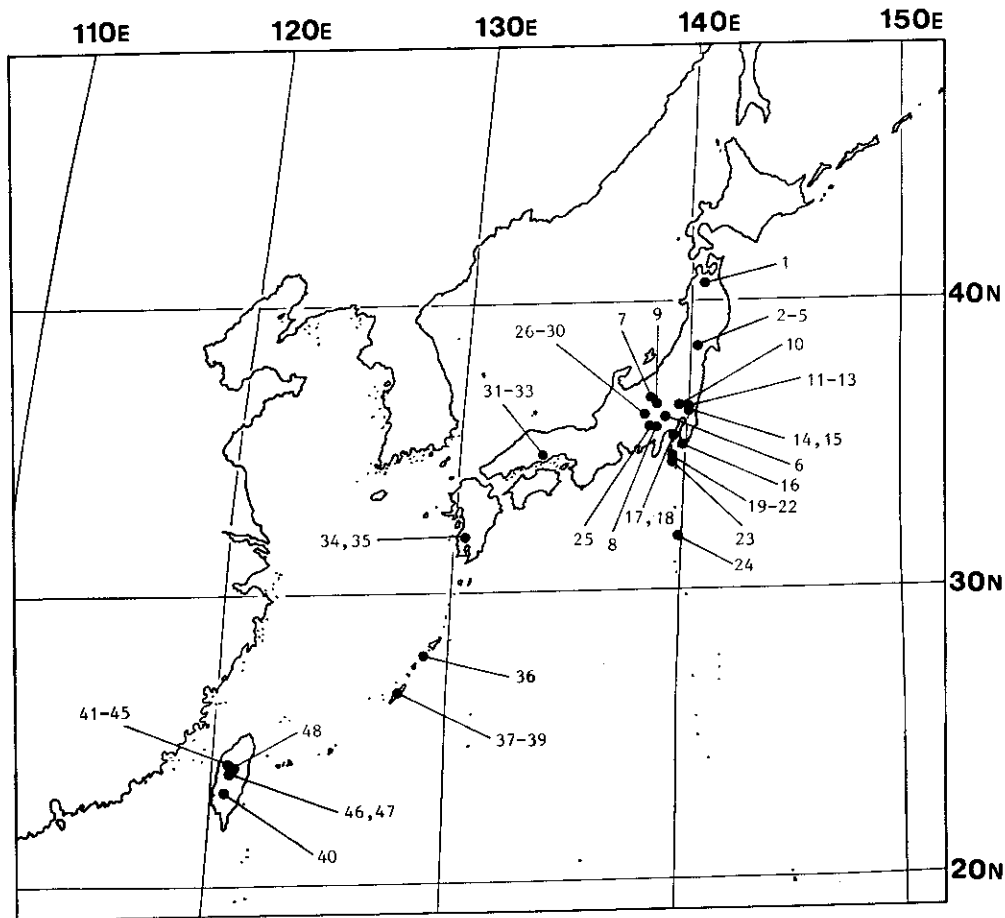


Fig. 1. Sites surveyed for density measurements of East Asia.  
Codes of sites surveyed are as in Appendix.

る可能性がある。それ故、コロニー密度として見た場合、今回の葉密度の数値よりも低く、あるいはせいぜい同じに示されることになる。

これらの結果を各植生別にまとめ、特に自然植生の亜熱帯降雨林、暖帯照葉樹林、温帯夏緑樹林、亜寒帯針葉樹林の測定値は、分散分析 (ANOVA) によって各植生の平均値間での有意差の有無を調べた。また、緯度と密度の関係を亜熱帯降雨林、暖帯照葉樹林の値を用いて直線回帰させ、相関の有無を調べた。

高度と密度との関係は、台湾の資料を用いて比較した。台湾は、平野部が亜熱帯に属するが標高が高まるにつれて照葉樹林、夏緑樹林、針葉樹林、高山荒原と植生が変化する。そのような垂直的な植生の変化に対応させて、平野部から標高 3,200 m までの各地点におけるア

