

## アカマツせき悪林地におけるバーク堆肥の 施用が土壌生物に与える影響

新 島 溪 子<sup>(1)</sup>・小 川 眞<sup>(2)</sup>

Keiko NIJIMA and Makoto OGAWA: The Influence of Application of  
Hemlock Bark Compost on Soil Organisms in *Pinus densiflora* Forest

**要 旨:** この研究はアカマツせき悪林地におけるバーク堆肥の施用が土壌生物に与える影響を明らかにし、土壌生物の立場からバーク堆肥の林地施用限界量について検討したものである。京都府宇治市のアカマツせき悪林地において標準量(乾物として 1 ton/10 a)のバーク堆肥を施用した場合、1年後にバーク堆肥はほぼ消失した。対照区の大形土壌動物としてはヒメミズ類、クモ類、鞘翅目および膜翅目が多かったが、バーク堆肥の施用により、ヒメミズ類が減少し、他の大形土壌動物は個体数、現存量ともに増加した。ダニ、トビムシなどの小形節足動物の個体数は堆肥施用の影響がみられなかった。バーク堆肥の連年施用3年目と倍量施用1, 2年目とは大形土壌動物の顕著な増加がみられず、施用したバーク堆肥は1年後も大半は未分解の状態で残存していた。上記の結果から1回の施用量は乾物として 1 ton/10 a 以内とし、連年施用の場合には3年間を限度とするのがのぞましい。土壌微生物はバーク堆肥の施用により糸状菌が減少して放線菌が増加したが、細菌の変化は一定の傾向がみられず、全般的に微生物相はアカマツ林本来の特徴を失いかけていた。また、施用区の硝化菌の増加は異常であった。

### 1. は じ め に

近年、森林土壌生物は地力維持に欠かせない存在であるという観点から、林業および土壌学の分野で注目されはじめたが<sup>(4)(6)(9)(10)</sup>、日本の森林土壌動物に関する調査資料は少なく、とくにアカマツ林の土壌動物についてはわずかに渡辺ら<sup>(11)(12)</sup>、菊沢ら<sup>(2)</sup>が報告を行っているにすぎない。また、林地への施肥が土壌生物に与える影響については北村ら<sup>(3)</sup>および新島<sup>(7)</sup>が報告しているが、バーク堆肥の影響についてはまだ調査されていない。

本研究はアカマツせき悪林地における大形土壌動物相の実態を把握すると同時にバーク堆肥の施用が大形土壌動物、小形節足動物および土壌微生物に与える影響を明らかにし、土壌生物の立場からバーク堆肥の林地施用限界量について検討したものである。

調査は農林水産技術会議別枠研究「農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究」<sup>(8)</sup>の一部として行われたものである。

本研究の推進に当り、多大の便宜を図っていただいた河田 弘土じょう部長、藤田桂治土じょう肥料研究室長をはじめ、同研究室員および関西支場土じょう研究室員の方々に厚くお礼申し上げる。また、試験地の植生および土壌については故小島俊郎関西支場土じょう研究室長の調査結果を使用させていただいた。感謝の意を表する。

2. 調査地および調査法

2-1. 試験設計

調査地は京都府宇治市の八軒屋国有林で、海拔高 100~200 m の丘陵地帯の山腹斜面下部に位置しており、60~70 年生のアカマツ天然更新林分である。

調査地内の平坦面および山腹斜面に試験地をもうけ、それぞれ第 1 および第 2 試験地とし、両試験地内に (15×15) m<sup>2</sup> の対照区 およびバーク堆肥標準量区を設定した。施用法は全面散布方式で乾物として 1 ton/10 a ずつ、1974 年 9 月 24 日、1975 年 11 月 8 日、1977 年 2 月 15 日に行い、3 回で合計 3 ton/10 a

Table 1. Number of trees taller than 6 m in height/(15×15) m<sup>2</sup> and mean diameter breast high (D.B.H.) at the beginning of the experiment

Species	1st sampling site				2nd sampling site			
	Unfertilized		Standard fertilized		Unfertilized		Standard fertilized	
	Number	D. B. H. (cm)	Number	D. B. H. (cm)	Number	D. B. H. (cm)	Number	D. B. H. (cm)
<i>Pinus densiflora</i> SIEB. et ZUCC.	8	13.9	16	8.2	16	13.0	8	15.6
<i>Ilex pedunculosa</i> MIQ.	5	7.9	5	7.2	7	7.2	9	9.7
<i>Lyonia neziki</i> NAK. & HARA	5	2.8	5	4.2	8	4.3	5	3.7
<i>Juniperus rigida</i> S. & Z.	5	3.6	5	3.2	5	4.9	5	5.1
<i>Quercus serrata</i> THUNB.	4	3.2	0	—	2	4.4	1	7.0

