

## 環境保全林の形成と土壤動物群集 (特にササラダニ群集) の変化

### Formation of Environmental Protection Forests and Change in Soil Fauna, Especially Oribatid Mites

青木 淳一\*・原田 洋\*

Jun-ichi AOKI\* and Hiroshi HARADA\*

#### Synopsis

Change in soil animal community of man-made forests of different ages (1-11 years) was investigated in a site of Nippon Steel Corporation in Central Japan. Different animal groups were added to the forest soils in their different stages to attain gradual richness of fauna. Oribatid mites were especially studied in detail at species level and it was found that addition and alternation of species occurred. The MGP-analysis revealed that P-type of the initial stages (1-5 years) was changed to G-type after 7 years. As a future status of the man-made forests a nearby shrine forest was studied in comparison.

#### はじめに

近年、新しい工場や研究所などの建設に際し、その敷地内の外周に沿って緑地帯を設ける手法がほぼ定着化してきている。特に、郷土樹種による環境保全林(Miyawaki, 1975)の形成は、生態学的見地からも望ましいこととされている。単に樹木を一列に植える並木と異なり、ある程度の幅をもった林の形成は落葉落枝の堆積を可能にし、それにもなって有機質に富む土壤の形成・成熟を促し、多様な土壤生物の生息を支える好適な環境をつくってゆくはずである。

本研究は、生物遺体の分解や土壤構造の改良に重要な役割を担っている土壤動物が、そのような環境保全林の形成にもなってどのように定着してくるか、そしてどのようにその群集構造を変化させていくかを知るために、さまざまな年代の保全林を持つ新日本製鉄株式会社津製鉄所において調査を行なったものである。本調査のために、心よく御協力いただいた当製鉄所の方々に厚く御礼申しあげる。また、当時私共の研究室に留学中であった文在根氏(中国白求恩医科大学

\* 横浜国立大学 環境科学研究センター 土壤環境生物学研究室

Department of Soil Zoology, Institute of Environmental Science and Technology, Yokohama National University, 240 Yokohama (1985年6月28日受領)

講師)に資料の採取にあたって協力していただいたことに対し、感謝申し上げます。

#### 調査方法

##### 1. 調査地点の選定

製鉄所敷地内にある多くの環境保全林の中から、植栽後1年目、3年目、5年目、7年目、9年目、11年目の林分をそれぞれ1カ所ずつ選んだ(表1)(図1)。保全林造成に当たっては、山土により高さ20~80cmのマウンドを作り、その上に表層土を20cmかぶせ、2~3年生の苗木を1m<sup>2</sup>あたり1.5本の密度で植えてある。植栽樹種はマテバシイを主体とし、クス・タブ・シラカシ・スダジイが混植されている。

なお、環境保全林と対比させるため、この地域本来の自然植生に近い森林が残存している人見神社境内の常緑広葉樹林においても調査地点を1地点設定した。

##### 2. 土壤の採取と動物の抽出

土壤資料の採取は10×10深さ5cmの採土缶を用い、各地点で地表下5cmまでの土壤資料(100cm<sup>2</sup>, 500cm<sup>3</sup>)を8個ずつ採取し、7地点から計56個の資料を得た。採取日は1983年3月16日である。

採取した土壤資料は、その日の中に横浜国立大学へ持ち帰り、ツルグレン装置(Oribatec 3010型、径30cm)に投入し、40W電球を3日間照射し動物の分離抽出を行なった。