リの密度を比較した。

## 結 果

### 種密度

Fig. 2-b に自然植生の亜熱帯降雨林、暖帯照葉樹林、温帯夏緑樹林、亜寒帯針葉樹林における種密度を示した。亜熱帯降雨林で 4.00~6.00 ( $\bar{x}=4.75$ ,  $N=5$ ), 暖帯照葉樹林では 3.83~4.81 ( $\bar{x}=4.21$ ,  $N=8$ ), 温帯夏緑樹林では 1.33~2.25 ( $\bar{x}=1.73$ ,  $N=6$ ) を示した。また、亜寒帯針葉樹林では 0.01~0.33 ( $\bar{x}=0.18$ ,  $N=5$ ) という特に低い値が示された。さらに、暖帯の陽樹林 (アカマツ植林) では 1.00~3.40 ( $\bar{x}=2.70$ ,  $N=7$ ) という値を得た。

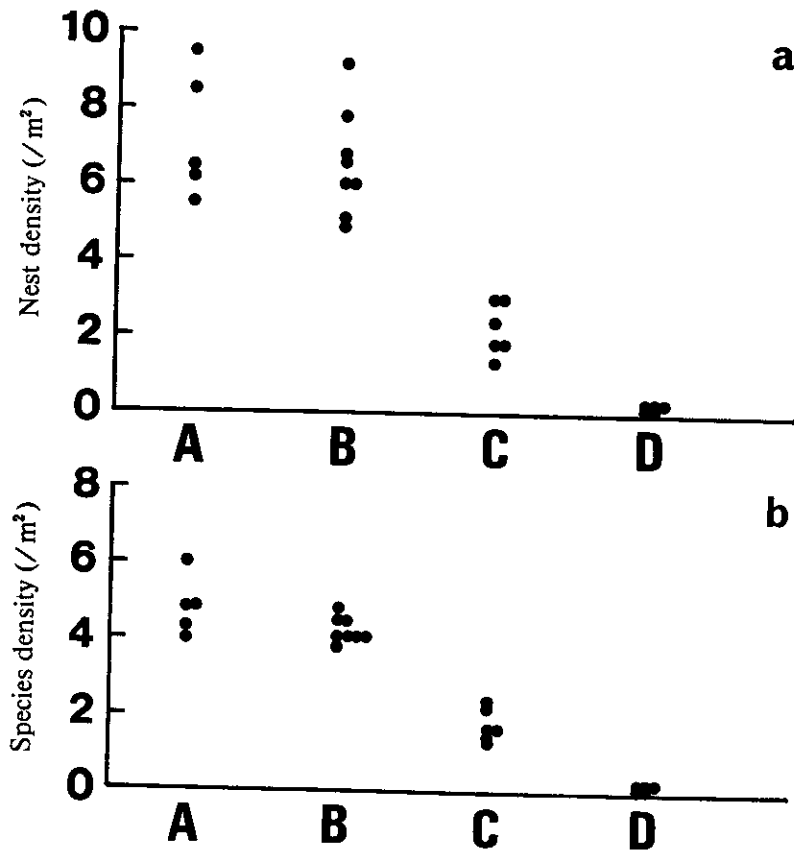


Fig. 2. Densities of ants in 4 vegetations.

a: Nest density. b: Species density.

A, Subtropical rain forest; B, Warm-temperate evergreen broad-leaved forest; C, Cool-temperate deciduous broad-leaved forest; D, Boreal evergreen coniferous forest.

