

テーター、スラッシュおよび  
ストロブマツ林の大型土壌動物について

渡 辺 弘 之

On Soil Macro-animals in a Loblolly, a Slash  
and a White Pine Plantation.

Hiroyuki WATANABE

目 次

要 旨	37	2. 林相の変化と個体数・現存量の変化	
はじめに	37	3. 土壌の性質との関係	
調査地および調査方法	38	4. 落葉の分解率との関係	
結果および考察	39	引用文献	43
1. 個体数・現存量		Résumé	43

要 旨

テーターマツ、スラッシュマツおよびストロブマツ幼令林で、大型土壌動物の調査を行ない、とくに、テーターマツ、スラッシュマツ林では立木密度の変化にともなう種類組成、個体数、現存量の変化を調べた。

個体数、現存量は立木密度の増大にともなって大きくなり、スラッシュマツ林の高密度林分では120~160 g/m<sup>2</sup>の現存量を示した。また、立木密度の増大—閉鎖にともなって、コオロギ類、アリ類は減少し、ミミズ、ムカデ、ダンゴムシ、ヒメフナムシ、クモ類が増加した。

大型土壌動物の現存量はスラッシュマツの高密度林分を除いて、落葉層よりも土壌中に大きい。スラッシュマツの高密度林分には大型のミミズ類が落葉層中に生息するため、落葉層中に大きな現存量を示した。

土壌動物が土壌の改良に大きな役割をはたしているはずであるが、土壌の理化学的性質と土壌動物の現存量の間に、明瞭な関係は見いだせなかった。しかし、大きな土壌動物の現存量を示した林分では、土壌動物は深くまで分布していた。

ミミズ類の多い林分では、ミミズ類による落葉摂食量も大きいものと考えられたが、落葉の分解率との間に明瞭な関係は見いだせなかった。

は じ め に

京都大学農学部附属演習林では、邦産、外国産マツ類の総合的な研究をつづけているが、とくに、

生産機構の解析グループによって林内環境、土壤環境、生産機構、物質循環の相互関係が明らかにされつつある。この林内環境、土壤環境は、森林内に生息する土壤動物の種類組成、個体数、現存量に大きな影響を与えているはずであるし、また、土壤動物は、よく知られているように、落葉を摂食・粉碎し、土壤と落葉を混合、土壤を耕耘するという重要な役割をはたしているの、土壤動物は逆に、これら土壤の性質や物質循環に、そして生産機構、生産力に大きな影響を与えているはずである。

外国産マツであるテーダーマツ、スラッシュマツおよびストローブマツ幼令林において、大型土壤動物の種類組成、個体数、現存量を調査したので、それぞれの林内環境、土壤環境、物質循環との関連について述べてみたい。

なお、有益なご教示を賜った京都大学農学部附属演習林 赤井竜男、古野東洲助教授、上田晋之助助手に厚くお礼申し上げる。

## 調査地および調査方法

### テーダーマツ (*P. taeda* L.) 林<sup>2)</sup>

和歌山県西牟婁郡白浜町 立カ谷 京都大学白浜試験地にあり、海岸近くで、標高は約 20 m。1961年 3 月に施肥量と密度の試験を組み合わせ植栽された林分であるが、このうち、化成肥料施肥区の密度の異なった 3 つの林分で大型土壤動物の調査を行なった。調査時の林分の概要は表 1 のとおりである。平均樹高はほとんど 6 m をこえ、高密度林分では、ほぼ閉鎖しており、地床植生はきわめて、わずかであったが、低密度林分では、コンダ、ススキ、ヒサカキ、クチナン、サルトリイバラなどが、地床を覆っていた。

