

# 林床無脊椎動物の現存量について

菊沢喜八郎, 渡辺弘之, パイラット・サイチュアエ, 四手井綱英

## On the Biomass of Invertebrates in Forest Floor

Kihachiro KIKUZAWA, Hiroyuki WATANABE, Pairath SAICHUAE, Tsunahide SHIDEI

### 目 次

要 旨.....25	(2) 全現存量.....33
緒 言.....26	(3) 総個体数.....35
1. 調査地・調査方法.....27	3. 今後の問題点.....37
2. 結果および考察.....27	引用文献.....38
(1) 大形動物 .....27	Résumé .....38

### 要 旨

森林の落葉層および土壤中に棲息する微小な無脊椎動物の個体数および現存量の調査を行なった。調査は1963—64年に、大台カ原山（奈良）のトウヒ林、ウラジロモミ林、ブナ林、ブナーシヤクナゲ林、柏木（奈良）の常緑広葉樹林、大文字山（京都）の常緑—落葉混交樹林、芦生（京都）のブナ林、ミズナラ林、木曾駒カ岳（長野）のアカマツ林、オオシラビソ林、川内（鹿児島）の常緑広葉樹林、Phu Kradung（タイ国東北部）のマツ林、常緑広葉樹林、落葉混交樹林等で行なった。各林分に1m<sup>2</sup>のプロットを作り、その中の目に見える程度の大形の動物をピンセットで採集した。ピンセットで採集不能の小形動物は20cm×20cmのプロットからのサンプルを持ち帰り、ファンネルを使用して採集した。

#### 1. 大形動物

大形動物の個体数は常緑広葉樹林、常緑—落葉混交樹林に多く（80—220）、大台カ原山の4林分では少なかった（50以下）。これらはまた、同じ大台カ原山の林分でも針葉樹林よりも広葉樹林に多いようであった。

#### 2. 全現存量

現存量も上と同じ傾向が見られた。すなわち、山地よりも低地に多く、針葉樹林よりも広葉樹林に多かった。季節的な変動をみると、大台カ原山の4林分および柏木の常緑広葉樹林では8月に最高に達しているが、京都大文字山の常緑—落葉混交樹林では8月に減少している。これは、京都では8月に非常に乾燥していたためであろうと考えられる。

#### 3. 総個体数

トビムシとダニが常に全体の80%以上を占めていた。トビムシ個体数の全体に対する比率 ( $C_p$ ) とダニのそれ ( $A_p$ ) を両軸にとった  $A_p$ — $C_p$  図を描いた。 $A_p$  は Phu Kradung の5林分で最も高く（66—86%）、大台カ原山のトウヒ林・ウラジロモミ林、木曾駒カ岳の2林分で最も低かった（10—40%）、 $C_p$  はこれと全く逆の傾向を示し、Phu Kradung では22%以下、日本の針葉樹林ではほとんどが60

%以上であった。これから  $A_n$  は高温・乾燥の環境下で高くなり、逆に  $C_n$  は低温・湿潤の環境で高くなるといえるようである。季節的に全個体数の変動を見ると10月に多くなるようであった。

## 緒 言

森林の落葉層および土壌中には、数多くの微小な動物が棲息している。これらが他の微生物とともに、年々供給される落葉・落枝を分解することにより、森林生態系における物質循環に大きな役割をはたし、森林の生産力にも影響を与えているものと考えられている。

1920年代以降、Ulrich<sup>1)</sup> などによりこれら土壌中の動物の研究が数多くなされ、また最近では数多くの総括論的な著書が出版されている。わが国においても、青木<sup>2)~4)</sup> 岩村<sup>5)~9)</sup> 今立<sup>10)</sup> らによって研究が行なわれ、その他土壌中に棲息する個々の動物についての数多くの研究がある。しかし物質生産の生態学的立場からいえば、単に動物の種類構成、個体数のみでなく、さらに現存量の調査が重要な意義をもってくる。この現存量とそれらの生長率(回転率)を調査してはじめて物質循環にはたす土壌中の微小な動物たちの役割をはっきり知ることができよう。この意味から、最近わが国においても北沢<sup>15)~19)</sup>

表1 調査地  
Table 1. Sampling Sites

A	トウヒ林 Spruce forest	<i>Picea jezoensis</i>	奈良県 Nara Pref.	大台カ原山 Mt. Odai	1640m	トウヒの天然純林地表にはコケ類が多い
B	ウラジロモミ林 Fir	<i>Abies homolepis</i> <i>Fagus crenata</i>	〃	〃	1520m	ウラジロモミを主とし ブナ・トウヒ等が混交
C	ブナ林 Beech	<i>F. crenata</i> <i>A. homolepis</i>	〃	〃	1560	ブナ・ウラジロモミ・ カエデースズタケ
D	ブナ・ジャクナゲ林 Beech-Rhododendron	<i>Rhododendron hond- enes</i> <i>F. crenata</i>	〃	〃	1540	ブナ・カエデ・ジャク ナゲ
E	常緑広葉樹林 Ever green	<i>Quercus myrsinaefolia</i> <i>Castanopsis cuspidata</i>	〃	柏木 Kashiwagi	360	シラカシ・シイ・タブ ーヒサカキ
F	混交広葉樹林 Mixed broad leaved	<i>Q. glauca</i> <i>Carpinus laxiflora</i>	京都 Kyoto	大文字山 Mt. Daimonji	200	アラカシ・アカシデ
G	オオンラビン林 Fir	<i>A. mariesii</i>	長野 Nagano	木曾駒カ岳 Mt. Kisoko- magatake	2600	
H	アカマツ林 Japanese red pine	<i>Pinus densiflora</i>	〃	〃	700m	林床にはコケ類が多い
I	ミズナラ林 Oak	<i>Q. mongolia</i>	京都 Kyoto	芦生 Ashu	500m	
J	ブナ林 Beech	<i>F. crenata</i>	〃	〃	〃	
K	常緑広葉樹林 Ever green	<i>Castanopsis cuspidata</i> <i>Machilus thunbergii</i>	鹿児島 Kagoshima	川内 Sendai	500	シイ・タブノキ
L	Hill ever green	<i>Quercus acutissima</i> <i>Lithocarpus spieatus</i>	タイ国東北部 Northeastern Thailand	Phu Kradung	1300	カシ・シイ
M	Pine	<i>Pinus merksii</i> <i>P. kasha</i>	〃	〃	〃	
N	混交広葉樹林 Mixed deciduous	<i>Shorea obtusa</i> <i>Pentacme siamensis</i>	〃	〃	600	