巢密度

Fig. 2-a に自然植生の亜熱帯降雨林, 暖帯照葉樹林, 温帯夏緑樹林, 亜寒帯針葉樹林における巢密度を示した。亜熱帯降雨林で 5.50~9.50 ( $\bar{x}=7.23$ ,  $N=5$ ), 暖帯照葉樹林で 4.70~9.07 ( $\bar{x}=6.8$ ,  $N=8$ ), 温帯夏緑樹林で 1.33~2.80 ( $\bar{x}=2.07$ ,  $N=6$ ) を示した。亜寒帯針葉樹林では種密度と同様に 0.01~0.36 ( $\bar{x}=0.20$ ,  $N=5$ ) という特に低い値が示された。さらに暖帯の陽樹林 (アカマツ植林) では 1.00~6.00 ( $\bar{x}=4.10$ ,  $N=7$ ) という値が得られた。

分散分析

分散分析によると, 種密度, 巢密度ともに平均値間の差に有意性が認められた (種密度:  $F=109.98$ ,  $df=3$ ,

$p<0.01$ ; 巢密度:  $F=31.54$ ,  $df=3$ ,  $p<0.01$ ). それ故さらに, Turkey-Kramer 法によって各植生で得られた種密度, 巢密度の平均値間の有意差を検定した結果 (Tables 1 & 2), 種密度では亜熱帯降雨林・温帯夏緑樹林, 亜熱帯降雨林・亜寒帯針葉樹林, 暖帯照葉樹林・温帯夏緑樹林, 暖帯照葉樹林・亜寒帯針葉樹林, および温帯夏緑樹林・亜寒帯針葉樹林間に 5% 水準で有意差が示され, 巢密度では亜熱帯降雨林・温帯夏緑樹林, 亜熱帯降雨林・亜寒帯針葉樹林, 暖帯照葉樹林・温帯夏緑樹林, および暖帯照葉樹林・亜寒帯針葉樹林に 5% 水準で有意差が示された。以上の結果から, 種密度, 巢密度ともに亜熱帯・暖帯林間には有意差が認められず, それらの地域に対して温帯林・亜寒帯林は有意に低い密度であり, 種密度においてはさらに温帯林に比べて亜寒帯林の値が低い

Table 1. Result of multiple comparisons among means of species densities based on the Turkey-kramer Method.

Upper triangular matrix shows the values of  $|\bar{x}_i - \bar{x}_j|$  and lower triangular matrix the values of  $SE_{ij}$ . If  $SE_{ij} < |\bar{x}_i - \bar{x}_j|$  then  $p < 0.05$ .

A, Subtropical rain forest; B, Warm-temperate evergreen broad-leaved forest; C, Cool-temperate deciduous broad-leaved forest; D, Boreal evergreen coniferous forest.

	A	B	C	D
A	—	0.545	3.020	4.567
B	0.640	—	2.475	4.022
C	0.632*	0.552*	—	1.547
D	0.710*	0.640*	0.632*	—

\*:  $p < 0.05$ .

Table 2. Result of multiple comparisons among means of nest densities based on the Turkey-kramer Method.

Upper triangular matrix shows the values of  $|\bar{x}_i - \bar{x}_j|$  and lower triangular matrix the values of  $SE_{ij}$ . If  $SE_{ij} < |\bar{x}_i - \bar{x}_j|$  then  $p < 0.05$ .

A, Subtropical rain forest; B, Warm-temperate evergreen broad-leaved forest; C, Cool-temperate deciduous broad-leaved forest; D, Boreal evergreen coniferous forest.

	A	B	C	D
A	—	1.003	5.129	7.006
B	2.107	—	4.126	6.003
C	2.079*	1.795*	—	1.877
D	2.337*	2.107*	2.079	—

\*:  $p < 0.05$ .