### スラッシュマツ (*P. elliotii* L.) 林<sup>3)</sup>

テーダーマツ林に隣接し、同じく、施肥量と密度を組み合わせた林分であるが、低、中、高の密度の異なった 3 つの林分において調査を行なった。

テーダーマツ、スラッシュマツ林のある白浜試験地の地質は第 3 紀層に属し、母岩は砂岩、礫岩で、土壤型は BA 型である。赤井らは土壤調査によって、テーダーマツ、スラッシュマツ林の土壤は A 層が薄く、容積重が非常に重く、孔隙の少ない緻密な土壤であり、また、最大容水量、最小容気量ともに小さく、土壤条件はきわめて好ましくない林分であると述べている。このことは無施肥区と施肥区で大きな生長差が示しているように、施肥が有効であったことを示すものであるとも述べている。

Tab. 1 Description of pine stands

	Stand density	Number of trees per hectare	Mean height m	Mean diameter cm	Needle (dry wt-) ton/ha	Dry weight of A <sub>0</sub> horizon ton/ha	Average decomposition rate %	Years required for total decomposition
Loblolly pine ( <i>P. taeda</i> )	Low	2066	7.0	10.5	8.8	8.9	49.4	2.02
	Middle	3835	5.1	6.9	7.6	9.4	40.4	2.47
	High	6536	7.3	8.1	13.9	12.3	56.5	1.77
Slash pine ( <i>P. elliotii</i> )	Low	2000	12.2	6.9	10.5	4.5	116.7	0.86
	Middle	4000	9.5	6.2	12.2	7.0	87.1	1.15
	High	5800	9.6	7.4	17.6	11.7	75.2	1.33
White pine ( <i>P. strobus</i> )		3200	5.9	6.9	2.7	12.5		

### ストロブマツ (*P. strobus* L.) 林

長野県下伊郡郡阿智村 飯田営林署管内 阿智国有林の標高 1100 m に植栽されている 11 年生の林分で、やっと閉鎖状態に達したところであるが、地床植物は少なく、ササ類、キイチゴなどが、わずかに存在するだけであった。母林は花崗岩で、土壤型は B<sub>B</sub> 型のきわめて砂質の土壤であった。

調査はテードーマツ林は 1967 年 10 月 4～9 日、スラッシュマツ林は 1968 年 10 月 5～10 日、ストロブマツ林では 1969 年 10 月 25～28 日に行なった。このことは、テードーマツ、スラッシュマツ林では、落葉期の直前であるので、葉量の多い、A<sub>0</sub> 層量の少ない時期であり、ストロブマツ林では落葉直後で、葉量の少ない、A<sub>0</sub> 層量の多い時期であったようである。

大型土壤動物の採集は各林分内に 50 cm×50 cm のクオドラートをテードーマツ、スラッシュマツ林では 3 個、ストロブマツ林では 4 個設定し、A<sub>0</sub> 層と土壤 (テードーマツ林では土壤調査にあわせ 15 cm まで、スラッシュマツ、ストロブマツ林では 10 cm ごとに 40 cm まで) 中から、体長 2 mm 以上の大型土壤動物をピンセットを用いて採集した。採集できた動物はアルコール液に保存したのち、種類分けし、個体数をかぞえたのち、個体重 (湿重量) を化学天秤を用いて、mg 単位で測定した。

## 結果および考察

### 1. 個体数および現存量

出現した動物の種類はテードーマツ林とスラッシュマツ林は隣接しているの、ほぼ同じであるが、種類数は少なく、ミミズ、イシムカデ、ジムカデ、ダンゴムシ、ワラジムシ、クモ、ヒメフナムシ、アリ類、コオロギ類などに限られている。ワラジムシ、ダンゴムシが主要な動物であることは、森林が破壊されたことを示しているようである。しかし、注目すべきことは、このテードーマツ、スラッシュマツ林の土壤条件がきわめて悪いのに、ミミズ類が落葉層からも土壤中からも出現したことである。落葉層および土壤表層に生息する大型のものはフトミミズ科のシーボルトミミズ (*Pheretima sieboldii* Karst) で、土壤中のものは、ツリミミズ科のサクラミミズ (*Allolobophora japonica* Karst) であった。

ストロブマツ林の動物相もきわめて貧弱で、ミミズ、クモ、ヤスデ、ムカデ類などしか出現しなかった。また、ダンゴムシ、ワラジムシ類は全く出現しなかった。

個体数はテードーマツ、スラッシュマツ、ストロブマツ林とも、低密度林分においてはほぼ同じくらい、最高値は 100～150/m<sup>2</sup> で

Tab. 2 Numbers and biomasses of macro animals in each pine forests per square 50cm.