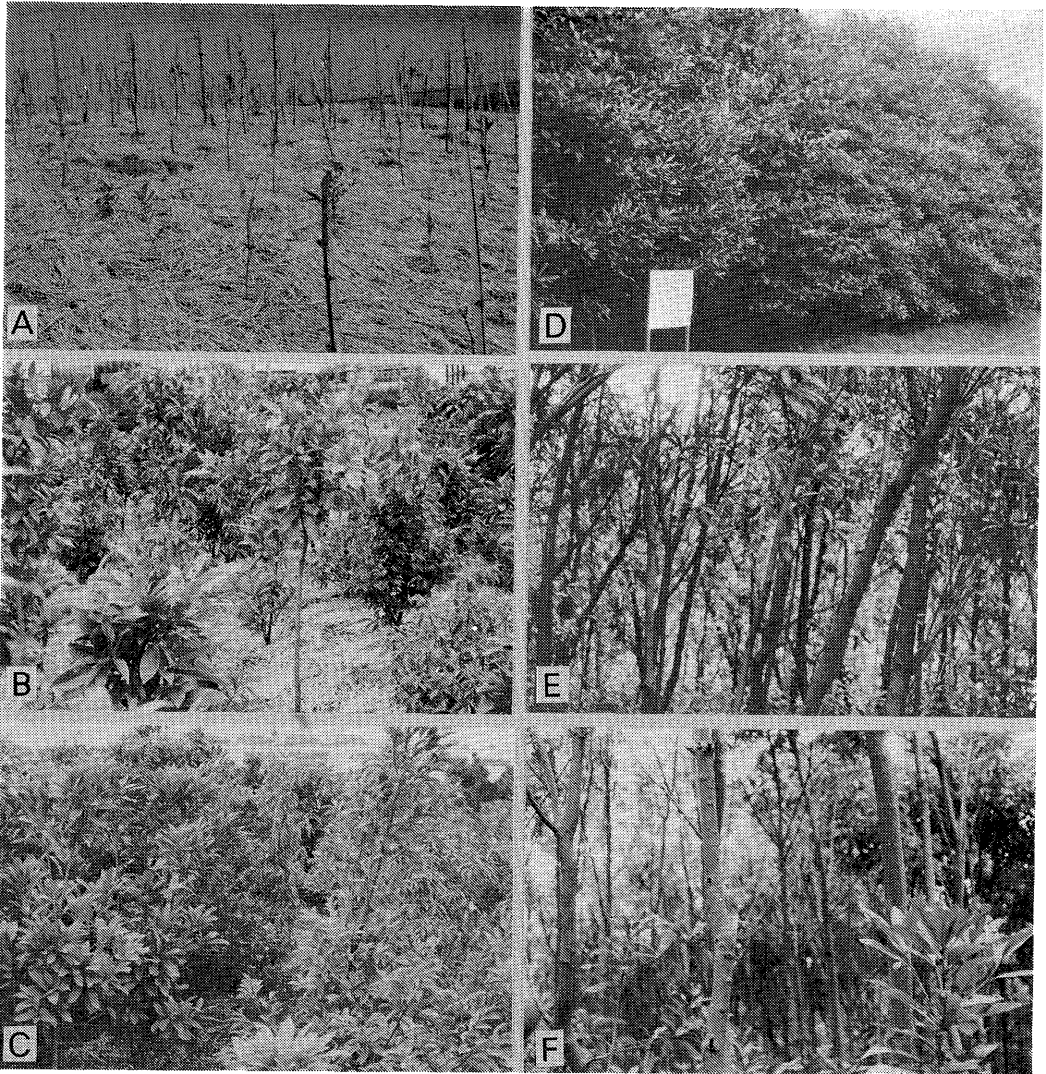


図 1 調査した六つの環境保全林, A: 植栽後 1 年, B: 植栽後 3 年, C: 植栽後 5 年, D: 植栽後 7 年, E: 植栽後 9 年, F: 植栽後 11 年。

Fig. 1. Six sampling sites of the environmental protection forests of different ages. A: 1 year. B: 3 years. C: 5 years. D: 7 years. E: 9 years. F: 11 years after planting.

表 1 君津製鉄所内の調査地点一覧

植栽後の年数	植栽年度 (昭和)	保全林番号	場所名	面積 m <sup>2</sup>
1	57	88	東グリーンマウンド	16,200
3	55	67	条鋼戻水場	2,390
5	53	54	棒線北	1,000
7	51	8	B1	21,760
9	49	4	G-西	20,000
11	47	2	C-1-2	11,500

### 土壌動物各群の出現

ツルグレン装置により抽出された全土壌動物を主として目の単位で類別し, 各動物群の出現の様子を植栽

後の年数を追って見てみると, 次のようになった (図 2 参照)。

1 年目——植生高 55~65 cm, 被度 15%。地表には鶏糞がまかれ, 敷きわらが一面に置かれている。土壌動物としてはダニ・トビムシ・クモ・双翅類幼虫の 4 群だけがみられ, その生息密度も極めて低い。

3 年目——植生高 1~1.6 m, 被度 30%。ヨモギ・ニガナなどの草本。3 年目まで毎年敷きわらが入れている。1 年目から出現した 4 群に加え, イヌムカデ・ヒメミミズ・アザミウマ・甲虫・アリが出現してくる。