Table 2. Description of soil profile

Treatment	Horizon	Thick-ness (cm)	Definition of boundary	Color	Humus	Texture	Structure	
1st sampling site	Unfertilized	A <sub>0</sub>	L : +, F : 2 cm					
		I	8	Sharp Distinct	2.5Y4/1	Rich	S	(bk)
		II	17		10YR5/3	Poor	S	—
		III	15+	2.5Y6/3	Poor	S	—	
	Standard fertilized	A <sub>0</sub>	L : +, F : 1 cm					
		I	8	Sharp Distinct	10YR3/2	Rich	S	(cr, bk)
		II	12		10YR4/3	Poor	S	—
		III	15+	10YR5/4	Poor	S	—	
2nd sampling site	Unfertilized	A <sub>0</sub>	L : +, F : 3 cm, F-H : 3 cm					
		A	4	Distinct Distinct	10YR3/2	Rich	S	(bk)
		B-(C)	17		10YR5/6	Poor	S	—
	C	15+	10YR7/6	Poor	S	—		
	Standard fertilized	A <sub>0</sub>	L : +, F : 3 cm, F-H : 3 cm					
		A	5	Diffuse Distinct	10YR2/3	Rich	S L	bk
		B	22		10YR5/4	Poor	S L	—
		C	15+	10YR5/6	Poor	S L	—	

Remark in root. L : >20cm, M : 20~2mm, F : <2mm in diameter, 5 : Very abundant, 4 : Abundant, 3 : Frequent, 2 : Occasional, 1 : Rare, + : Very rare.

施用した。また第2試験地において、1975年にバーク堆肥倍量区を追加設定し、1975年11月および1977年2月に2ton/10aずつ、合計4ton/10aを施用した。

使用したバーク堆肥は各年度とも重量比でヘムロックバーク1に対して鶏ふん1の割合で配合して堆肥化したもので、清水港木材協同組合に委託して生産したものである。施用直前のバーク堆肥100g（風乾重）中にはダニ116、トビムシ40、チャタテムシ1、合計157個体の小形節足動物が生息していた。化学的性質に関しては河田<sup>1)</sup>の報告を参照されたい。

2-2. 植生および土壤

試験区内に生育する樹高6m以上の樹種と本数および胸高直径はTable 1に示すとおりである。低木層にはTable 1の樹種のほか、コバノミツバツツジ、ヤマウルシ、スノキなどがみられ、地表面にはハナゴケ、ツルリンドウなどがみられた。

各試験区の土壤はTable 2に示すとおりである。第1試験地は谷底平坦面で直径約5cmまでの大小の円礫をすこぶる多く含む。土壤型は各試験区とも未熟土（Im型土壤）であった。第2試験地は洪積丘陵緩斜面下部に位置する未熟土で、多少土壤層位の分化が認められた。両試験地とも第II層ないしB層以下は腐植に乏しく、すこぶる堅密で通気性ないし透水性はきわめて不良であり、また、表層土の乾湿の動きはかなり大きいと考えられる。

倍量施用区の植生および土壤は第2試験地の他の試験区とほぼ同じであった。

堆肥施用にともなう表層土壤の変化については第2試験地で土壤動物の調査時に各試験区内の2~3地点において深さ約15cmの試孔を設けて各層位の厚さを記録するとともに、(50×50)cm<sup>2</sup>の枠内のL+F層を採取し、風乾後重量を測定した。

2-3. 気象条件

Compactness	Root
Soft	M 3, F 5
Firm	F 3
Extremely firm	—
Soft	L 1, M 1, F 4
Firm	M+, F 4
Extremely firm	—
Soft	M 3, F 4
Firm	M 2, F 1
Extremely firm	F +
Soft	M 3, F 4
Firm	M 3, F 3
Extremely firm	—

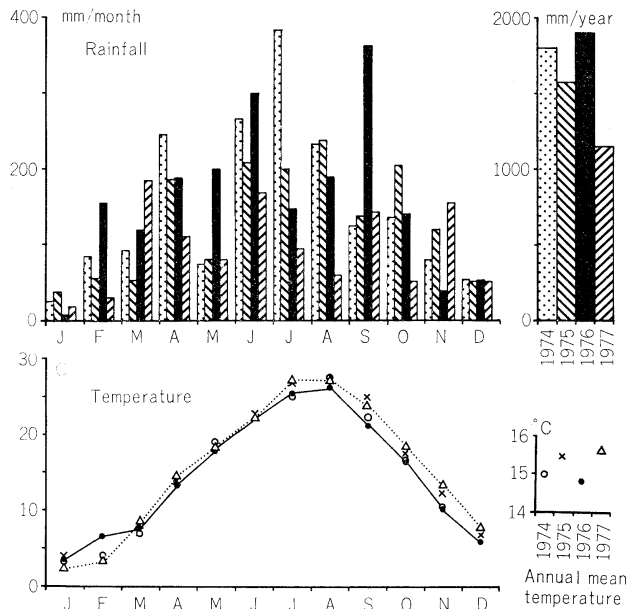


Fig. 1 Temperature and precipitation of Kyoto, near the sampling area.