	Tree/ha	Macro fauna		Earth worms	
		NO.	Biomass	NO.	Biomass
Loblolly pine	2066	37	260 mg	1	23 mg
	"	35	453	5	336
	3835	33	1312	10	772
	"	25	862	4	438
	"	27	651	3	398
	6536	95	1216	7	633
	"	75	2094	20	1032
	"	58	1387	18	819
	"	57	1366	10	932
	"	58	10412	34	9987
Slash pine	2000	38	592	2	185
	"	23	1249	6	1182
	"	10	1364	3	1266
	4000	33	3385	15	3193
	"	40	2805	11	2517
	"	17	2431	11	2255
	5800	54	40908	11	39793
	"	35	38109	15	37920
White pine	3200	37	1790		
	"	28	677		
	"	16	484		
	"	29	1181		

1968年の調査

あるが、高密度林分では、テーダーマツ林よりも、スラッシュマツ林に著しく多くなることを示している。(表2)

現存量はテーダーマツ林では高密度林分でも、 $4.8\sim 8.4\text{ g/m}^2$  であるのに、スラッシュマツ林では、低密度林分でも  $2.4\sim 5.4\text{ g}$ 、中密度林分で、 $9.7\sim 13.5\text{ g}$ 、高密度林分では  $122.6\sim 133.6\text{ g/m}^2$  にもなり、著しく大きな現存量であることを示した。この値はわが国の森林における土壌動物の現存量としては、最も大きな値のようである。このような大きな値はシーボルトミミズの出現によるものである。

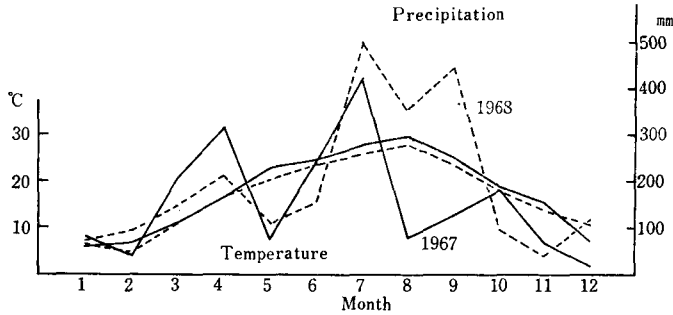


Fig. 1. Mean Temperature and Precipitation at Shirahama (Loblolly and Slash pine forest)

また、ストロブマツ林では  $1.9\sim 7.2\text{ g/m}^2$  であった。

テーダーマツ林とスラッシュマツ林は隣接し、林内環境もそれほど違わないと思われるのに、スラッシュマツ林に著しく現存量の大きかったことは、図1に示したように、1967年と68年の降水量の違いの一つの原因がありそうであ

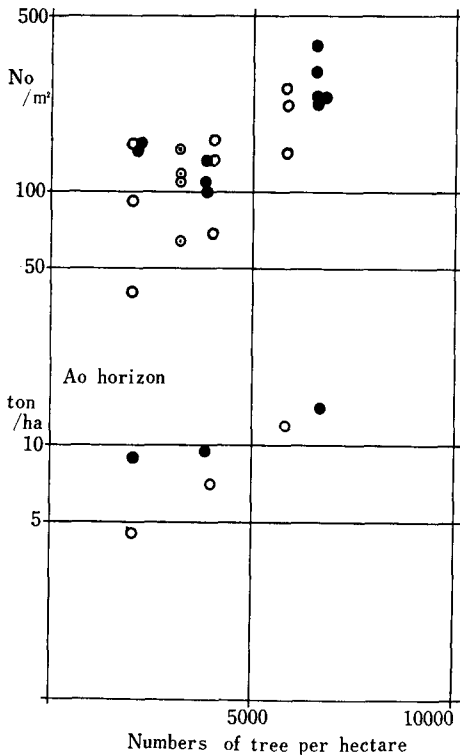


Fig. 2. Individual numbers of macro-animals, Amount  $A_0$  horizon and stand density in each pine forests.  
 ○ Slash pine ● Loblolly pine  
 ⊙ White pine