によって各地の土壤動物の現存量が調査されはじめているが、まだまだ調査が必要と考えられる現状である。特に現存量を季節的に調査したものは著しく少ないようである。

本研究は1963—64年に、大台カ原山(奈良)、柏木(奈良)、大文字山(京都)、京大芦生演習林(京都)、木曾駒カ岳(長野)、川内(鹿児島)、Phu Kradung(タイ国東北部)などの種々の森林において行なった無脊椎動物の個体数および現存量の調査結果をまとめたものである。

## 1. 調査地および調査方法

調査地は表1に示すとおりである。

調査方法は、各林分の林床に $1\text{m}^2$ の枠を置き、その中に棲息している大形動物を、落葉層および地表下10cmまでの2つにわけてピンセットを使用して採集した。これを99%アルコールに漬けて研究室に持ち帰り、種類分けを行なったのち個体数をかぞえ、化学天秤を使用して湿重量を測定した。プロットは各林分毎に通常2個とった。

ピンセットで採集不可能な小形動物は、 $1\text{m}^2$ の枠に隣接して $20\text{cm}\times 20\text{cm}$ のプロットを作り、この落葉層および土壌をポリエチレンの袋に入れて持ち帰り、電熱を利用したファンネル(Berlese's funnel)に3時間かけて動物を抽出し、アルコール液に保存した後、ザルツフィルターでろ過し、このろ紙の上の個体を双眼顕微鏡でかぞえた。採集と同時に、各プロットの落葉の重量を測定し、研究室で重量含水率と乾重量を算出した。

## 2. 結果および考察

### (1) 大形動物

採集された動物は、軟体動物・環形動物・節足動物であったが、その大部分は節足動物に属し、甲殻綱・クモ形綱・唇脚綱・倍脚綱・結合綱・昆虫綱の6綱にまたがっている。なかでも昆虫綱に属するものは多く、双翅目・粘管目・鞘翅目・鱗翅目・半翅目・膜翅目・直翅目などのものが多く出現しているが、個体数の大部分を占めるのはトビムシ(昆虫綱・粘管目)、ダニ(クモ形綱・ダニ目)であった。

表2は、調査されたすべてのプロットの動物の主要種ごとの個体数および $1\text{m}^2$ あたりの全個体数、現存量などを示したものである。Macro animals とあるのは、ピンセットで採集した大形動物であり、Micro animals とあるのは、ファンネルを使用して抽出したダニ・トビムシを主とする小形動物である。ここで、大形動物のみの各林分の特徴をみると、各林分で個体数の多いものはトウヒ林ではムカデ類・クモ類・ミミズ類、ウラジロモミ林ではミミズ類・ヤスデ類・ムカデ類、ブナ林ではミミズ類・ムカデ類・クモ類、ブナ・ジャクナゲ林ではミミズ類・ムカデ類・クモ類・ワラジムシ、柏木の常緑広葉樹林ではワラジムシ・ヒメハマトビムシ・ムカデ類・ミミズ類・ヤスデ類・甲虫類、京都大文字山の混交広葉樹林ではミミズ類・クモ類・ワラジムシ・ヒメハマトビムシ・ムカデ類・ハエ類の幼虫・アリ類等であり、川内の常緑広葉樹林でもワラジムシ・ヒメハマトビムシ・ヤスデ等が多く、種類は奈良柏木の常緑広葉樹林、京都大文字山の混交広葉樹林、九州川内の常緑広葉樹林で非常に豊富であり、山地から低地に向うほど種類数は多くなるようである。また同じ山地でも針葉樹林よりも広葉樹林に種類数は多く Phu Kradung の同標高においても、Pine forest よりも、Hill ever-green に種類数は多かつた。<sup>18)</sup>北沢は高度によって目の数にはあまり大きな変化はみられないが、科の数は高さがますにつれてへって行く傾向にあるとしており、本調査と同じ傾向を述べているが、それとともに構成する樹種による差もあるものと考えられる。すなわち無機的环境以外にも、各動物の嗜好性が

表2 全調査地における, 大形動物, 小形動物の総個体数および現存量  
 Table 2. Macro animals, Micro animals, Biomasses and Total individual numbers at every sampling plots