Fig. 1 は京都地方気象台（標高 42 m）で観測された気温 および 降水量を示したものである。1975 年は 9 月に異常高温が続き、9 月の平均気温が 25.0°C、平均最高気温が 30.4°C で真夏なみであった。1976 年は 8 月から 10 月にかけて異常低温が続き、9 月には降水量がとくに多かった。1977 年は 9 月以降の気温が平年より高く、また、8 月および 10 月の降水量がとくに少なく、土壤生物調査時には土壤の乾燥が著しかった。

#### 2-4. 土壤動物調査

大形土壤動物の調査は 1976 年 10 月 5～7 日 および 1977 年 10 月 17～19 日に第 2 試験地で次のように行った。各試験区内に (50×50) cm<sup>2</sup> の枠を 3 個設定し、A<sub>0</sub> 層および 鈹質土層の深さ 7 cm までに生息する大形土壤動物を土壤層位別に採集し、50% アルコールで固定した。研究室で動物を主として目の単位まで分類し、計数後湿重量を測定した。

小形節足動物の調査は 1974 年 6 月 14 日および 1975 年 10 月 21～22 日に全調査区で、1976 年 10 月 5～7 日に第 2 試験地の全区で行った。1974 年の調査では表面積 100 cm<sup>2</sup>、深さ 4 cm、体積 400 cm<sup>3</sup> の採土円筒を用いて次のように行った。まず A<sub>0</sub> 層の表面に円筒を置き、せんでいばさみで円筒に沿って A<sub>0</sub> 層を切り、円筒内の A<sub>0</sub> 層をポリ袋に採取した。バーク堆肥が層状に残っている場合は A<sub>0</sub> 層に含めた。続いて円筒を土壤中にさし込み、0～4 cm の深さの鈹質土層からサンプルを採取した。このような手順で A<sub>0</sub> 層、0～4 cm の鈹質土層を各区いずれも 3 点ずつ採取した。1975 年と 1976 年には表面積 50 cm<sup>2</sup>、深さ 2 cm、体積 100 cm<sup>3</sup> の採土円筒を用いて A<sub>0</sub> 層、0～2 cm、2～4 cm の深さの鈹質土層からそれぞれ 3 点ずつ試料を採取した。動物の分離には改良型ツルグレン装置<sup>9)</sup>を用いて 2 昼夜抽出した。

#### 2-5. 土壤微生物調査

1977 年 9 月 30 日に全調査区において、鈹質土層の 0～5 cm の深さからランダムに 20 点土壤を採取、混合し、さらに、土壤内の垂直分布を調べるために土壤断面を設定して A<sub>0</sub> 層、0～5 cm、7～12 cm の深さからサンプルを採取した。微生物の分離は平板希釈法により、土壤煎汁培地とローズベンガルを含むワックスマン変法培地を用いて行い、糸状菌、細菌、放線菌にわけて計測した。硝化菌については常法通り希釈頻度法を用いて計測した。

### 3. 結果および考察

#### 3-1. 対照区の大形土壤動物

Table 3 は対照区の (50×50) cm<sup>2</sup> 当りに生息する大形土壤動物の個体数および湿重量を示したものである。2 年間とも全調査地点から採集されたものをあげると、ヒメミミズ類、クモ類、イシムカデ目、半翅目、双翅目、鞘翅目、膜翅目の 7 グループであり、このなかで平均湿重量が 2 年間とも 50 mg/(50×50) cm<sup>2</sup> を越えるものはヒメミミズ類、クモ類、鞘翅目、膜翅目の 4 グループであった。調査地の林床は地点ごとに微細な違いがあり、調査期間中の気象条件の年変動は大きかった。しかし、上記 4 グループは常に多量に存在するという点で本調査地の土壤に与える影響が大きいと考えられる。また、ミミズ類、倍脚綱、セミ類の 3 グループは年によって湿重量が 100 mg/(50×50) cm<sup>2</sup> を越えることがあり、これらの動物は条件さえ整えば本調査地の土壤に多大な影響を与えるものと考えられる。なお、マツ林において、ミミズ類およびセミ類が土壤動物の現存量のなかで占める割合が大きいという傾向は渡辺<sup>12)</sup>も指摘している。

Fig. 2 は大形土壤動物の土壤層位別分布を示したものである。ヒメミミズ類およびクモ類は A<sub>0</sub> 層に

Table 3. Number and wet weight of soil macrofauna/(50×50) cm<sup>2</sup>, A<sub>0</sub>+0~7 cm soil layers at unfertilized plot of *Pinus densiflora* forest in Uji