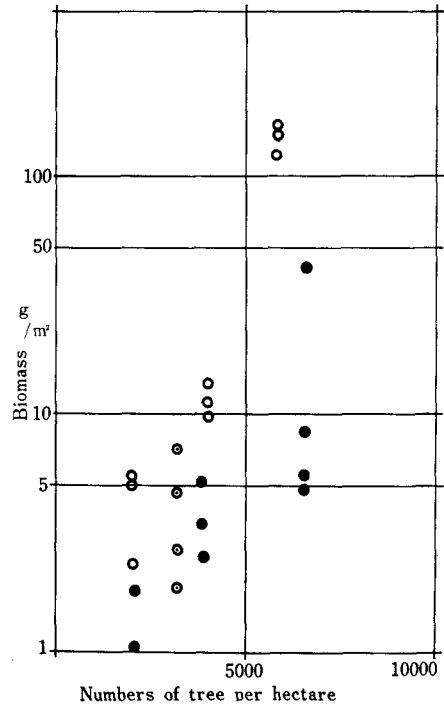


Fig. 3. Biomasses of macro animal and stand density in each pine forests.  
 ○ Slash pine ● Loblolly pine  
 ⊙ White pine

る。67年8月、9月の降水量は76, 125 mm という異常乾燥であったのに、68年の8月、9月は355 mm, 445 mm を記録している。この降水量のちがいが、現存量のほとんどを占めるミミズ類の増減の原因となったように思われる。

## 2. 林相の変化と個体数、現存量の変化

調査した林分の立木本数（密度）はテーダーマツ林で2066～6536本/ha、スラッシュマツ林では2000～5800本/haであるが、同一林令であるから、赤井ら<sup>2,3)</sup>によって示されているように、低密度林分では、まだ閉鎖せず、林内照度は高く、地表植生量も多い、高密度林分では、ほぼ閉鎖し、照度は低くなり、地表植生も少なくなっている。また、A<sub>0</sub>層の堆積量も高密度林分ほど多くなっている。

テーダーマツ、スラッシュマツ、ストロブマツ林の立木本数と大型土壤動物の個体数、現存量を図3に示した。テーダーマツ、スラッシュマツ林とも、立木本数が多くなり、閉鎖が進むほど、個体数、現存量、とくに、現存量の大きくなることを示している。これはかくれ場所、食物源が多くなること、林内気象条件の安定などによるものとも考えられる。

また、林相の変化によって、種類組成も異なり、図4に示したように、ミミズ、ムカデ、ワラジムシ、ダンゴムシ、ヒメフナムシ、クモ類は、密度の増加に伴って、増加しているが、密度の増加、閉鎖によって、テーダーマツ、スラッシュマツ林ともに、ゴキブリ、コオロギ類、アリ類の減少することを示した。これは林相の変化にともなって、動物相の変化について述べた Martin, J.<sup>5)</sup>の直翅類、膜翅類の減少に一致している。

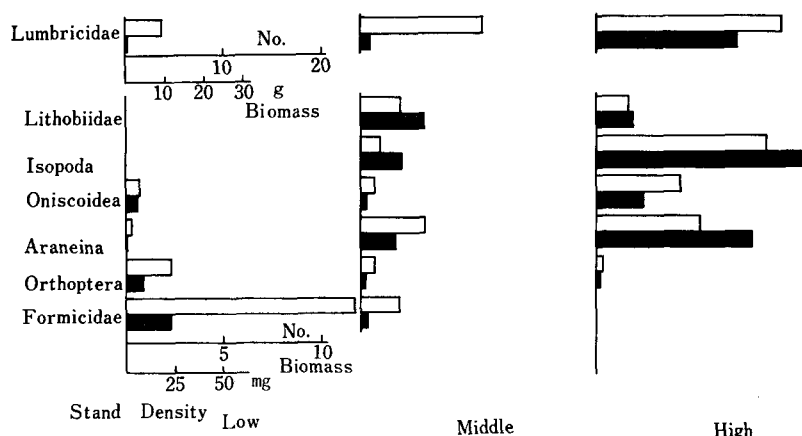


Fig. 4. Faunal change with increase of stand density in the slash pine forest.