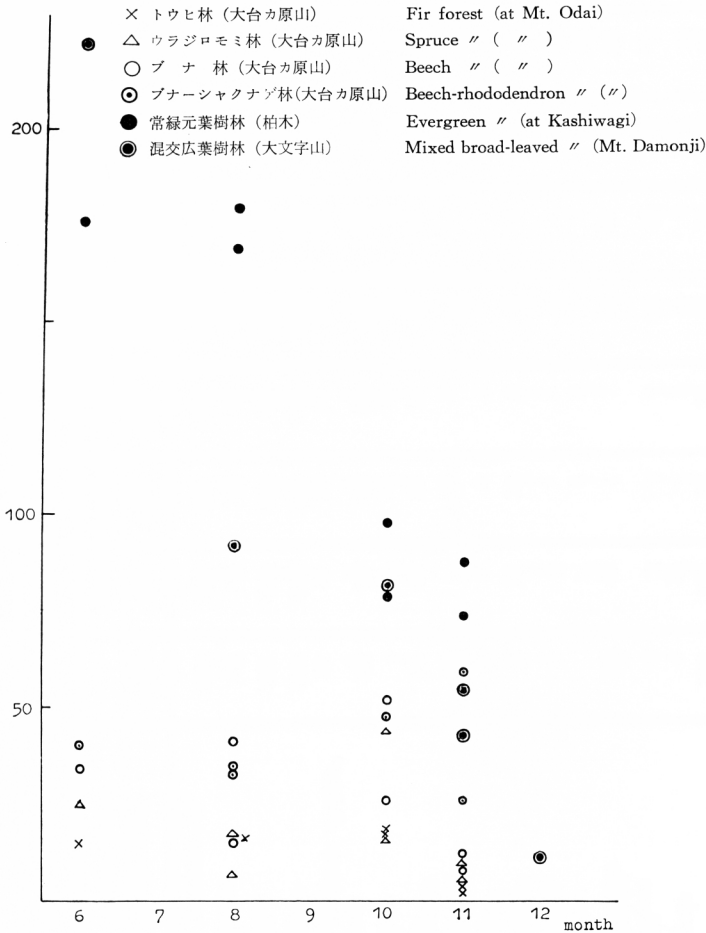
	Fir forest at Mt. Odai						Spruce forest at Mt. Odai						Beech forest at Mt. Odai	
	64,6/2	8/4	10/6	10/6	11/6	11/6	64,6/2	8/4	8/4	10/6	10/6	11/6	11/6	64,6/2
Macro Animals /m <sup>2</sup>														
Oligocheata	3	3	8	6			5	1	13	9	3			9
Hirudenea										1				
Isopoda		1								2	2			
Amphipoda														
Chilopoda	4	2	5	3			1		1	14	1	1		7
Diplopoda			1				8	2	1	1	3	1	3	
Araneaia	4	6	2	1	2		4	2		6	1		1	4
Cheriferidea				4										
Diptera		3				1				2	1	1	1	2
Coleoptera	1			4	1	1			1	4	1		4	4
Lepidoptera		1	2					1		1		1	1	
Hemiptera											1			
Hymenoptera	3							1	1	2	1			6
Dermaptera														2
Others			1		1	1	7				2	2		
Total	15	16	19	18	4	3	25	7	17	44	16	6	10	34
Micro Animals /0.04m <sup>2</sup>														
Collembola	280	600	494	1087	607	1147	179	289	265	453	389	397	140	286
Acarina	72	189	115	493	245	212	75	112	107	40	117	222	82	120
Others	16	22	3	24	14	11	12	21	11	17	17	19	22	8
Total	368	811	612	1604	866	1370	266	422	383	510	523	638	244	414
Total Number 10 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	9.2	20.3	15.3	40.1	21.7	34.2	6.7	10.5	9.6	13.3	13.1	16.0	6.1	10.4
Total Weight g/m <sup>2</sup>	3.3	5.6	3.3	4.7	2.3	2.3	3.1	3.5	9.2	8.4	2.7	1.6	0.8	3.9
Litter Weight kg/m <sup>2</sup>	0.9	0.5	1.3	1.4	0.7	0.6	1.3	0.8	1.0	2.1	1.1	1.0	0.8	0.9
Litter Water Content %	66	72	56	56	69	69	52	62	62	42	42	66	66	43
Mean Temperature °C	14	18	9	9	4	4	14	18	18	9	9	4	4	14

	Beech forest at Mt. Odai						Beech-Rhododendren forest at Mt. Odai						Evergreen forest at Kashiwagi	
	64,8/4	8/4	10/6	10/6	11/6	11/6	64,6/2	8/4	8/4	10/6	10/6	11/6	11/6	64,6/2
Macro Animals /m <sup>2</sup>														
Oligocheata	11	17	9	5	5	5	4	4	1	10	2	6	2	10
Hirudenea	1	1	1	1							1		1	
Isopoda			20	3			6	10		12	11	12	50	4
Amphipoda							1							36
Chilopoda	6	6	4	6	1	1	10	4	9	7	7	1		5
Diplopoda			2	1	2		1						1	15
Aranea	2	3	10	5		4	9	10	16	10	12	4	4	15
Cheriferidea			2							1		2		5
Diptera		1					2	1	1	2	4			6
Coleoptera	3	11	3	3		2	1	3	5	6				18
Lepidoptera	1			2				1	1				1	
Hemiptera	1							1						
Hymenoptera		2	1				1							58
Dermaptera														
Others							5	1					1	4
Total	25	41	52	26	8	12	40	35	33	48	37	26	59	176
Micro Animals /0.04m <sup>2</sup>														
Collembola	265	306	193	443	775	488	330	137	638	468	417	546	574	275
Acarina	273	163	123	87	166	175	186	102	551	254	155	212	241	262
Others	31	18	14	62	20	17	21	17	19	11	17	28	37	27
Total	569	487	330	592	961	680	537	256	1208	733	589	786	852	564
Total Number 10 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	14.3	12.2	8.6	14.8	23.7	17.0	13.5	6.4	30.2	18.4	16.8	19.7	21.4	14.3
Total Weight g/m <sup>2</sup>	5.7	5.4	3.6	3.4	2.8	2.0	4.6	3.3	6.1	4.4	3.1	2.8	3.1	7.5
Litter Weight kg/m <sup>2</sup>	0.9	0.9	1.1	1.0	0.5	0.5	1.0	1.6	1.1	1.0	1.8	0.8	1.5	1.1
Litter Water Content %	52	52	51	51	70	70	57	68	68	50	50	73	73	51
Mean Temperature °C	18	18	9	9	4	4	14	18	18	9	9	4	4	21

	Evergreen forest at Kashiwagi						Mixed broad-leaved forest at Mt. Daimonji						Pine	Fir
	64,8/6	8/6	10/5	10/5	11/5	11/5	64,6/15	8/13	10/15	11/15	11/15	12/14	64, 8/2	8/2
Macro Animals /m <sup>2</sup>														
Oligocheata	11	5	6	6	2	2	12	3	2	1	7		12	8
Hirudenea				2	3									
Isopoda		3	6	7	4	1	16	1	12	4	5	1		
Amphipoda	29	36	23	12	29	20	14		3					
Chilopoda	5	8	3	1	5	2	12	7	10	7	4	1	20	2
Diplopoda		31	12	15	12	4		1	7	6		4		1
Araneia	11	22	25	14	14	11	26	33	10	16	32	6	2	2
Cheriferidea	13		3	5					1					1
Diptera	1	7	3	1			24	1	2	1	1		1	2
Coleoptera	4	11	10	2	3	1	14	2	12	3				
Lepidoptera	1	2	1	1			2		3					
Hemiptera			5	2		1	4	19						
Hymenoptera	99	45	1	7	14	31	74	25	20	3	4			
Dermaptera							8							
Others	4	10		5		1	16			2	2			
Total	180	170	98	79	87	74	222	92	82	43	55	12	35	16
Micro Animals /0.04m <sup>2</sup>														
Collembola	259	511	561	1914	116	241	306	168	209	676	599	68	558	823
Acarina	321	393	490	643	195	246	302	395	561	748	591	162	319	331
Others	19	28	50	56	7	3	42	37	33	26	12	6	18	
Total	599	932	1111	2613	318	490	650	590	803	1450	1202	236	895	1154
Total Number 10 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	15.2	23.5	27.6	65.3	8.0	12.6	16.5	15.1	20.1	36.3	30.1	8.0	22.4	28.9
Total Weight g/m <sup>2</sup>	7.6	11.5	5.3	6.8	2.0	2.3	5.9	2.6	7.9	3.7	2.5	0.9	6.2	2.7
Litter Weight kg/m <sup>2</sup>	0.7	0.7	0.8	1.2	0.7	1.0	0.4	1.0	0.8	0.7	1.0	0.6		
Litter Water Content %	59	59	35	35	51	51	70	25	31	64	64	51		
Mean Temperature °C	26	26	17	17	10	10	23	28	18	12	12	6	25	5