ことが判明した。

#### 緯度と密度の関係

亜熱帯降雨林と暖帯照葉樹林の測定値で標高 500 m 以下の地域を対象に、種密度、巢密度と緯度との関係を調べた。その結果、亜熱帯降雨林での種密度との相関は  $-0.521$ 、巢密度との相関は  $0.100$  で ( $n=5$ ) 統計的に有意な相関は認められなかった。暖帯照葉樹林での種密度との相関は  $-0.339$ 、巢密度との相関は  $0.344$  を示し ( $n=7$ )、さらに亜熱帯降雨林と暖帯照葉樹林を込みにした場合 ( $n=12$ ) での種密度との相関は  $-0.558$ 、巢

密度との相関は  $-0.206$  で、やはりいずれも有意な相関は得られなかった。つまり、亜熱帯降雨林、暖帯照葉樹林、および両地域を込みにした資料のいずれの場合においても有意な相関は認められなかった。

#### 台湾における高度に対応した植生と密度の関係

台湾の平野部の亜熱帯降雨林 (六龜) では種密度で 6.0、巢密度で 8.5 という高い値が得られた。標高 600 m にある暖帯照葉樹林 (南山溪) ではそれぞれの値が 4.3、5.3、標高 1,200 m 地点の暖帯照葉樹林 (霧社) ではこれが 4.3、6.5 であった。さらに標高 2,000 m を越える地域に見られる夏緑樹林では種密度 0.3~0.5、巢密度 0.3~0.5 を示した。阿里山の標高 2,200 m 地点に見られるタイワンスギ・タイワンヒノキの植林ではいずれの値も 0.07 以下の著しく低い値が示された。さらに、標高 3,100~3,200 m 地点に見られるニタカヤダケ群落では種密度 0.8、巢密度 1.0 の値が示された。

#### 考 察

解析の結果、植生 (極盛相) の水平分布に対応して、アリの種密度は亜熱帯降雨林・暖帯照葉樹林 > 温帯夏緑樹林 > 亜寒帯針葉樹林の順に低くなることが示され、巢密度では亜熱帯降雨林・暖帯照葉樹林 > 温帯夏緑樹林・亜寒帯針葉樹林と言う関係が示された。つまり、高緯度地域の見られる自然植生ほどそこに生息するアリの密度が低下するということである。また亜熱帯降雨林、暖帯照葉樹林での密度の資料によると、同一の植生内では緯度と密度との相関は認められなかったことから、これらの緯度傾斜が緯度そのものの変化による連続的なものではなく、植生を単位とした段階的なものであることが予測された。台湾における高度と密度との関係においても、垂直的に高い地域の自然植生ほど低い密度を示し、植生の水平的な変化と同様のパターンが認められた。亜熱帯降雨林と暖帯照葉樹林との間で、種密度に統計的な有意差が認められなかったが、本報では  $1\text{ m}^2$  に見られる種数の差を論じており、取り扱う地域単位を大規模にした場合、亜熱帯地域でのアリの所産種数は暖帯と比べて明らかに多い点は注意したい。例えば面積がほぼ等しい台湾と九州のアリの所産種数を比較した場合、台湾の約 205 種に対して九州本土では 121 種である。また、沖縄本島のみでも 101 種のアリが生息している。

