

和歌山県下のモミ・ツガ天然林の 大型土壤動物相

渡辺 弘之・古野 東洲

Soil Macro-Animals in a Mixed Stand of
Fir and Hemlock in Wakayama Prefecture

Hiroyuki WATANABE and Tooshu FURUNO

目 次

要 旨	44	2. 垂直分布とその変動	
はじめに	45	3. A_0 層の平均分解率と大型土壤動物 の現存量との関係	
調査地および調査方法	45	引用文献	49
結果および考察	45	Résumé	50
1. 種類組成・個体数・現存量			

要 旨

大型土壤動物の調査を1969年5月、8月、11月の年3回、和歌山県下の京都大学和歌山演習林のモミ・ツガ混交天然林で行なった。

主要な大型土壤動物はミミズ、ヤスデ、イシムカデ、ジムカデ、クモ、ハサミコムシ、コメツキムシ、アリ、双翅類であったが、個体数、現存量は5月に最も大きく、68.3、3.0 g/50 cm×50 cm、8月に57.4、1.5 g、11月に最も少なくなつて、53.6、1.0 gであった。(表1)

この現存量の急激な減少は、個体数があまり減少しないことが示すように、動物全体の減少ではなく、ミミズ類の減少によるものである。モミ・ツガ混交天然林の大型土壤動物の個体数、現存量、とくに、現存量の値は亜寒帯針葉樹林(オオシラビソ、コメツガ林)と温帯落葉広葉樹林(ブナ、ミズナラ林)の中間に位置する。

大型土壤動物は深さとともに減少し、20 cm 以下にはきわめて少ない。しかし、5月には40 cm 以下からは全く出現しなかったのに、8月、11月には40 cm 以下にも、わずかに分布していた。大型土壤動物のうち、ミミズ、ヤスデ、イシムカデ、双翅類は落葉層および土壤表層に、ジムカデ、ハサミコムシ、コメツキムシは主として土壤中に生息する。アリ類は落葉層、土壤中どちらにも生息する。

現在までに調べられた各種の森林における大型土壤動物の現存量と A_0 層量との関係をみると、 A_0 層量の多い森林ほど、現存量は小さく、 A_0 層量の少ない森林に現存量は大きい(図5)。このことは A_0 層の分解率の大きい森林ほど大型土壤動物の現存量の大きいことを示している(図6)。本報のモミ、ツガ林の A_0 層の平均分解率、大型土壤動物の現存量は亜寒帯針葉樹林と温帯落葉広葉樹林の中間の値であった。

はじめに

森林の落葉層や土壤中に生息するいわゆる土壤動物が落葉を摂食・粉碎し、落葉と土壤を混合、土壤を耕耘するという重要な役割をはたしていることは理解されるようになったが、生息する動物の種類組成はもちろん、個体数、現存量、そして土壤動物の役割を示す落葉の摂食量、土壤の耕耘量などの量的な研究は、まだきわめて少ない。

本報においては、和歌山県下にある京都大学和歌山演習林のモミ・ツガ混交天然林の大型土壤動物相、とくに、個体数、現存量の季節的変動、垂直的分布について述べ、さらに、 A_0 層の平均分解率との関連を、他の森林植生での調査結果と比較しながら述べる。

調査地および調査方法

調査したモミ・ツガ天然林は有田川の支流 湯川川の最上流にある京都大学和歌山演習林（和歌山県有田郡清水町上湯川）内 4林班 モミ・ツガ学術参考林（標高 約 700 m）である。このモミ・ツガ林の立木本数は 1373本/ha、平均胸高直径は 17.2 cm、胸高断面積合計は 50.1 m²/ha である。

広葉樹はわずかしかなかく、モミ・ツガの混交林であるが、地表植生はコウヤボウキ、コンテリギ、ツルシキミ、ヤマウルシ、オオパクロモジなどがはえており、その量は 12~38g（乾重）/m²であった。

調査地付近の演習林事務所の1969年の月平均気温、月別降水量は図1のとおりである。

調査は1969年5月27、28日、8月5、6日、11月12、13日の3カ月ごとに行ない、モミ・ツガ林の斜面にそって、50 cm×50 cmのクオドラート 7個を設定し、 A_0 層および土壤を深さ 50 cm まで掘りとり、生息する土壤動物を吸虫管、ピンセットで採集した。大型土壤動物の範囲は、今まで著者らが行なっている方法に従い、体長 2 mm 以上のものとしたが、トビムシ、ダニ類はすべて除いた。