5 年目——植生高 1.8 m, 被度 60%。ヤハズノエ

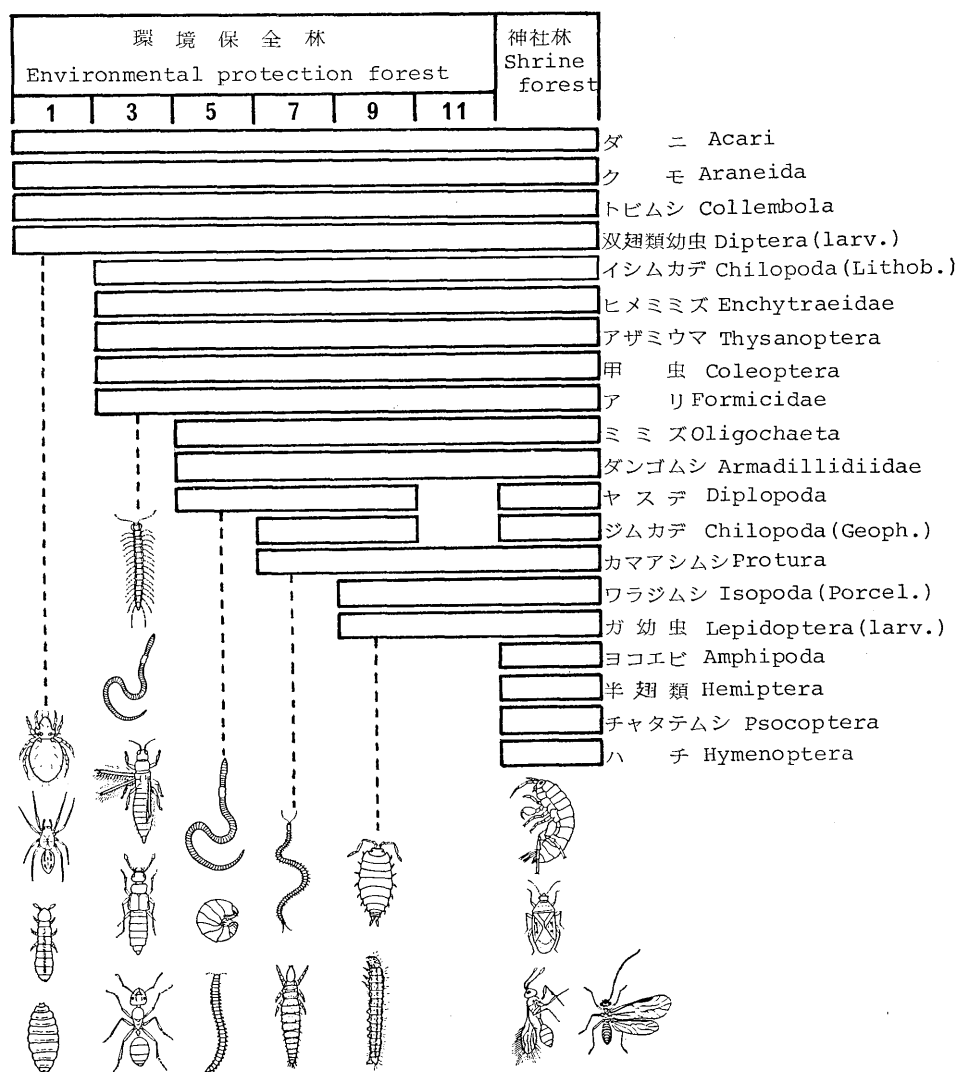


図 2 環境保全林植栽後の年数 (1, 3, 5...11 年) と土壤動物各群の定着の順序。比較のため人見神社の林の動物も示す。

Fig. 2. Establishment of soil fauna in the soil of the environmental protection forests of different ages. Fauna of the shrine forest is also shown for comparison.

ンドウ・セイヨウタンポポなどの草本が多い。敷きわらは分解途上にあり、所々に落葉が溜りはじめている。上記の 9 群に加え、ミミズ・ダンゴムシ・ヤスデが出現してくる。

7 年目——植生高 3.8 m, 被度 85%。森林らしい形態をととのえはじめ、林床にはマテバシイ・ネズモチなどの芽生えが多い。有機質に富む表層土ができはじめ、団粒構造も発達してくる。上記の 12 群に加えて、ジムカデ・カマアシムシが出現してくる。ダンゴムシは多数生息しているが、ワラジムシはまだ見られない。

9 年目——植生高 4.9 m, 被度 95%。林内はかなり暗くなり、林床にはマテバシイ・シラカシなどの芽生えがあるが少ない。落葉落枝がかなり堆積し、土壌は湿度が高く、土壌表面に細根が多くみられる。上記の 14 群に加え、ワラジムシ・鱗翅類幼虫が出現し、特に前者の数が多。

11 年目——植生高 4.5 m, 被度 80%。1 年前 (植栽後 10 年目) に間伐を行なったため、林内は少し明るくなっている。林床にはネズモチ・シャリンバイなどの芽生えがある。土壌表層に菌糸が多い。新たにつけ加わってくる動物群はなく、間伐の影響が、ヤス