	Beech forest at Ashu	Oak forest at Ashu	Evergreen forest at Sendai										Hill evergreen at Phu Kradung	Pine
	'64,6/21	6/21	'64,12/7	12/7	12/7	12/10	12/10	12/10	12/10	12/13	12/13	12/13	'63,12/14	12/14
Macro Animals /m <sup>2</sup>														
Oligocheata	1	5	1	2	1	3	1	2	2			2	16	17
Hirudenea														
Isopoda	2	5		16		12	2	4	4		1	1		
Amphipoda	1					14	13	10	1					
Chilopoda	4	7	2	4	3	3	3	4		1	1	2		
Diplopoda		2	3	8	11	4	7	14	13	2	3	7		
Araneaia	4	2	4	1	31	19	5	2	5	6	2	1	6	12
Cheriferidea	1				1								1	
Diptera		3	1	3			2	3		3		2	2	2
Coleoptera		2			3		1	11	2	1	5	3	3	2
Lepidoptera		1	3	1	2		3		1	1	1	1	4	
Hemiptera								1				1		1
Hymenoptera	2	1			30			46					6	12
Dermaptera														
Others	1	8	3	6	3	3	4	10	2	9	1	21	15	3
Total	16	31	22	25	101	58	41	97	30	23	14	41	53	49
Micro Animals /0.04m <sup>2</sup>														
Collembola	104	118	191	56	335	93	140	147	428	263	175	37	45	11
Acarina	121	123	158	50	124	41	424	178	152	371	155	125	137	65
Others	5	9	12	11	20	9	35	28	32	9	10	14	7	10
Total	230	250	261	117	479	123	599	353	612	643	340	176	189	86
Total Number 10 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	5.8	6.3	9.0	3.0	12.1	3.2	15.0	8.9	15.3	16.1	8.5	4.4	4.8	2.2
Total Weight g/m <sup>2</sup>	1.5	3.3	2.6	0.9	5.7	2.4	5.3	4.6	2.4	1.4	1.7	2.4	3.9	12.0
Litter Weight kg/m <sup>2</sup>			0.5	0.3	0.6	0.3	0.5	0.5	0.6	0.4	0.3	0.4	1.0	0.2
Litter Water Content %			36	36	40	58	57	56	56	24	24	34	49	22
Mean Temperature °C	23	23	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	17	17

	Hill Pine Mixed evergreen deciduous at Phukradung		
	6/3	12/15	12/16
	Macro Animals /m <sup>2</sup>		
Oligocheata	27	4	
Hirudinea	1		
Isopoda	5	3	
Amphipoda	1		
Chilopoda	34	6	5
Diplopoda	4		1
Araneia	7	1	4
Cheriferidea	5		
Diptera	1		1
Coleoptera	59	3	4
Lepidoptera			
Hemiptera			
Hymenoptera			
Dermaptera			
Others	17		23
Total	161	18	38
Micro Animasl /0.04m <sup>2</sup>			
Collembola	21	1	4
Acarina	162	12	16
Others	6		3
Total	189	13	23
Total Number 10 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	49	0.4	0.6
Total Weight g/m <sup>2</sup>	5.1	0.7	1.9
Litter Weight kg/m <sup>2</sup>	1.0	0.2	0.3
Litter Water Content %	30	8	1
Mean Temperature °C	17	17	20



図一 大形動物の個体数  
Fig 1. Individual numbers of macro animals

あるのではないかと考えられる。

図 1 には、この大形動物の個体数を各林分・各季節ごとに示した。標高・林分による差についてみると、先の種類数でのべたと同じことがいえる。すなわち大形動物の個体数は針葉樹林よりも広葉樹林に、山地よりも低地に多くなってきている。しかしその値についてみると、6月には京都大文字山の混交広葉樹林では 220 個体、柏木の常緑広葉樹林では 175 個体を記録しているのに対して、大台カ原山の 4 林分ではいずれも 40 個体以下である。他の月においてもやはり、混交広葉樹林、常緑広葉樹林における値が大台カ原山の 4 林分よりも多くなっている。このことから標高差すなわち温度要因が強く影響しているものと考えられる。