Soil macrofauna	Sampling date	No.	Number of individuals						Mean wet weight in mg		
			Oct. 5, 1976			Oct. 17, 1977			1976	1977	
			1	2	3	1	2	3			
Mollusca	Gastropoda		4	1	—	1	5	—	17	27	
Annelida	Oligochaeta	Enchytraeidae	70	176	102	109	195	2	90	74	
		The others	15	5	2	1	2	—	557	+	
Arthropoda	Arachnida	Araneae	53	28	57	20	88	44	200	111	
		Crustacea	Isopoda	23	3	15	4	3	—	98	29
			Diplopoda	5	—	—	1	8	—	+	13
	Chilopoda	Lithobiomorpha	16	1	10	4	24	1	27	19	
		Geophilomorpha	4	—	2	3	3	2	34	24	
		Scolopendromorpha	—	—	—	2	—	1	—	68	
	Insecta	Hemiptera, Cicadidae		1	—	—	—	3	3	33	1,009
			Hemiptera, the others	2	3	3	2	15	2	+	19
		Lepidoptera, larvae	1	—	—	1	1	—	+	+	
		Diptera	28	171	22	52	79	6	60	26	
Coleoptera		7	11	30	11	32	21	125	331		
Hymenoptera	187	5	103	26	434	50	67	133			
The others			3	2	3	—	3	1	43	58	
Total			419	406	349	237	895	133	1,351	1,941	

Acarina, Collembola and other soil microarthropods, which were collected with soil macrofauna, were excluded.

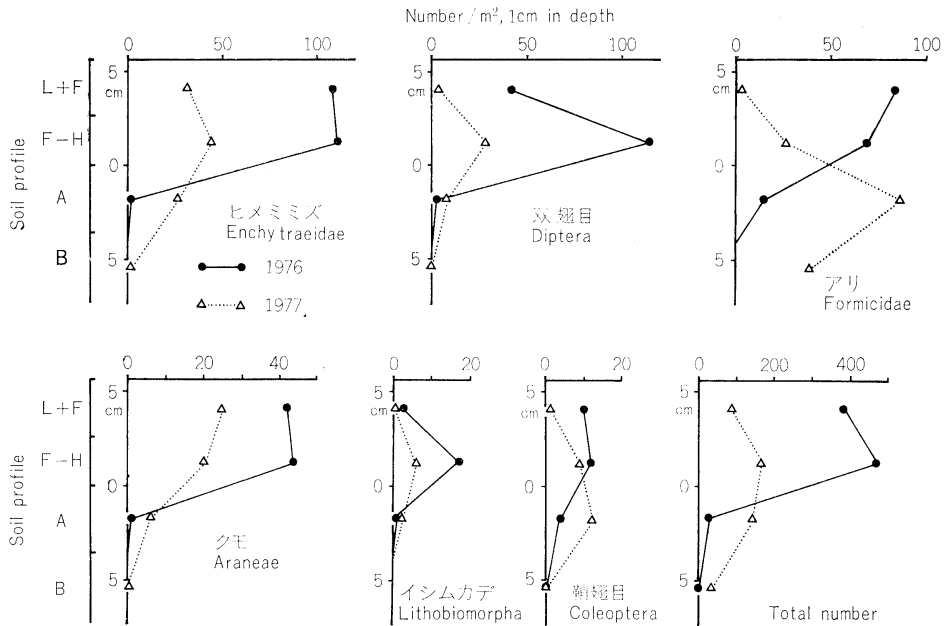


Fig. 2 Vertical distribution of soil macrofauna at unfertilized plot of *Pinus densiflora* forest in Uji, Kyoto.

Table 4. Number and wet weight of soil macrofauna/m<sup>2</sup>, A<sub>0</sub>+0~7 cm soil layers at each plot

Soil macrofauna		Sampling date		Oct. 5~7, 1976						Oct. 17~19, 1977						
		Treatment			Number of individuals			Wet weight in g			Number of individuals			Wet weight in g		
		Unferti- lized	Stan- dard ferti- lized	Double ferti- lized	Unferti- lized	Stan- dard ferti- lized	Double ferti- lized	Unferti- lized	Stan- dard ferti- lized	Double ferti- lized	Unferti- lized	Stan- dard ferti- lized	Double ferti- lized			
Gastropoda	7	8	9	.07	△ .14	△ .14	8	△ 20	△ 27	.11	.11	△ .47				
Oligochaeta Enchytraeidae	464	▼ 65	▼ 44	.36	▼ .03	▼ .02	410	▼ 21	▼ 33	.30	▲ +	.19				
The others	29	△ 77	32	2.23	△ 6.44	3.16	2	▼ —	▼ —	+	—	—				
Arachnida Araneae	184	229	179	.80	△ 1.72	1.03	203	301	232	.44	△ 1.28	.41				
Crustacea Isopoda	55	△ 172	37	.39	△ .84	.27	9	△ 16	▼ 4	.12	.14	▼ +				
Diplopoda	7	△ 243	△ 49	+	△ .24	△ 1.10	12	16	△ 45	.05	△ .34	△ .16				
Chilopoda	44	△ 94	33	.24	△ .38	△ .50	54	△ 306	41	.45	△ 1.04	▼ .18				
Insecta Hemiptera, Cicadidae	1	△ 3	▼ —	.13	△ .54	—	8	▼ 1	▼ —	4.04	▼ +	▼ —				
Hemiptera, the others	11	7	12	+	+	△ .07	25	△ 56	▼ 8	.08	.99	.44				
Lepidoptera, larvae	1	△ 13	△ 8	+	△ .11	△ .06	3	△ 7	△ 7	+	△ .06	+				
Diptera	295	▼ 130	▼ 89	.24	.33	△ .41	183	△ 316	▼ 49	.10	.18	▼ +				
Coleoptera	64	56	95	.50	△ 1.70	△ 1.51	86	60	▼ 24	1.32	.92	▼ .12				
Hymenoptera, Formicidae	392	352	▼ 86	.27	.22	▼ .07	680	897	△ 1,764	.53	△ 2.73	.62				
Hymenoptera, the others	1	△ 9	1	+	+	+	—	△ 40	△ 4	—	△ .38	+				
The other insect	6	8	△ 18	.17	.22	△ .74	3	△ 8	▼ —	.23	△ .46	▼ .08				
Eggs	4	△ 93	△ 28	+	+	+	1	△ 12	△ 37	+	△ .02	△ .05				
Total	1,565	1,559	▼ 720	5.40	△ 12.91	△ 9.08	1,687	2,077	2,275	7.77	8.65	▼ 2.72				