暖帯のアカマツ植林では同じ暖帯の照葉樹林よりも低い密度を示した。タイワンスギ・タイワンヒノキの植林でもほぼ同一の標高に見られる自然林の夏緑樹林よりも

低い密度が示された。それゆえ、植林のような単純な構造の植生では、自然植生よりもアリの密度が低いことが予想された。

参考文献

- Fischer, A. G., 1960. Latitudinal variations in organic diversity. *Evolution*, 14: 64-81.
- Jeanne, R. L., 1979. A latitudinal gradient in rates of ant predation. *Ecology*, 60: 1211-1224.
- Kusnezov, N., 1957. Numbers of species of ants in faunas of different latitudes. *Evolution*, 11: 298-299.
- Yasuno, M., 1965. The study of ants population in the grassland at Mt. Hakkoda. V. The interspecific and intraspecific relation in the formation of the ant population, with special reference to the effect of the removal of *Formica truncorum* yessensis. *Sci. Rep. Tôhoku Univ., Ser IV (Biol.)*, 31: 181-194.
- 園部力雄, 1975. 蔵王山のアリ相に及ぼす観光開発の影響. 蔵王山の環境破壊による生物群集の動態に関する研究, 116-124.
- 山岡寛人, 1976. 千葉県房総丘陵清澄山地域のモミ・ツガ林における地中営巣性アリ類の組成および現存量について. 房総丘陵清澄山・高宕山の自然とその人為による影響, (5): 74-77.
- Wilson, E. O., 1988. The current state of biological diversity. in *Biodiversity* (ed. by E. O. Wilson): 3-18. National Academy Press.
- 1990. Success and dominance in Ecosystems: The case for the social insects. 104 pp. Ecology Institute (Oldendorf/Luhe).
- (寺山 守: 182 東京都調布市若葉町 1-41-1 桐朋学園桐朋教育研究所 生物研究室)

Appendix. Density measurements of ants in each study site.

Code	Locality (Prefecture)	Latitude	Altitude (m)	Vegeta- tion	No. of 1 × 1 m quadrat	No. of sp. obtained	Density		Source
							sp.	nest ind. #	
<b>Japan</b>									
1.	Mt. Hakkoda-san (Aomori)	40°40'	500	F	51*	3	0.33	0.36	Yasuno (1965)
2.	Mt. Zao-san (Miyagi)	38°08'	1760	E	32*	2	0.34	0.39	Sonobe (1985)
3.	Mt. Zao-san (Miyagi)	38°08'	1600	A	2100*	2	0.01	0.01	Sonobe (1975)
4.	Mt. Zao-san (Miyagi)	38°08'	1260	G	52*	3	0.21	0.23	Sonobe (1975)
5.	Mt. Zao-san (Miyagi)	38°08'	1260	G	48*	4	0.25	0.27	Sonobe (1975)
6.	Mt. Kumotori-san (Saitama)	35°52'	1850	A	50*	2	0.33	0.36	Kondoh (1967)+
7.	Shiga-kōgen (Nagano)	36°42'	1600	A	29*	2	0.27	0.27	Abe (1970)+
8.	Mt. Fuji-san (Shizuoka)	35°21'	1500	H	400*	4	0.03	0.03	Kondoh (Pers. comm.)
9.	Mt. Kirizumi-yama (Gumma)	36°18'	1050	B	5	3	1.4	1.8	Murata (Pers. comm.)
10.	Mt. Buttyou-san (Ibaraki)	36°24'	200	C	4	10	4.0	7.8	
11.	Naka-machi (Ibaraki)	36°26'	50	Jp	9	8	2.8	3.2	
12.	Naka-machi (Ibaraki)	36°26'	50	Jp	4	2	1.0	1.0	
13.	Naka-machi (Ibaraki)	36°26'	50	Jp	1	3	3	6	
14.	Iwase-machi (Ibaraki)	36°20'	100	Jp	1	3	3	4	
15.	Iwase-machi (Ibaraki)	36°20'	100	Jp	1	3	3	5	
16.	Kiyosumi (Chiba)	35°10'	250	I	2	9	6.5	16.5	Yamaoka (1976)
17.	Manazuru (Kanagawa)	35°10'	50	C	7	12	4.8	9.1	Morishita (1967)+
18.	Manazuru (Kanagawa)	35°10'	50	C	6	10	3.8	4.8	
19.	Toshima is. (Tokyo)	34°31'	230	Lp	4	8	3.0	3.8	
20.	Toshima is. (Tokyo)	34°31'	500	C	2	6	4.5	5.0	
21.	Toshima is. (Tokyo)	34°31'	490	C	2	6	4.0	6.5	
22.	Toshima is. (Tokyo)	34°31'	250	Mp	2	1	0.5	0.5	
23.	Shikine-jima is. (Tokyo)	34°19'	20	K	9	8	1.9	3.2	
24.	Aogashima is. (Tokyo)	34°27'	110	C	3	9	4.0	6.7	
25.	Asagiri-kōgen (Yamanashi)	35°24'	840	N	2	6	4.5	6.0	Saeki et al. (1969)+
26.	Mt. Yatsuga-take (Yamanashi)	35°55'	1150	B	3	3	1.3	1.3	
27.	Mt. Yatsuga-take (Yamanashi)	35°55'	1160	B	5	6	2.2	2.4	