## 3. 土壌の性質との関係

土壤動物が落葉を摂食、粉碎するとともに、落葉を土壤中に引きこんだり、土壌を地表にあげたりすることによる落葉と土壌の混合や土壌中を移動することによって、土壌を耕耘することなどが知られている。また、動物のうち、小さなものは孔隙を利用しているため、土壌の理・化学的性質は、土壤動物の分布に大きな影響を与えているはずである。

表3に各林分の表層土壌の理化学的性質を赤井らの調査から引用した。テーダーマツ林においては個体数、現存量の大きい高密度林分に孔隙量が多く、C, N量も高い。しかし、最も大きな現存量を示したスラッシュマツ林の高密度林分の孔隙量、最小容気量、C, N量は中、低密度林分よりも小さく、大型土壤動物と土壤調査の結果との間に明瞭な関係を見いだせなかった。

現存量は落葉層中に生息するシーボルトミミズによって占められるのであるから、A<sub>0</sub>層量のちがいが、落葉量のちがいが大きな要因であろう。

土壤動物の分布、生息範囲は表4に示したように、スラッシュマツ林では、20 cm 以下にきわめて

Tab. 3 Physical and chemical properties of soil in each pine stands.

	Density	Depth cm	Volume Wt. (V')	Porosity (P')	Maximum water holding capacity (W <sub>max2</sub> ) %	Minimum air capacity (A <sub>min</sub> ) %	Water content %	C %	N %	PH H <sub>2</sub> O NKCl
Loblolly pine (Ptaeda)	Low	0-15	98.7	59.8	45.3	14.5	13.1	1.41	0.097	4.9 4.1
	Middle	0-15	106.7	58.2	34.9	23.3	11.7	1.04	0.071	4.9 4.1
	High	0-15	98.8	61.5	39.8	21.8	10.0	1.56	0.099	4.9 4.0
Slash pine (Pelliotii)	Low	0-5	87.5	64.7	52.6	12.1	32.3	1.75	0.13	5.0 4.0
		5-20	102.1	61.0	41.9	19.1	27.7	0.87	0.08	5.1 4.1
	Middle	0-5	70.3	70.0	64.7	5.4	51.7	2.73	0.17	4.5 3.5
		5-20	98.2	62.6	51.8	10.8	25.0	0.81	0.08	4.6 3.9
	High	0-5	74.9	69.4	74.6	- 5.2	54.1	1.34	0.13	5.2 4.0
		5-20	119.2	54.9	43.8	11.1	33.3	0.73	0.07	5.3 4.2
White pine (P.strobus)		0-5	90.8	62.8						
		5-10	109.6	57.6						

Tab. 4 Vertical distribution of numbers and biomasses in slash pine stand.

Depth Density	A <sub>0</sub>		0-10		10-20		20-30		30-40	
	No.	Wt.	No.	Wt.	No.	Wt.	No.	Wt.	No.	Wt.
Low	5.7 (24.1)	19.7 (1.8)	17.0 (71.7)	870.0 (81.4)	1.0 (4.2)	178.7 (16.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Middle	11.0 (36.7)	70.7 (2.4)	19.0 (63.3)	2803.0 (97.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
High	20.3 (39.8)	32415.0 (88.7)	27.7 (54.3)	3892.7 (10.6)	2.0 (3.9)	233.0 (6.3)	1.0 (2.0)	18.3 (0.1)	0 (0)	0 (0)