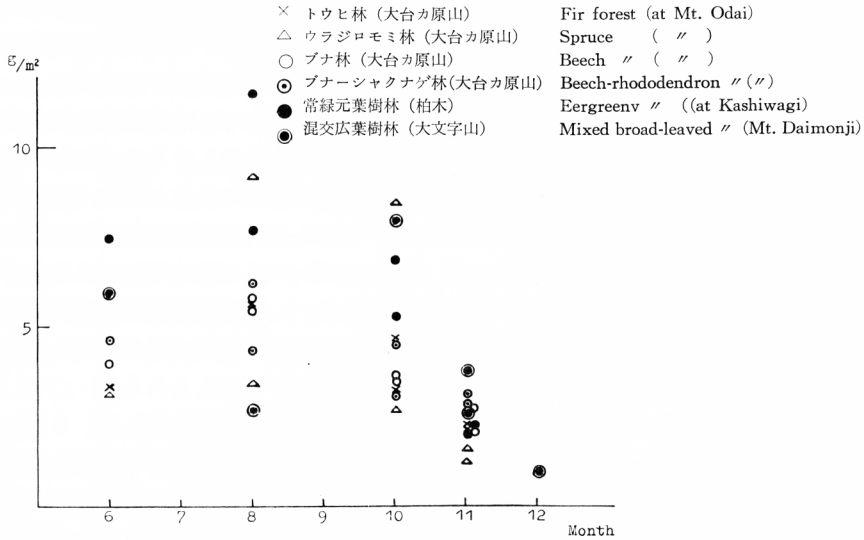
大形動物個体数の季節的変動についてみると、6・8月



に多く11・12月に減少している。これはやはり大きく温度要因に左右されているものであり1年1世代の動物が多いことを示しているものと思われる。

(2) 全現存量

現存量は、大形動物についてはその重量を直接測定したが、トビムシ・ダニについては1個体づつ

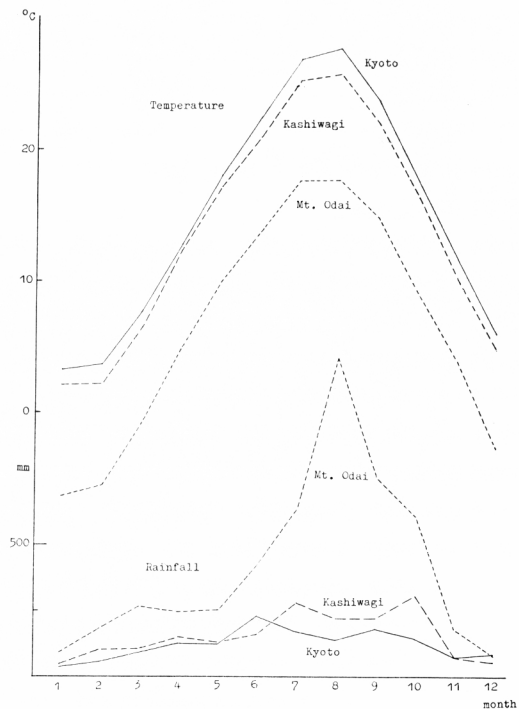


図一 2 現存量の季節変動  
Seasonal fluctuations of biomass

の測定は不可能であるので、任意に100個体を取り出してその重量を測定し、トビムシは1個体当り0.055mg, ダニは0.065mgという値を得、これを一律に個体数に乗じて算出した。

この現存量の構成についてみると、その多くはミミズ類によって占められており、特に夏期には40%以上がミミズ類である。したがって、ミミズ類の多少が現存量の直接の変化となっているといつてよいであろう。その他に多いのはヤスデ類・クモ類・ムカデ類・甲虫類などであるが、その比率は林分・季節によって異なっている。

さて、これらの現存量の値は、12月の大文字山の混交広葉樹林における0.4g/m<sup>2</sup>から、12月のPhu KradungのPine forestにおける12g/m<sup>2</sup>という値まで、林分・標高・季節・緯度などによっていろいろと異なっている。これを他のデータ<sup>20)</sup>と比較してみると、外国ではBornebusch



図一 3 月平均気温および降水量  
Fig 3. Mean monthly temperature and rainfall

によって  $76.8\text{g}/\text{m}^2$  という値や、Edwads<sup>21)</sup> による、ミミズのみで  $68.2\text{g}/\text{m}^2$  というような大きな値が報告されており、土壤動物の現存量はミミズの存在により大きく変動することを示している。わが国においては北沢<sup>19)</sup>による丹沢山のブナ林の  $34.3\text{g}$  という値や、同じく北沢<sup>17)</sup>による大隅半島における  $30\text{g}/\text{m}^2$  という値が大きな値である。逆に、森林における小さな値としては  $1.3\text{g}/\text{m}^2$  (尾瀬カ原ブナ林、北沢<sup>15)</sup>) である。したがって今回の調査で得た値はこれらと比較してやや低めの値を示している。

現存量の季節による変動を大台カ原山のトウヒ林・ウラジロモミ林・ブナ林・ブナ-シャクナゲ林、柏木の常緑広葉樹林、大文字山の混交広葉樹林についてみると、図2に示すようにプロットによって差はあるが、全体として一つの傾向がみられるようである。すなわち、大文字山の混交広葉樹林を除く5林分においては、8月に最高に達している。この傾向は図3に示した月平均気温の変化と相関があるようである。すなわち、現存量も、先に述べた大形動物個体数の変化と同じく温度要因に大きく影響されているといえよう。8月に現存量が大きいということは、大形動物個体数の増加によるものであるが、特に1個体当りの重量の大きなミミズ・ヤスデ・ムカデ等の増加によるものであり、生長による各個体当り重量の増加にも由来しているといえよう。しかし逆に京都大文字山の混交広葉樹林においては8月には現存量が減少している。これは図3に示した月降水量の変化にも見られるごとく、8月には京都大文字山では異常に乾燥していたためであろうと考えられる。

図4にわれわれの調査による現存量と採集した月の平均気温との関係を示した。8月の京都大文字山の混交広葉樹林は別として、一般には月平均気温の増加とともに現存量も増加する傾向にあるといえよう。しかし月平均気温が  $10^\circ\text{C}$  以下になると、どの森林においてもほぼ一定となり、動きが少なくなるようである。すなわち、冬期には動物が越冬状態に入るか、あるいは少なくとも活動状態が衰えていると見なせよう。