デとジムカデの姿がみられなくなった。

神社林——君津製鉄所から南へ 1.2 km ほど離れたところにある人見神社の森は自然林に近い状態にあり、これを環境保全林の将来の姿と見立て、その土壤動物相を調べた。この森は高木層(樹高 12~14 m)が主としてスダジイ・アカガシからなり、マツを少し混じえ、低木層にカクレミノ・ヒサカキ、草本層にベニシダ・ヤブコウジ・ジャノヒゲを生ずる。ここでは環境保全林に出現した動物群は全て生息し、それに加えてヨコエビ・半翅類・チャタテムシ・ハチの 4 群がみられた。

以上のように、環境保全林の成長、土壌の成熟ともなって、次々と動物群が定着してくる様子がよくわかる。動物群のすみつきの順序に関しては、環境に対する適応幅との対応がみられた。即ち、ダニ・トビムシ・クモ・双翅類幼虫・アザミウマなどは人為的影響の甚だしい環境にも生息できるのに対し、ムカデ・ヤスデ・カマアシムシ・半翅類・ヨコエビ・チャタテムシなどは、ある程度良好な自然が保たれた環境にしか生息できないことが知られている (Niiijima, 1976; 青木・原田, 1977; 青木・栗城, 1978; 青木, 1979; 渡辺, 1982)。本調査において、初期すみつき動物として出現したのは上記のうちの前者の動物群であり、後者の動物群はある程度年数を経過してからでないと出現してこない。同じムカデ類の中でも、イシムカデよりもジムカデが後で出現し、同じ甲殻類の中でも、ダンゴムシ、ワラジムシ、ヨコエビの順で出現することは注目しておきたい。

なお、11 年目では 5 年目から出現してきたヤスデと 7 年目からのジムカデが見いだせなかったが、これは間伐の影響で消滅あるいは減少したと考えられるかもしれない。

### ササラダニ群集の変化

#### 1. 生息密度と種数

ササラダニ類の地表面 100 cm<sup>2</sup> (深さ 5 cm まで) あたりの平均個体数は、植栽後 1 年目 2.9, 3 年目 39.9, 5 年目 122.5, 7 年目 121.4, 9 年目 423.4 と順次増加していったが、11 年目には前年の間伐のためか 271.6 個体に減少していた (図 3)。ただし、人見神社における平均個体数は 216.8 で、環境保全林 9 年目および 11 年目の値よりも低くなっている。ある程度環境が回復してから先は、自然性の高さや土壌動物の生息密度の高さは、必ずしも正の相関を示さないようである。

ササラダニ類の種数 (8 資料からの合計) は、1 年目 5 種, 3 年目 15 種, 5 年目 19 種, 7 年目 24 種,

9 年目 24 種と順次増加したが、11 年目にはやはり間伐のためか 21 種へと減少した。人見神社の森の種数は 51 種で、生息密度の場合とは異なり、環境保全林のどこよりも、はるかに高い値を示した。ここにも、自然性の高さや種組成の複雑さとの間の密接な関係が示された (原田・押尾・青木, 1977)。

#### 2. 種組成

植栽後 1 年目から 11 年目までの環境保全林および神社林のササラダニ類の種組成の変化を表 2 にまとめた。まず、環境保全林の成熟過程のある段階からすみつきはじめ、その後継続して生息してゆくと思われる種群がある。たとえば (以下の番号は表中の種名番号と一致する), (12) *Suctobelbella* spp. マドダニ属の数