少く、個体数、現存量は A<sub>0</sub> 層および土壌表面 0~10 cm に集中している。このことは、土壌動物の土壌改良への役割はまだ地表にのみ制限されていることを示しているが、最も大きな現存量を示した高密度林分では、20 cm 以下にも分布している。動物の増加ともなつて、土壌中深くまで、動物の活動が及びだしたとみてよさそうである。A<sub>0</sub> 層に現存量が大きいことは、シーボルトミミズの出現によるものであるが、他の森林のもの<sup>6,7)</sup>と比較して、A<sub>0</sub> 層中に現存量が最も大きかったことが、著しく特徴的である。

#### 4. 落葉の分解率との関係

調査したマツ林に出現するミミズ、ヤスデ、ダンゴムシ、ワラジムシ、ヒメフナムシなどは落葉を摂食する主要な動物であるから、ミミズ類の多かったスラッシュマツ林などにおいては、落葉の摂食、粉碎に、これらの動物が、大きな役割をはたしていると考えられる。

林地に供給される落葉落枝量を A<sub>0</sub> 層量で除した値は、落葉が地表から消えていく速度を表わし、その逆数は分解に必要な年数を表わしている。テーダーマツ、スラッシュマツ林の葉量は赤井<sup>2,3)</sup>によって示されている。また、落葉量は葉量は 2 年分着いているので、着葉量の 2 分の 1 とし、A<sub>0</sub> 層の平均分解率を示している。テーダーマツ林で平均分解率 40.4~49.4%，スラッシュマツ林で、75.2~116.7%，すなわち、A<sub>0</sub> 層量は 1.8~2.5 年、スラッシュマツ林で 0.9~1.3 年で分解されることになり、著しく高い値を示している。(表 1)

しかし、低・中密度林分では、まだ閉鎖されていない状態での値であることによるものか、スラッシュマツ林では、高密度林分よりも低密度林分の平均分解率は高くなり、 $A_0$ 層の平均分解率と大型土壤動物の個体数、現存量との間に、明瞭な関係は見いだせなかった。しかし、高密度林分の $A_0$ 層中、地表には大きなミミズの糞塊が、たくさん堆積しており、ミミズ類が落葉の分解（粉碎）に大きな役割をはたしていることが確認された。

## 引用文献

- 1) 渡辺弘之：土壤動物の働き *Edaphologia* **1**, 7~9 (1967)
- 2) 赤井竜男・古野東洲・上田晋之助・佐野宗一：テーダーマツ幼令林の物質生産機構 京大演報, **40**, 26~49, (1968)
- 3) 赤井竜男・上田晋之助・古野東洲：スラッシュマツ幼令林の物質生産機構, 京大演報, **41**, 56~79, (1970)
- 4) 渡辺弘之・中村好男：Macro fauna 調査法 陸上群集の二次生産力測定法 JIBP-PT-S III, 2. G. 土壤動物 2~6 (1969)
- 5) Martin, J.L.: The insect ecology of red pine plantations in Central Ontario. 3 Soil surface fauna as indicators of stand change. *Proc. Ent. Soc. Ont.* **95**, 87~101, (1965)
- 6) 渡辺弘之：大型土壤動物の垂直的分布について, 日林誌, **50**(7), 204~210, (1968)
- 7) 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)
- 8) 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)

## Résumé

Numbers and biomasses of soil macro-animal were investigated in a loblolly, a slash and a white pine forest and faunal changes in proportion to the stand density were studied.

Numbers and biomasses increased with stand density, showing biomasses of 120—160 g/m<sup>2</sup> in slash pine forest with high density. In proportion to the stand density and crown closure Orthoptera, Formicidae decreased and Lumbricidae, Chilopoda, Isopoda, Araneina, Oniscoidea increased.

Numbers and biomasses were large in surface soil in each forest, but in the slash pine forest with high density they showed large in  $A_0$  horizon, depending upon the occurrence of big earthworms.

Relationships between physical and chemical properties of the soil and the distribution of animals; and relationships between average decomposition rate of A horizon and biomasses of soil animals were not clear.