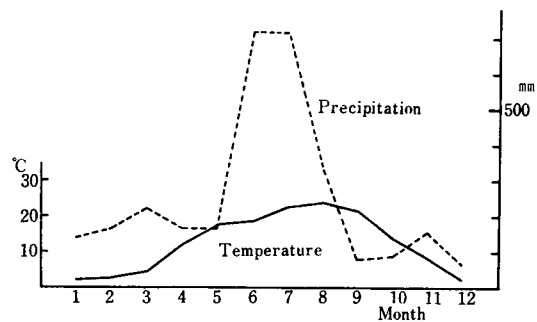


Fig. 1. Mean temperature and precipitation

結果および考察

1. 種類組成・個体数・現存量

このモミ・ツガ林の大型土壤動物のうち、個体数の多い主要なものは、ミミズ、ヤスデ、イシムカデ、ジムカデ、クモ、ハサミコムシ、コメツキムシ、アリ、双翅類であったが、現存量に影響を与えるコガネムシ、セミ類も、わずかに出現した。

個体数は表1に示したように、5月に最も多く、クオドラートあたり68.3その後、少しずつ少なくなって、8月に57.4、11月に53.6であった。また、現存量は5月に3.0gであったのに、8月には1.5g、11月には1.0gと、個体数に比べて、春から秋に向って急激に小さくなっている。このモミ・ツガ林の結果は大型土壤動物が5月に多く、そのあと8月、11月へと少なくなっていることを示している。

この8月、11月へと急激に現存量が小さくなるのは、個体数がそれほど少なくなることが示し

Tab. 1 Numbers and biomasses of soil macro-animals in a mixed stand of fir and hemlock.
/quadrat (50cm×50cm)

Month	Amount of A ₀ horizon g	Ground flora g	Number			Biomass		
			\bar{x}	s	c. v.	\bar{x}	s	c. v.
May	552	3.0	68.3	27.9	0.41	3.025	1.847	0.61
August	742	9.5	57.4	18.9	0.33	1.528	0.741	0.48
November	523	8.7	53.6	13.1	0.24	0.970	0.348	0.36

Tab. 2 Numbers and biomasses of important soil macro animals.
/quadrat (50cm×50cm)

Month	May		August		November	
	No.	Biomass	No.	Biomass	No.	Biomass
Earthworms	5.4	1724.7	5.3	662.6	0.7	36.0
Millipedes	6.0	410.4	8.7	311.6	9.0	527.3
Centipedes (Lithobiidae)	2.7	37.1	2.0	9.4	1.3	30.4
Centipedes (Geophilidae)	7.9	73.1	7.7	66.6	5.9	67.9
Spiders	3.3	53.6	3.1	51.1	2.6	19.0

ているように、動物全体の減少ではなく、表2に示したように、ミミズ類の減少によるものといえそうである。採集されたミミズ類の種名は、まだ同定されていないが、秋になってほとんど採集できないことから、1年生

Tab. 4 Individual numbers and biomasses of soil macro-animals ;and average decomposition rate of A₀ horizon in various kinds of forests.