Acarina, Collembola and other soil microarthropods, which were collected with soil macrofauna, were excluded.

△ show over 1.5 times of the number or the wet weight of unfertilized plot and ▼ show under 0.5 times of them.

多く、双翅目幼虫とイシムカデ目は F-H 層にとくに多かった。アリ類および鞘翅目は年によって異なり、雨の多かった 1976 年には A<sub>0</sub> 層に多く、乾燥の激しかった 1977 年には下層に移動する傾向がみられた。

### 3-2. バーク堆肥の施用による土壤表層の変化

表層土壤の層位の厚さはばらつきが激しく、第 2 試験地対照区の L+F 層は 1.5~4.5 cm (平均 30 cm), F-H 層 0~7 cm (平均 2.6 cm), A 層 2~6 cm (平均 3.6 cm) であった。A<sub>0</sub> 層の風乾重量は 0.6~1.6 kg/m<sup>2</sup> (平均 1.1 kg/m<sup>2</sup>) であった。

バーク堆肥の標準量を連年施用した場合、初回の施用後 1 年目 (1975 年 10 月) にはほぼ消失したが、2 年連続施用後 1 年目 (1976 年 10 月) には未分解のバーク堆肥がわずかに残存し、3 年連続施用後 8 か月目 (1977 年 10 月) には約 1.5 cm の厚さで残っていた。倍量を連年施用した場合には初回の施用後 1 年目および 2 年連続施用後 8 か月目ともに 1~3 cm の厚さのバーク堆肥層が認められた。

バーク堆肥施用区の L+F 層の厚さは対照区より 0.5~1.5 cm 薄く、堆肥標準量連年施用区の L+F 層風乾重は 0.5~1.2 kg/m<sup>2</sup> (平均 0.7 kg/m<sup>2</sup>) であり、倍量区の L+F 層は 0.3~0.9 kg/m<sup>2</sup> (平均 0.5 kg/m<sup>2</sup>) で、いずれも対照区より少なかった。なお、堆肥施用区のバーク堆肥層と F-H 層の間には未分解の樹皮や落枝などがみられたが、落葉はほとんどみられなかった。

### 3-3. バーク堆肥の施用が土壤動物に与える影響

Table 4 は各試験区における大形土壤動物の個体数および現存量を示したものである。大形土壤動物の個体数は Table 3 に示したように地点によりばらつき、ばらつきの幅も動物の種類によって異なるので、単に平均値の差で多少を論じることはできない。そこで対照区の平均値の ±50% を目安として堆肥施用区の値がこの範囲外である場合に記号で示した。その結果、低温多雨で土壤動物にとって条件が良かったと推測される 1976 年の標準量施用区では大部分の大形土壤動物が増加し、現存量は対照区の 2 倍以上となった。ただし、ヒメミミズ類、双翅目幼虫など、比較的小形の動物の個体数が減少したため、総個体数は対照区とほぼ同じであった。倍量施用区ではヒメミミズ類、双翅目幼虫およびアリ類の個体数が

Table 5. Number of soil microarthropods/100 cm<sup>2</sup>, A<sub>0</sub>+C~4 cm soil layers at each plot

Sampling date		June 14, 1974		Oct. 21, 1975		Oct. 5, 1976		
		Un-fertilized	Intended standard fertilized	Un-fertilized	Standard fertilized	Un-fertilized	Standard fertilized	Double fertilized
Arachnida	Pseudoscorpiones	2	2	2	3	1	5	1
	Acarina	902	676	2,254	1,551	802	706	1,095
Pauropoda		8	2	14	7	1	5	1
Symphyla		1	3	11	14	3	5	15
Insecta	Protura	22	16	17	31	13	7	13
	Collembola	929	772	881	498	533	449	727
	Thysanoptera	3	—	—	—	8	—	1
	Psocoptera	2	3	+	1	2	4	1
Total		1,869	1,474	3,179	2,105	1,363	1,181	1,854

Araneae, Diplopoda, Chilopoda and other soil macrofauna, which were extracted with soil microarthropods, were excluded.