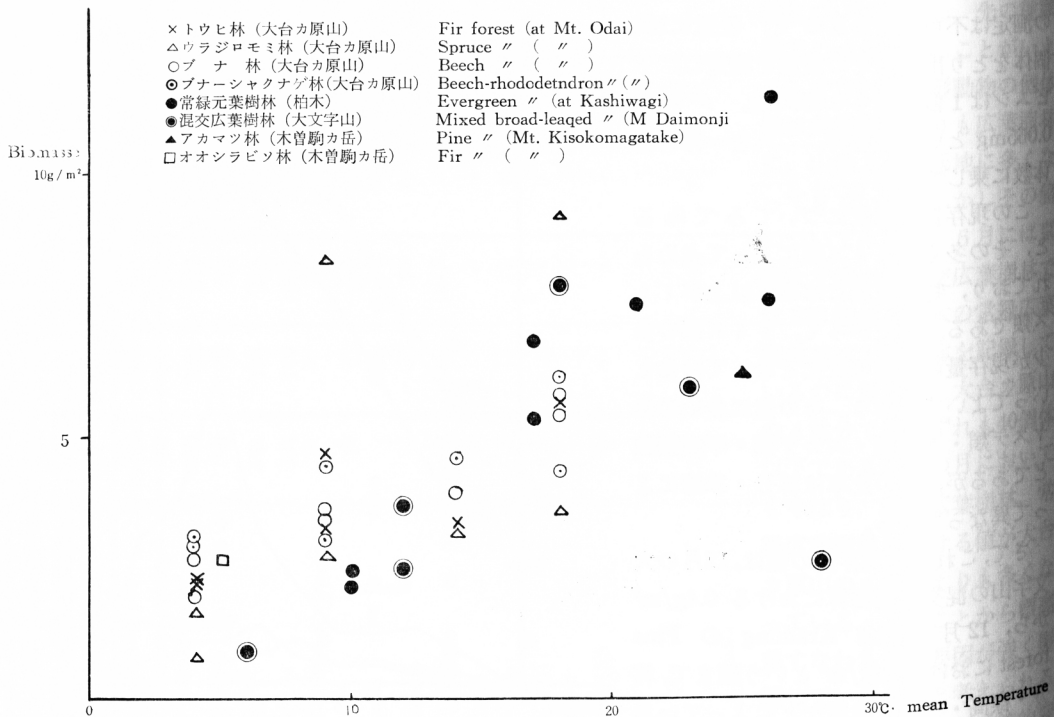


図-4 現存量と月平均気温  
Fig 4. Biomasses and mean temperature

わが国において現存量を季節的に調査したものは、北沢<sup>15)</sup>の尾瀬カ原ブナ林などにおけるものと、中<sup>2)</sup>村の多摩川の河沿草原におけるものなどがある。北沢の調査では、やはり8月に多くなってはいるが、5月に1プロットで非常に大きな値を示しているところもあり傾向ははっきりしていない。中村によると4—5月頃と9月に最高値に達しているが、これは主としてコガネムシや甲虫類が多く、生活史のちがいによって傾向に差があるものと思われる。

林分による差をみてみると、大形動物の項で述べたようにやはり、針葉樹林よりも広葉樹林、山地よりも低地に増大するという傾向がみられる。北沢による九州南部の8月の調査でもこの傾向はうかがわれ、1500mの地点で3.4g/m<sup>2</sup>、1100mの地点で、4.8g/m<sup>2</sup>、1000mで10.2g/m<sup>2</sup>、900mで12.4g/m<sup>2</sup>、800mで、7.6g/m<sup>2</sup>、600mで15.4g/m<sup>2</sup>、500mで15.2g/m<sup>2</sup>となっており、低地の原生照葉樹林では、19.5g/m<sup>2</sup>、海岸付近では30.1g/m<sup>2</sup>という値が報告されている。

また大台カ原山の同じ針葉樹林であっても、トウヒ林よりもウラジロモミ林に現存量が大きいのは広葉樹が侵入しているからではないかと考えられる。その他下層木や傾斜なども影響するであろう。さらに落葉のもつ性質や堆積落葉層とそれによって作り出される微気象的要因によっても動物量は大きく影響されているものと考えられる。Kevan<sup>2)</sup>もムル型の落葉層における方がモル型よりも動物現存量は大きいとしている。

### (3) 総個体数

1m<sup>2</sup>当りの総個体数は、Phu Kradung の Pine forest で、12月に354/m<sup>2</sup>という最低値から、最高は、柏木の常緑広葉樹林において10月に、65300/m<sup>2</sup>という値まで、季節・林分・プロットによっていろいろであるが、わが国での調査の最低値は、川内の常緑広葉樹林における3000/m<sup>2</sup>である。

この個体数のほとんど90%以上を占めているのがトビムシ (Collembola) とダニ (Acarina) である。この二つの大きなグループの全個体数に占める比率を図5に示した。横軸 ( $A_p$ ) は、ダニの個体数の全個体数に対するパーセントであり、縦軸 ( $C_p$ ) はトビムシのパーセントである。これをみると、プロットにより差はあるが、林分毎に一定の傾向が認められる。すなわち、オオシラビソ、トウヒ、ウラジロモミなどの高山および亜高山針葉樹群落ではすべて左上に位置している。すなわちダニに比べてトビムシがずっと多いことを示している。ついで大台カ原山のブナ林、ブナ・ジャクナゲ林が位置し、大文字山の混交広葉樹林、および柏木の常緑広葉樹林ではほとんどが中央付近に集まっている。すなわちトビムシとダニがほとんど同数になっている。Phu Kradung の Hill evergreen forest, Pine forest, Mixed deciduous forest はみな右下に位置している、これはトビムシに比してダニの方が多いことを示している。

この傾向を温度・水分条件と照らし合せて考えてみると、5図の左上は低温・湿潤な環境、中央は適温・適湿、右下は高温・乾燥というように分けられるのではないかと考えられる。特に大台カ原山では、落葉の含水率は常に50%以上あり、逆にPhu Kradung では50%以下であった。したがって、 $C_p$ は低温・湿潤の環境に高く、 $A_p$ は高温・乾燥の環境に高いといえよう。適湿・適温の場合には、ダニもトビムシも多く両者はほぼ同数になるようである。それでは高温・湿潤の環境条件では、 $A_p$ 、 $C_p$ はどのあたりに位置するであろうか。これをImadaté<sup>11)</sup>のタイ国のTropical rain forestにおけるデータを一部使用して図5に示した。これらは中央付近でずっと原点に近い位置を占める。すなわち、高温・湿潤のTropical rain forestでは、動物相が豊富になり、トビムシ・ダニ以外の他の種類が増加して $A_p + C_p$ は80%以下、50%近くまで下がってくるようである。

以上のべたのは、ダニ・トビムシの全体に対する比率であって個体数ではない。全個体数を比較してみると、Phu Kradung における各プロットよりも、日本における各林分に圧倒的に多くなっている。また広葉樹林よりも、針葉樹林に多く、大形動物とは逆の傾向を示している。