Forest type	Soil type	Elevation m	Amount of A ₀ horizon g/m ²	Amount of leaf fall ton/ha	Decompo- sition rate	No./m ²	Biomass /m ²	Depth cm	Reference
<i>Abies mariesii</i>	Pd	1750	11436	4.0 ⁽⁴⁾	0.03	176	0.412	A ₀ ,0-15	(7)
<i>Thuja diversifolia</i> (オオシラビソ・コマツガ)	Pw(i) II	"	12412		0.03	200	1.306	A ₀ ,0-11	"
	Pd I	"	4076		0.09	152	0.704	A ₀ ,0-12	"
	Pw(i) II	"	8156		0.04	308	3.067	A ₀ ,0-27	"
	"	"	5064		0.07	48	0.123	A ₀ ,0-26	"
	"	"	9928		0.04	362	1.695	—	(10)
<i>Betula ermanii</i> (ダケカンバ)		1700	5252	2.4 ⁽⁴⁾	0.05	252	7.776	A ₀ ,0-40	unpublished
		"	4920		0.05	260	3.840	"	"
<i>Fagus crenata</i> (ブナ)	Bd	670	1170	3.5 ⁽⁵⁾	0.30	229	20.945	A ₀ ,0-41	(8)
<i>Quercus mongolica</i> (ミズナラ)		700	1107	3.0 ⁽⁵⁾	0.27	416	23.162	A ₀ ,0-60	unpublished
		"	983		0.31	556	19.364	"	"
<i>Abies firma</i>		700	2208	2.5 ⁽²⁾	0.11	273	12.100	A ₀ ,0-50	
<i>Thuja sieboldii</i> (モミ・ツガ)		"	2968		0.08	230	6.112	"	
		"	2092		0.11	214	3.880	"	
<i>Fagus, Cryptomeria</i> (ブナ・スギ)	Pw	780	3194			195	2.853	A ₀ ,0-61	(8)
	Bd	750	687			290	8.829	A ₀ ,0-50	(12)
<i>Pinus densiflora</i> (アカマツ)	Bb		1489	3.3 ⁽⁴⁾	0.22	276	4.012	A ₀ ,0-30	unpublished
			1137		0.29	252	4.652	"	"
<i>Cryptomeria japonica</i> (スギ)	Bd	380	1312	3.5 ⁽⁴⁾	0.27	343	6.654	A ₀ ,0-50	(12)
		"	1266		0.28	286	7.788	A ₀ ,0-71	(8)
<i>Castanopsis cuspidata</i>		50	723		0.87	144	144.960	A ₀ ,0-40	unpublished
<i>Camellia japonica</i> (シイ・ツバキ)		"	296		2.13	176	54.132	"	
		"	416		1.51	312	119.640	"	

のミミズかも知れない。

モミ・ツガ林での大型土壌動物の調査例は北沢ら³⁾が霧島山の標高 1100 m で調査した一例があり、個体数 1229/m²、現存量 4.78 g/m²であったと述べているが、この林にはアカガシなどの常緑・落葉広葉樹が、断面積合計に大きな割合を占めているし、採集された動物にアリ類の多いこと、また、トビムシ類も含まれていることから、本報のモミ・ツガ混交林と直接の比較はできない。

しかし、今までに著者らが調べた大型土壌動物の個体数、現存量の調査結果と比較すると、表 4 に示したように、モミ・ツガ混交林の個体数、現存量は亜寒帯針葉樹林(オオシラビソ、コメツガ林)と温帯落葉広葉樹林(ブナノキ、ミズナラ)の中間の値を示している。個体数では明瞭でないが、現存量では亜寒帯針葉樹林 < 温帯落葉広葉樹林 < 暖帯常緑広葉樹林の順に大きくなること、針葉樹林は広葉樹林にくらべて、

やや小さい値を示している。植生上、暖帯上部、温帯下部に位置するモミ・ツガ林であるが、大型土壌動物相からみると、温帯落葉広葉樹林の値よりも小さなものになっている。

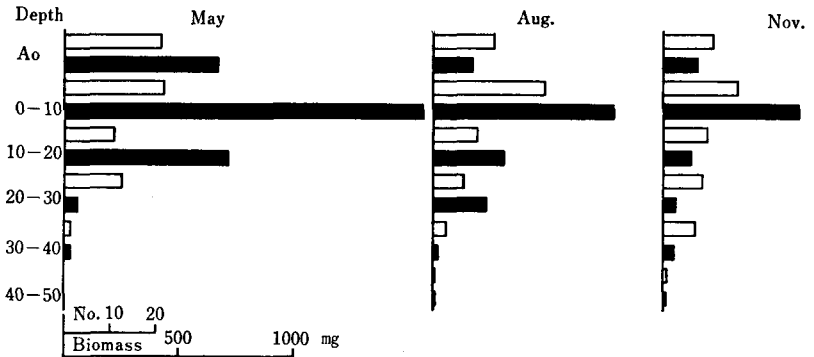


Fig. 2. Vertical distribution of numbers and biomasses of macro animals and its seasonal fluctuation.

2. 垂直分布とその変動

環境条件、とくに気温、水分の変化によって、土壌中の動物が垂直、水平方向へ移動したり、あるいは蛹化、羽化のために、土壌中を垂直方向へ移動することが知られている。

また一方、動物の種類によって、表層に主として生息するものと、土壌中深くに主として生息するものなどがあり、動物の種類による分布のちがいの^{8,12)}あることも知られている。

大型土壌動物のA₀層と深さ10cmごと、50 cm までの個体数、現存量の垂直的な分布を図 2 に示した。

A₀層と土壌表層 0~10cm, 10~20 cm に動物の個体数、現存量は最も大きく、深さとともに減少している。20 cm 以下の現存量は小さく、5月には 40~50 cm からは全く採集されなかった。しかし、8月、11月にはこの層にも、わずかに出現してくるし、それも11月に多い。気温の