少なく、総個体数も対照区より少なかったが、重量は対照区より重いものが多く、総現存量は対照区より多かった。

乾燥の激しかった 1977 年の標準量施用区では、ヒメミズ類が前年と同様、対照区より少なかったが、双翅目幼虫は対照区より多かった。現存量も大部分の動物が対照区より多かったが、総現存量はあまりかわらなかった。倍量施用区ではアリ類の個体数が対照区より著しく多かったが、他の大部分の動物は対照区より少なく、現存量も著しく少なかった。

Table 5 は各試験区における小形節足動物の個体数を示したものである。施用前 (1974 年 6 月) の対照区と標準量施用予定区と比較すると、施用予定区の動物数がやや少ない傾向がみられたが、地点別のばらつきを考慮に入れると両地区の小形節足動物相はほぼ同質であったと思われる。

パーク堆肥の施用により標準量施用区ではダニ目 11.6、トビムシ目 4.0、チャタテムシ目 0.1 個体/100 cm<sup>2</sup> が林地に投入されたが、施用 1 年後 (1975 年 10 月) にはダニ、トビムシも施用区の方が少なく、対照区の約 2/3 であった。1976 年は対照区と標準量施用区がほぼ同数、倍量区がやや多い傾向がみられた。

土壌動物の立場からみると、林地へのパーク堆肥施用限界量は 1 回の施用量、その年の気象条件および施用時期によって異なることが予想される。標準量を秋に連年施用した場合、最初の 2 年間はパーク堆肥が 1 年でほぼ消失し、それと同時に小形節足動物およびヒメミズ類が減少する傾向を示し、大部分の大形土壌動物が増加した。つまり、このような土壌動物相の変化がともなえばパーク堆肥の分解は順調に行われるものと考えられる。一方、パーク堆肥倍量施用区および標準量 3 年連続施用区では、大形土壌動物の現存量は加えた堆肥の量に見合うだけ増加せず、施用 1 年後も未分解のパーク堆肥が層状に残っていた。1977 年の調査時には土壌の乾燥が激しく、前年の施用時期も遅いことから、堆肥の残存量がとくに

多かったとも考えられるが、いずれにせよ土壌動物の増殖率と堆肥の分解能力を越えないように施用するには 1 回の施用量を 1 ton/10 a 以内とし、連年施用をやめた方がよい。

### 3-4. パーク堆肥の施用が土壌微生物に与える影響

Fig. 3 に 0~5 cm の深さの鉞質土層に生息する微生物数を示した。アカマツ林の通例で糸状菌が比較的多く、微生物フロラはきわめて貧弱であった。第 1 試験地では糸状菌、細菌、放線菌とも堆肥施用による変化はみられなかった。第 2 試験地ではパーク堆肥施用区で糸状菌が激減し、放線菌は堆肥の量に比例的に増加し、倍量施用区に最も多かった。細菌は倍量施用区で増加したが、対照区との差は少なかった。

Fig. 4 の垂直分布の違いをみると、第 1, 2 試験地とも対照区では明瞭な規則性がみられなかった。これはアカマツ林の特徴で、微生物の分布が不規則となる

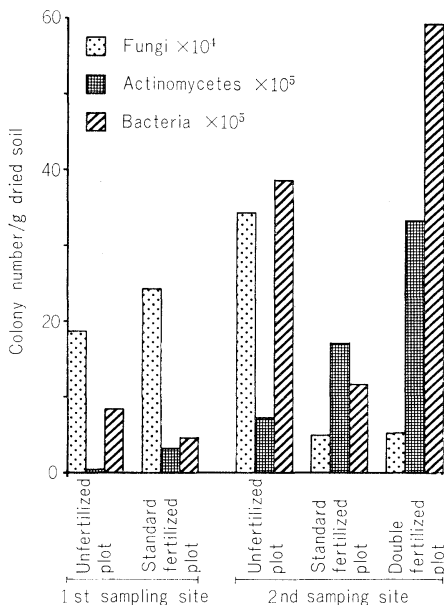


Fig. 3 Soil microorganisms in mineral soil of 0~5 cm in depth.