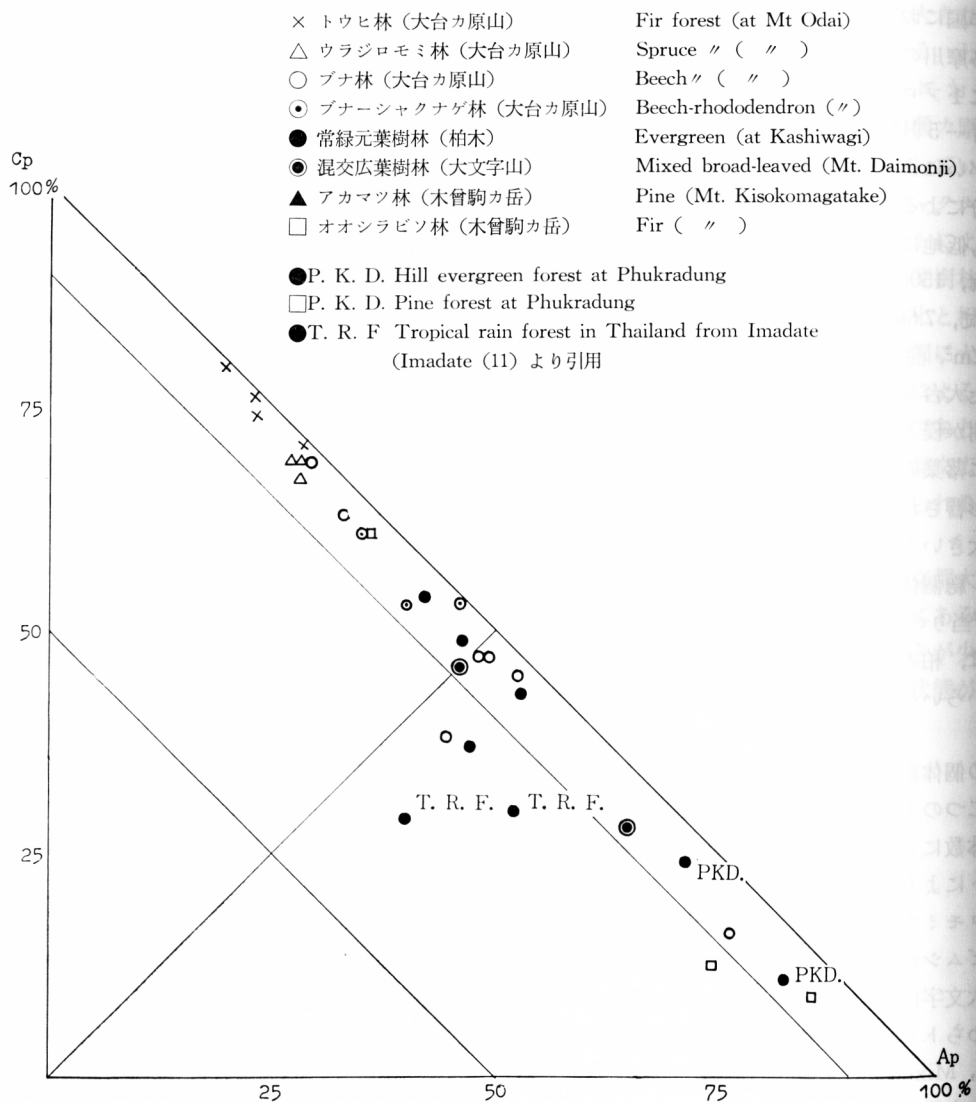


図5 Ap-Cp  
Ap-Cp diagram

個体数の季節変動を、大台カ原山の4林分および柏木の常緑広葉樹林、大文字山の混交広葉樹林について、図6に示した。プロットによって大きなばらつきはあるが、10月に多くなっているのが目立つ。先に述べたように、個体数の大部分はトビムシ・ダニによって占められており、特に個体数の多かったプロットではトビムシの数が非常に多かったことから考えて、大形動物の最適温度とトビムシのそれとが異なり、後者の最適温度が低いのであろうと考えられる。Kevan<sup>2)</sup>は、トビムシは湿潤な土壌の7.5~13°Cの環境に多いとしている。これに対して、Grant<sup>2)</sup>は大形のミミズに関しては15~23°Cが最適であると述べている。

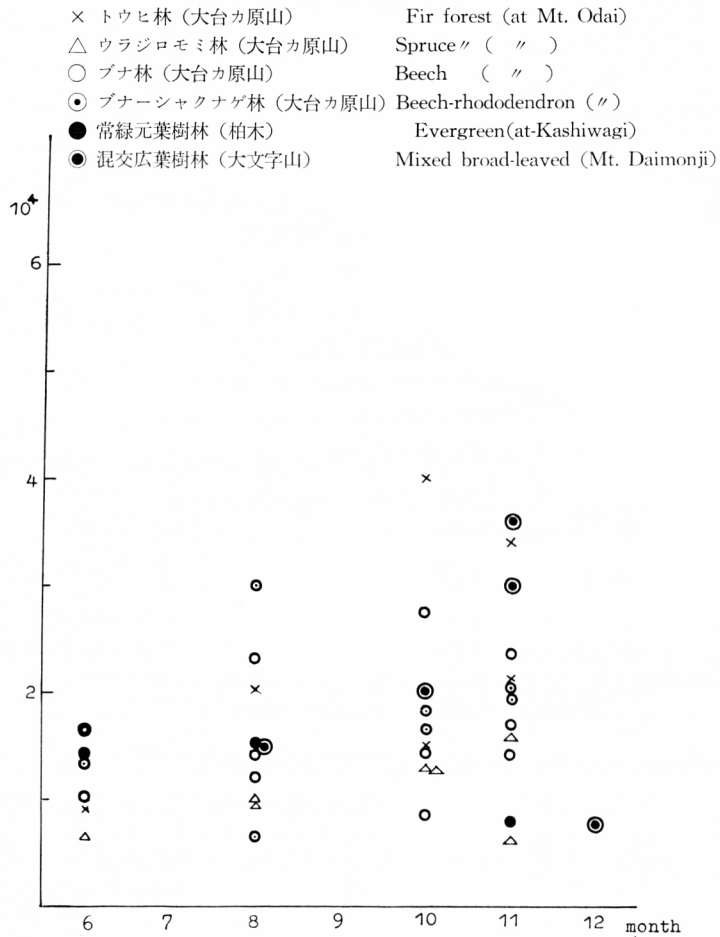


図6 総個体数の季節変動

Fig. 6 Seasonal fluctuations of total individual numbers

### 3. 今後の問題点

森林生態系における物質生産の問題を考える場合に、第一次消費者としての動物の調査が重要な意義をもつ。しかし陸上生態系、特に森林においてはこの方面の研究は立ち遅れており、いまだサンプリングの方法さえ確立されていない現状である。本研究においても、個体数の推定を行なったサンプルプロットの数には充分とはいえず、非常に大きなばらつきがあり、調査方法の研究は今後に残された大きな課題の一つである。さらに、単に個体数のみでなく現存量が重要な意味をもつであろうと考えられるが、トビムシ・ダニ<sup>6)24)</sup>のような微小な動物ではその重量測定は容易ではない。いままでに種々の方法が考案されてはいるが、完全な方法はまだ確立されておらず、今後に残された問題である。また、単に1時点における個体数・現存量だけではなくそれらの動態が調査されねばならない。このためには、群集を構成する動物それぞれの生活史に関する研究が必要とされるであろう。さらに、第一次消費者としてこれら動物を位置づけるためには、それぞれの摂食量が調べられなければならない。