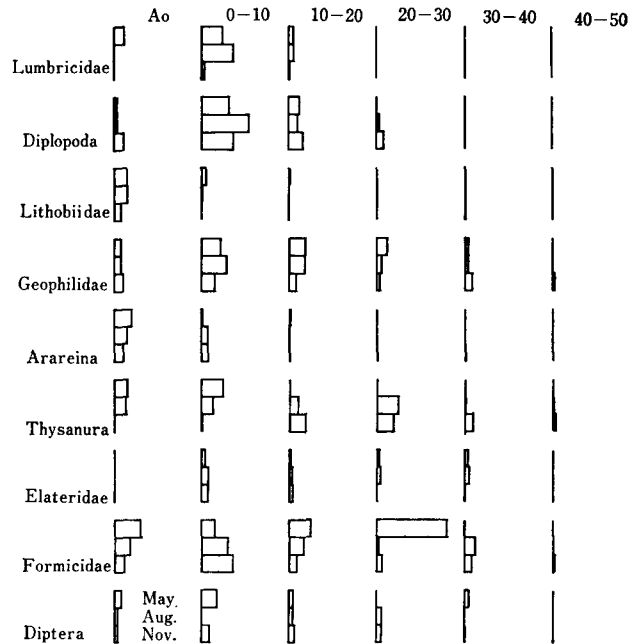


Fig. 3. Vertical distributions of important macro animals and its seasonal fluctuations.

低下にともなって、動物がやや地中深くへ移動しているともいえそうである。

動物ごとに垂直分布を見てみると、落葉層や土壌表層に主として分布し、土壌深くには生息しないものと、土壌中のみ生息し、落葉層に生息しないものに分けることができそうである。ミミズ、ヤスデ、イシムカデ、双翅類は前者に、ジムカデ、ハサミコムシ、コメツキムシは後者に属するものと思われ、アリ類は地表から地中深くまで分布する。

著者らは先に、ミミズ類は主として土壌中に、双翅類は地表から地中深くまで分布するものとしたが、モミ・ツガ林において異なった結果を示したことは、種によって分布域が異なることを示すもので、ミミズ類、双翅類として総まとめすることは困難なことを示している。

5月に400cc採取円筒を用いて行なった土壌の理学的性質の調査と Tyurin 法による炭素含有率分析結果は図4および表3に示したとおりであるが、このモミ・ツガ林の地表には礫がたいへん多かった。動物の分布と土壌の理・化学的性質とは密接な関係があるはずであるが、土壌調査が十分でないためか明瞭な関係を見いだせない。しかし、深さに伴う孔隙量、炭素含有率の減少は大型土壌動物の深さに伴う減少に大きな影響を与えているように思われる。

Tab. 3 Physical properties of soil.

Depth	Porosity (P')	Maximum water holding capacity (W'max)	Water content (W't ²)
0-10	63.1	40.9	72.9
10-20	57.1	21.5	60.5
20-30	55.1	39.4	94.2
30-40	50.6	36.4	108.0
40-50	51.3	57.4	108.9

3. A₀層の平均分解率と大型土壌動物の現存量との関係

このモミ・ツガ林の A₀ 層量は2.1~2.9 kg/m²,

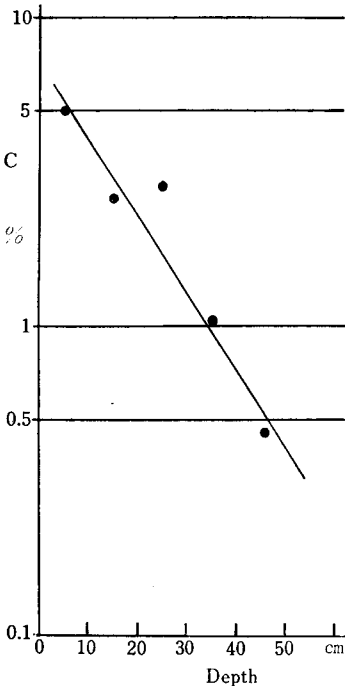


Fig. 4. Decrease of carbon content with increasing depth.