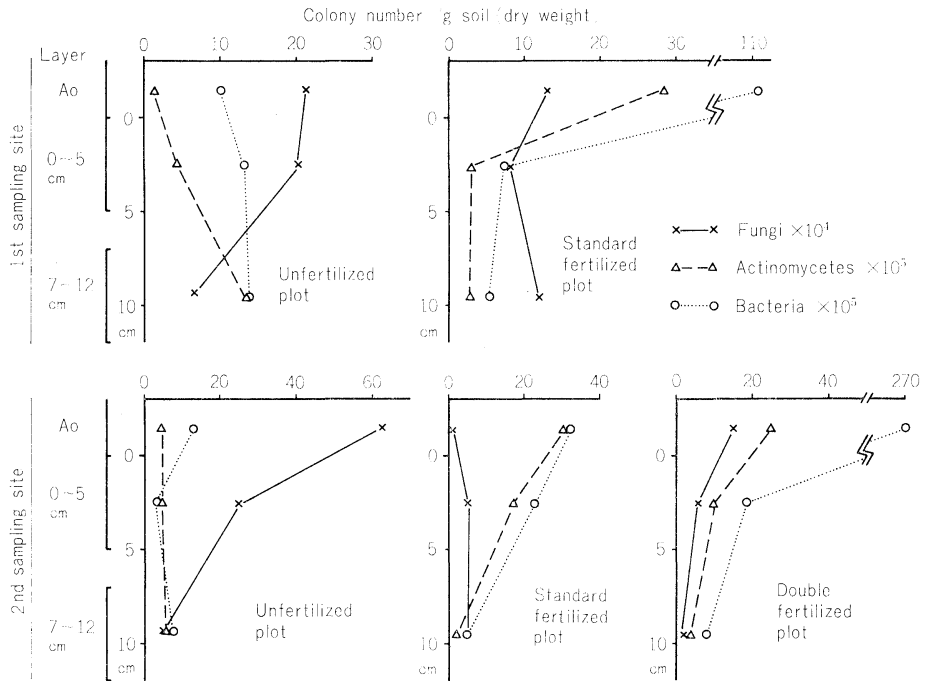


Fig. 4 Vertical distribution of soil microorganisms.

Table 6. Most probable number of nitrifying bacteria

(Colony/g dried soil)

Treatment	1st sampling site		2nd sampling site		
	Unfertilized	Standard fertilized	Unfertilized	Standard fertilized	Double fertilized
A <sub>0</sub>	—	49	68	160,000	9,200
0 ~ 5 cm	—	220	—	3,500	310
7 ~ 12 cm	—	—	—	210	79

ためである。一方、パーク堆肥施用区では細菌と放線菌の分布傾向が似ており、表層で多く、下層で減少する傾向がみられた。第2試験地では堆肥施用区における糸状菌の減少が明らかに認められた。以上のことから、パーク堆肥を施用すると明らかに糸状菌が減少して放線菌が増加し、微生物相はアカマツ林本来の特徴を失うといえる。

硝化菌数を見ると (Table 6), 第1試験地では自然状態ではほとんどいなかったものが有機態チッ素含量の高いパーク堆肥の施用により、明らかに増加が認められた。第2試験地の表層には最初から硝化菌がいたようであるが、パーク堆肥の施用により下層まで異常な増加がみられた。

土壤微生物の立場からみると、パーク堆肥施用区における硝化菌の増加は異常で水などの汚染原因にもなりかねないなど、問題は多いと思われる。単年1回限りの調査のために結論的なことはいえない。しかし、ある森林に、もたらなかった異物を投入すると、異物に適應した微生物が急激に増加するという

は一般的な原則である。この試験地のような未熟土の場合には微生物相が貧弱でその数も少ない。従って有機物を分解する能力がもとから低く、投入する量にも限界がある。異物の投入量が多いほど本来の微生物相が大きくなり、元にかえることができなくなる。パーク堆肥施用の場合には土壤動物や硝化菌のうごきからみて3年目がこのもとへもどりにくくなる変わり目のように思える。

#### 引用文献

- 1) 河田 弘：木質廃材堆肥に関する研究 1, ヘムロックパーク堆肥について, 林試研報, 301, 47~78, (1978)
- 2) 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：林床無脊椎動物の現存量について, 京大演習林報, 37, 25~39, (1965)
- 3) 北村真知子・白石 進：施肥が土壤動物および微生物に及ぼす影響, 日林関東支講, 27, 9~10, (1975)
- 4) 新島溪子：土壤動物のはたらき, 森林立地, 16, 2, 4~11, (1975)
- 5) ————：Influence of construction of a road on soil animals in a case of sub-alpine coniferous forest of Mt. Fuji. Rev. Ecol. Biol. Sol., 13, 47~54, (1976)
- 6) ————：森林土壤動物研究の動向, 林業技術, 419, 2, 12~15, (1977)
- 7) ————：林地肥培と土壤動物, 森林と肥培, 98, 6~9, (1978)
- 8) 農林水産技術会議：農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究試験成績書, 6, 609 pp., (1979)
- 9) 小川 真：地力と土壤生物, 森林立地, 20, 1, 9~11, (1978a)
- 10) ————：森林の地力と土壤微生物, 森林と肥培, 98, 1~5, (1978b)
- 11) 渡辺弘之・四手井綱英：京都付近のモミ, スギ, アカマツおよび混交広葉樹林の落葉層および土壌中の動物相について, 日生態会誌, 13, 235~242, (1963)
- 12) 渡辺弘之：森林における大型土壤動物の落葉粉碎と土壤耕耘に関する研究—ミミズ類を主として—京大農博士論文, 85 pp., (1971)