28.	Mt. Yatsuga-take (Yamanashi)	35°55'	1160	Op	5	2	1.8	3.0	
29.	Mt. Yatsuga-take (Yamanashi)	35°55'	1165	B	5	5	1.6	2.8	
30.	Mt. Yatsuga-take (Yamanashi)	35°55'	1165	B	5	4	1.6	1.8	
31.	Akasaka-machi (Okayama)	34°50'	100	Jp	6	9	3.4	5.0	
32.	Akasaka-machi (Okayama)	34°50'	100	Jp	4	6	2.8	4.5	
33.	Akasaka-machi (Okayama)	34°50'	100	B	4	7	2.3	2.5	
34.	Minamata (Kumamoto)	32°10'	500	C	2	6	4.5	6.0	364.0 Hayashida et al. (1970) +
35.	Minamata (Kumamoto)	32°10'	600	C	1	8	4	6	1665 Hayashida et al. (1970) +
36.	Tokuno-shima is. (Kagoshima)	27°50'	120	D	4	10	4.8	9.5	
37.	Okinawa is. (Okinawa)	26°31'	300	D	2	6	4.0	5.5	
38.	Okinawa is. (Okinawa)	26°31'	280	D	3	8	4.7	6.5	
39.	Okinawa is. (Okinawa)	26°30'	130	D	3	10	4.3	6.2	
	<b>Taiwan</b>								
40.	Liukuei (Kaohsiung)	23°10'	250	D	2	10	6.0	8.5	
41.	Zhongzheng-cun (Nantou)	23°58'	300	P	3	6	3.7	5.3	
42.	Nanshanchi (Nantou)	24°02'	600	C	6	13	4.3	6.5	
43.	Wushe (Nantou)	24°03'	1200	C	3	7	4.3	5.7	
44.	Meifeng (Nantou)	24°04'	2140	B	3	1	0.3	0.3	
45.	Cuifeng (Nantou)	24°04'	2300	B	2	1	0.5	0.5	
46.	Mt. Ali-shan (Chiayi)	23°35'	2200	Qp	4	0	0.0	0.0	
47.	Mt. Ali-shan (Chiayi)	23°35'	2200	Qp	15	1	0.07	0.07	
48.	Mt. Hehuan-shan (Nantou)	24°04'	3100~3200	R	4	2	0.8	1.0	

\*: Nests of *Formica*, *Myrmica*, *Manica*, *Leptothorax* and *Lasius* are searched. Another subterranian species are not distributed or rare if any in these areas.

#: Excluding number of eggs, larvae, and pupae.

+ : Mimeographed research data distributed by the Myrmecological Society of Japan.

Vegetation: A, Boreal evergreen coniferous forest; B, Deciduous broad-leaved forest; C, Warm-temperate evergreen forest; D, Subtropical rain forest; E, Alpine grasslands; F, Subarctic grassland; G, Subarctic scrub; H, Alpine volcanic grassland; I, *Abies firma* forest; J, *Pinus densiflora* forest; K, *Pinus thunbergii* forest; L, *Camellia japonica* forest; M, Japanese cedar forest; N, Cool-temperate grassland; O, *Larix leptolepis* forest; P, *Dendrocalamus latiflorus* woods; Q, *Chamaecyparis obtusa*-*Taiwania cryptomerioides* forest; R, *Pleioblastus nitakayamensis* community. p: Plantation.