この方面では、わが国においても古野<sup>25)26)</sup>、中村<sup>22)</sup>などにより実験が行なわれているが、さらに多くの研究がなされる現状である。また落葉の分解者としての微生物との関係など、今後に残された問題は多い。

## 引用文献

- 1) Ulrich, A. T.: Die Makrofauna der Waldstreu, Mitt. Forstwir. u. Forstwiss. 2, 283-323, (1933)
- 2) Kevan, D. K. Mee.: Soil Animals, London (1962)
- 3) Kühnelt, W.: Soil Biology, London (1961)
- 4) Murphy, P.W.: Progress in Soil Zoology, London (1962)
- 5) 青木淳一: 奥日光のササラダニ群集構造と植生および土壌との関連, I, 土壌およびササラダニ類の記載, 日生態誌: Vol. 12, No. 5, 169-180 (1962)
- 6) ———, ——— II ササラダニ群集の構造分析(水平的比較) 日生態誌 Vol. 12, No. 6, 203-216 (1962)
- 7) ———, ———, III ササラダニ群集の構造分析(垂直的比較), 日生態誌, Vol. 13, No. 3, 96-104 (1963)
- 8) ———, ———, IV 植生とササラダニ群集構造, 日生態誌, Vol. 13, No. 4, 139-151 (1963)
- 9) ———, ———, 土壌とササラダニ群集構造, 日生態誌, Vol. 14, No. 3, 105-116, (1964)
- 10) 岩村通正, 森林落葉層に関する生物学的研究 日林誌 Vol. 33, No. 1, 21-24, (1951)
- 11) Imadaté, G. and Kira, T. Notes on the Micro-arthropod Collection made by the Thai-Japanese Biological Expedition 1961-62, Nature and Life in Southeast Asia vol. 3, 81-111 (1964)
- 12) Klima, J.: Strukturklassen und Lebensformen der Oribatiden (Acari), Oikos 7, 227-242, (1956)
- 13) Wallwork, J. A.: Notes on the feeding behaviour of some forest soil acarina, Oikos 9, 270-271, (1958)
- 14) 富坂増穂: 土壌動物と土 ベドロジスト, Vol. 5, No. 1, 32-38, (1961)
- 15) 北沢右三, 倉沢秀夫, 高田武夫, 尾瀬ヶ原地方の動物生態学的研究, 尾瀬ヶ原総合学術調査団研究報告: 625-689, 1954
- 16) ———, 小林紀子: 下北地方における地中無脊椎動物の生態学的研究, 資源研彙 46-47号, 110-112, (1958)
- 17) ———, 倉沢秀夫, 中村方子: 大隅半島南部の地中動物の生態学的研究, 資源研彙 52, 57-67, (1959)
- 18) ———, ———, 近藤正樹, 高隅山と霧島山の原生林における地中動物の生態学的研究
- 19) ———, 丹沢山塊の動物, 丹沢大山学術調査報告, 255-288, (1964)
- 20) Bornebusch, C. H.: The fauna of forest soil. Forsøgsvaesens. Meddel. Bereta. 96.
- 21) Edwards, C. A. and Heath, G. W.: The role of soil animals in breakdown of leaf material. Soil Organisms (edited by Drift, V. D.) (76-84)
- 22) Nakamura, M.: Bio-economics of some larval populations of pleurostict Scarabaeidae on the flood plain of the River Tamagawa, Jap. J. Ecol. 15, 1, 1-18 (1965)
- 23) Grant, W. C.: Temperature relationships in the megascolecid earthworm *Pheretima hupeiensis* Ecol. 36, 412-417 (1955)
- 24) Macfadyen, A.: Animal Ecology, London (1957)
- 25) 古野東洲, マツカレハ幼虫の摂食量について, 日林誌, Vol. 45, No. 11 368-374 (1963)
- 26) ———, マイマイガおよびクスサンの幼虫の摂食量について, 日林誌, Vol. 46, No. 1, 14-19, (1964)

## RÉSUMÉ

Individual numbers and biomass of invertebrates in forest floor were examined from 1963 to 1964. The samples were taken from under various kinds of forest canopies: a fir, a spruce, a beech and a beech-rhododendron stands at Mt. Odai in Nara; an evergreen forest at Kashiwagi in Nara; a mixed broad-leaved forest at Mt. Daimonji in Kyoto; a beech stand and an oak stand at Ashu in Kyoto; a fir stand at Mt. Kisokomagatake in Nagano; an evergreen forest at Sendai in Kagoshima; a pine, a hill-evergreen and a mixed deciduous forests at Phu Kradung

in northeastern Thailand.

Macro-animals which can be seen with the naked eye were picked up by a forceps in 1 m<sup>2</sup> of the sampling unit. Micro-animals which hardly be seen with the naked eye, mainly Collembola and Acarina, were filtered out from the litter and soil samples taken from a 20cm × 20cm unit adjacent to that of the 1 m<sup>2</sup> using the Berlese's funnel technique. Usually two units of samples from each plot were taken at one time in each forest.

#### Macro-animals

The individual number of macro-animals per square meter were higher in evergreen forest and mixed broad-leaved forest. They numbered between 80–220. The numbers were lower in the four forests at Mt. Odai. They numbered below 50. These figures were found rather low in needle forests and high in broad leaved forests.

#### Biomasses

When considering biomass, the above trend was also observed. The biomass was found rather low in needle and high altitude forests and high in broad leaved and low altitude forests.

The biomass estimates in the four forests at Mt. Odai and in the evergreen forest at Kashiwagi reached the highest in August while that in the mixed broad-leaved forest at Mt. Daimonji was the lowest in the same month. This may be explained by the fact that there was found obvious over dessication at Mt. Daimonji in August.

#### Individual numbers

Collembola and Acarina were found to occupy the greater part of the total individual number. The percentage of Acarina to the total ( $A_p$ ) and that of ( $C_p$ ) were calculated. In our observation,  $A_p + C_p$  always occupied above 80% of the total.