## The Influence of the Application of Hemlock Bark Compost on Soil Organisms in a *Pinus densiflora* Forest

Keiko NIJIMA<sup>(1)</sup> and Makoto OGAWA<sup>(2)</sup>

### Summary

The purpose of this work was to estimate the influence of the application of hemlock bark compost on soil organisms and to find its fertilization limit from the standpoint of soil organisms in a *Pinus densiflora* forest.

### Research sites

Two sites for this experiment were settled in a 60~70 year old *Pinus densiflora* forest situated in Uji, Kyoto, 100~200 m in altitude. The first one was on level ground and the second one was on a gentle slope. Unfertilized and standard fertilized plots, each (15×15)m<sup>2</sup> in area, were settled in the first sampling site. Unfertilized, standard fertilized and double fertilized plots were settled in the second sampling site.

Hemlock bark compost of 1 ton/10 a was applied at the standard fertilized plot on Sept. 24, 1974, Nov. 8, 1975, and Feb. 15, 1977 (total 3 tons/10 a). At the double fertilized plot, compost of 2 tons/10 a was applied on Nov. 8, 1975 and Feb. 15, 1977 (total 4 tons/10 a). The chemical properties of the hemlock bark compost, made of hemlock bark with chicken droppings (mixing ratio of 1 : 1), were reported by KAWADA<sup>1)</sup>.

Trees taller than 6 m in height at each plot are shown in Table 1. Soil profiles are shown in Table 2. The type of soil was immature soil (Im), containing much round gravel. The moisture condition of the soil was variable and was arid at the sampling time in 1977. The trees and soil profile at the double fertilized plot were similar to those at the other plots of the second sampling site.

The temperature and precipitation of Kyoto, near the sampling area is shown in Fig. 1.

### Methods

Soil macrofauna were taken from the second sampling site on Oct. 5~7, 1976 and on Oct. 17~19, 1977. Three quadrates of 50 cm square were set up in each plot and macrofauna were collected from the A<sub>0</sub> layer and from soil of 0~7 cm in depth. The animals collected were preserved in a 50% alcohol solution.

The samples for microarthropods were taken from all the sampling plots on June 14, 1974 and on Oct. 21~22, 1975. On Oct. 5~7, 1976, the samples were taken only from the second sampling site. A metallic tube of 100 cm<sup>3</sup> base area and 4 cm length was used for sampling. Three 100 cm<sup>3</sup>, samples of the A<sub>0</sub> layer and three soil samples of 400 cm<sup>3</sup> were taken from each plot. Microarthropods in the soil samples were extracted by modified Tullgren funnels. The duration of the extraction was 48 hours.

Soil samples for microorganisms were taken from all the sampling plots on Sept. 30, 1977. Twenty soil samples were taken from mineral soil of 0~5 cm in depth, and mixed. Samples for the vertical distribution of microorganisms were collected from the A<sub>0</sub>, 0~5 cm and 7~12

---

Received November 24, 1979

(1) (2) Forest Soil Division

cm layers. Soil microorganisms were isolated by the dilution plate method. A soil extract medium and modified WAKSMAN'S medium were used for isolation. Nitrifying bacteria was estimated by the dilution frequency method.

#### Results and discussion

Soil macrofauna at the unfertilized plot are shown in Table 3 and Fig. 2. The dominant species at the plot were Enchytraeidae, Araneae, Coleoptera and Hymenoptera. The influence of fertilization on soil macrofauna is shown in Table 4, and that on soil microarthropods is shown in Table 5. One year after the fertilization, almost all macrofauna at the standard fertilized plot increased both in number and biomass, except Enchytraeidae, and the hemlock bark compost almost disappeared in the first and second year. Whereas, in the third year soil macrofauna did not increase, and hemlock bark compost did not decrease at the standard fertilized plot. Both phenomena appeared at the double fertilized plot in the first and second year. Influence of fertilization on soil microarthropods was not clear.

The influence of fertilization on soil microorganisms is shown in Fig. 3 and 4, and that on nitrifying bacteria in Table 6. At the fertilized plot, fungi decreased and actinomycetes increased. The influence of fertilization on bacteria was not clear, and the increase of nitrifying bacteria at the fertilized plot was abnormal. So, it seems that the typical features of soil microflora in a poor stand of *pinus densiflora* were destroyed by fertilization.

From the above results, the preferable application of hemlock bark compost would be less than 1 ton/10 a. The continued application of the compost for more than three years should be avoided in the case of once a year fertilization.