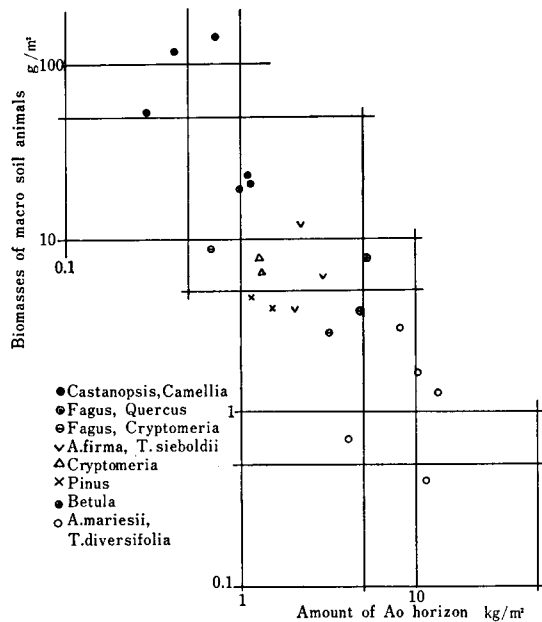


Fig. 5. Relationships between amounts of A₀ horizon and biomasses of soil macro animals in various kinds of forests.

21~29 ton/ha である。一般に地表に堆積する A_0 層量およびその地表から消えていく速度(分解率)は温量指数に比例し、暖かいところほど、 A_0 層量の堆積は少なく、分解率の大きいことが知られている。(四手井, 堤⁵⁾)

図5に各種の森林における A_0 層量と大型土壌動物の現存量の関係を示した。オオシラビソ, コメツガ林では A_0 層量が 114 ton/ha にも達するところがあり, シイ・ツバキ林では, わずかに 3~7 ton/ha である。現存量はオオシラビソ・コメツガ林に最も小さく, シイ・ツバキ林に最も大きいことが示しているように, 分解速度のおそく, A_0 層量の堆積の多いところほど, 大型土壌動物の現存量は小さく, 大型土壌動物の現存量と A_0 層量は逆比例するといえる。モミ・ツガ林の A_0 層量は 21~30 ton/ha, 大型土壌動物の現存量も 3.8~12.1 g/m² で, ブナ林, ミズナラ林とダケカンパ林, オオシラビソ, コメツガ林の中間の値を示している。

また, 落葉の地表から消える速度, 分解率は次式で求められる。

$$\text{平均分解率} = \frac{\text{落葉量}}{A_0 \text{ 層量または } A_0 \text{ 層および土壌中の全有機物量}}$$

平均分解率の大きいことは, 分解に働く菌類, バクテリアの活動が高温度条件下で, はげしいためとされているが, 落葉の摂食粉砕, 土壌と落葉の混合, 土壌の耕耘に大きな役割をはたしている土壌動物の働きも, この分解率に比例して大きいものと考えられる。

いま, 落葉量をオオシラビソ・コメツガ林については 4.0 ton/ha (四手井・堤⁵⁾), ブナ林 3.0 ton (四手井, 木村, 堤⁴⁾), スギ 3.5 ton (四手井, 堤⁵⁾) として, A_0 層の平均分解率と大型土壌動物の現存量の関連をみると, A_0 層の平均分解率の大きいところほど, 大型土壌動物の現存量は大きい。本調査のモミ・ツガ林の新葉量は 2.5 ton/ha であるから, 落葉量はほぼこれに等しいものと考えられ, 平均分解率は 0.08~0.11 となる。

これは図6のように, ブナ・ミズナラ林とオオシラビソ・コメツガ林の中間に位置している。

A_0 層の平均分解率の大きいところほど, 大型土壌動物の現存量の大きいことは, ミミズ, ヤスデ, ダンゴムシ, ヒメフナムシ, マイマイ, ナメクジ, ワラジムシなど落葉を摂食する大型土壌動物の多いところほど落葉の堆積の少ないこと, A_0 層の平均分解率の高いことを示しているので, 落葉の分解に土壌動物が大きな貢献をしていることを示すものであろう。

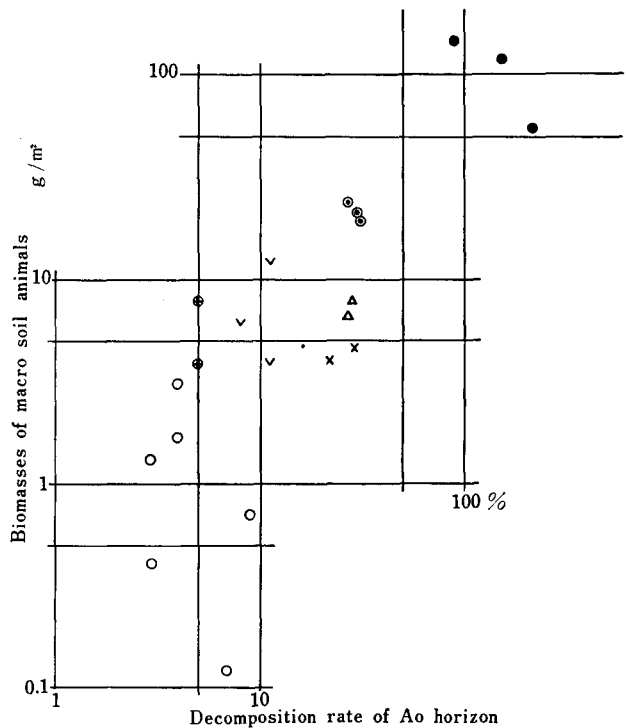


Fig. 6. Relationships between average decomposition rate of A_0 horizon and biomasses of soil macro animals in various kinds of forests.

引用文献

- 1) 古野東洲・川那辺三郎：和歌山演習林におけるモミ, ツガ林の生産力調査 第1報 主としてモミ林につい

- て, 京大演報, 39, 9~26, (1967)
- 2) 古野東洲: 和歌山演習林におけるモミ, ツガ林の生産力調査 第2報 主としてモミ, ツガ林について, 京大演報, 42, 123~142, (1971)
 - 3) 北沢右三・倉沢秀夫・中村方子・近藤正樹: 高隈山と霧島山の原生林における地中動物の生態学的研究, 資源研彙報, 54/55, 110-120, (1961)
 - 4) 四手井綱英・堤 利夫・木村隆臣: 京都大学芦生演習林の土壤調査報告 (第一報), 京大演報, 27, 1~19, (1958)
 - 5) 四手井綱英・堤 利夫: 林地の有機物集積量とその年分解率と気候との関係, 日林誌, 44(11), 297~303, (1962)
 - 6) 渡辺弘之: 土壤動物の働き *Edaphologia* 1, 7~9, (1967)
 - 7) ———: 志賀高原における大型土壤動物の垂直分布, 北沢右三編, 陸上動物群集の二次生産力測定法, 93~99, (1968)
 - 8) ———: 大型土壤動物の垂直的分布について, 日林誌, 50(7), 204~210, (1968)
 - 9) ———・中村好男: Macro fauna 調査法 陸上群集の二次生産力測定法 III・2・G 土壤動物, 2~6, (1969)
 - 10) ———・上平幸好・中村好男・寺田美奈子: 志賀高原の亜高山針葉樹林における大型土壤動物の調査, 北沢右三編, 亜寒帯および温帯林生態系の生物生産力, 48~53, (1969)
 - 11) ———: 大型土壤動物 Macro fauna の範囲 *Edaphologia* 3, 7~9, (1969)
 - 12) Watanabe, H.: A study of the vertical distribution of soil macro-animals in a cryptomeria plantation, a natural mixed forest of cryptomeria, beech and deciduous oak; and a grassland of different soil types. *Jap. J. Ecol.* 19, 2, 56~62, (1969)

Résumé

Numbers and biomasses of soil macro-animals were investigated in a natural mixed stand of fir and hemlock in the Wakayama Experimental Forest of Kyoto University in Wakayama prefecture.

Numbers were composed of earthworms, millipedes, centipedes, spiders, wireworms and dipteran larvae.

Numbers and biomasses were estimated at 68.3, 3.0 g (wet weight) per quadrat (50 cm×50 cm) in May, at 57.4, 1.5 g in August; and 53.6, 1.0 g in November. The rapid decrease in biomass from May to November, attributable to the decrease of earthworms. (Tab. 1, 2)

Numbers and biomasses of soil macro-animals in the mixed stand of fir and hemlock lay between those of subarctic coniferous forest and temperate deciduous broad leaved forest.

Animals decreased with increasing depth. Although no animals were collected below a depth of 40cm in May, a few were collected below a depth of 40cm in August and in November. (Fig. 2, 3)

Biomasses become smaller in proportion to the amount of A₀ horizon accumulated and on other hand larger in proportion to the average decomposition rate of A₀ horizon and results from the mixed stand of fir and hemlock lay between subarctic coniferous forest and temperate deciduous broad leaved forest. (Fig. 5, 6)