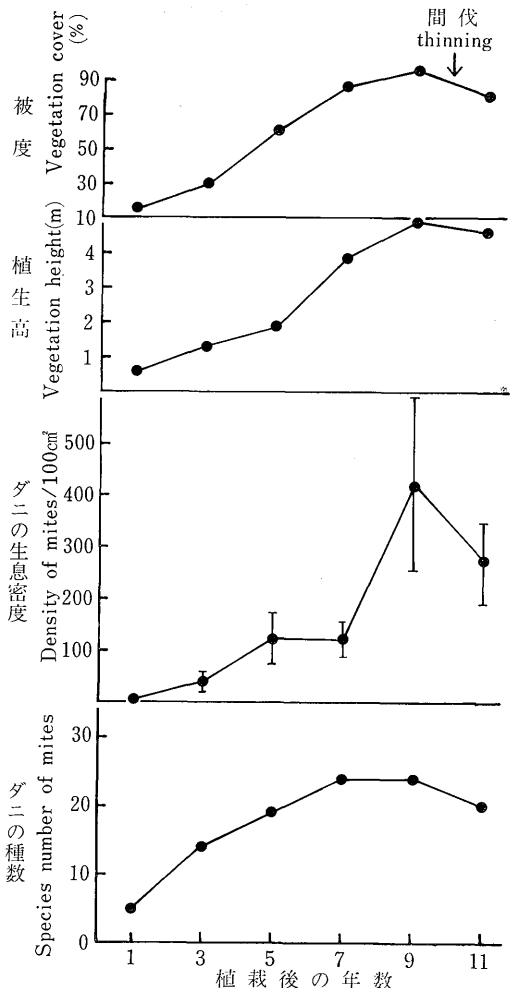


図 3 植栽後の年数と環境保全林の被度、植生高、ササラダニの生息密度および種数との関係。

Fig. 3 Vegetation cover, vegetation height, density of oribatid mites and their species number in the different years after planting.

種, (13) *Tectocephus* spp. クワガタダニ属の数種は植栽後3年目から, (19) *Oppiella nova* ナミツブダニ, (21) *Trichogalumna nipponica* チビゲフリンデダニは5年目から, (33) *Oppia minus* ホソチビツブダニ, (34) *Peloribates* sp. Y マルコソデダニ属の一種は7年目から, (41) *Microzetes auxiliaris* ヤッコダニは9年目から定着してきた種といえるであろう。一方, ある時期に出現し, その後姿を消してしまう種がみられ, むしろそのような種のほうが多いとさえいえる。たとえば, 3年目の(5) *Liochthonius* sp. ダルマヒワダニ属の一種, 3年目~5年目の(6) *Galumna cuneata* クサビフリンデダニ, (7) *Schelorbates rigidisetosus* マガタマオトヒメダニ, (8) *Schelorbates laevigatus* ハバビロオトヒメダニ, 7年目の(27) *Poecilochthonius italicus speciger* イナヅマダルマヒワダニ, (28) *Protorribates* sp. X ナガコソデダニ属の一種, (37) *Dolicheremaeus elongatus* ヒョウタンイカダニなどがそうであり, (16) *Schelorbates latipes* コンボウオトヒメダニや(15) *Schelorbates* sp. B オトヒメダニ属の一種も3年目に現われて, 7年目あるいは9年目から急に減少する点で, 同様な傾向をもつ種と考えられる。これらの種の中には, 草原性の性質が強い *Schelorbates* 属が4種も含まれており, その多くは樹林の生長とともに, その生息環境がかれらにとって不適なものに変わり, 消滅していったものと考えられる。他のいくつかの種については, 森林の生長の特定の段階を好むものか, あるいはまた, 単に調査地点によるちがいを反映したものか, 今のところ判定できない。

このように, 環境保全林の成長にともない, ササラダニ相は全体として, 新たに種をつけ加えてゆくと同時に, 種を交替させ, 結果的には総種数を増加させてゆくことになる。

さて, 環境保全林の将来の姿とみなされる人見神社の森のササラダニ相はどうか。そこで見出されたササラダニ類51種のうち, 環境保全林と共通の種は21種, 神社林だけに見られたものは31種(表中の(47)~(77))になり, かなり異質な種組成を示している。特に, (47) *Hypodamaeus* sp. 1 ツノジュズダニ属の一種, (48) *Oppia* sp. 106 ツブダニ属の一種, (49) *Pergalumna intermedia* アラゲフリンデダニ, (50) *Allo-damaeus striatus* スジスネナガダニ, (51) *Eremobelba japonica* ヤマトクモスケダニ, (52) *Xenillus tegeocranus* ザラタマゴダニ, (53) *Eremulus avenifer* イチモンジダニ, (54) *Fissicephus clavatus* コンボウイカダニ, (55) *Tectodamaeus armatus* ヨロイジュズダニ, (56) *Licneremaeus* sp. X モンガラダニ属の一種などは神社林のみで個体数・頻度とも大きく,

環境保全林のササラダニ相とのちがいを際立たせる種といえよう。一方, 環境保全林のほうに出現しながら, 神社林では見られなかった種も25種あり, これらの多くは成熟した森林環境を好まない種と考えられる。

### 3. MGP 分析

青木(1983)はササラダニ類の大分類による3群, すなわち接門類 *Macropylina*, 無翼類 *Gymnonota*, 有翼類 *Poronota* (それぞれ M 群, G 群, P 群と略称)に着目し, ある地点のササラダニ群集構造を分析するに当たって, この3群が種数の上で, あるいは個体数の上でどのような割合を占めるか, という性質を用いた。今回はそのうちの MGP 分析 I (種数による)を行い, その結果が植栽後の年数とどのようなかわりを持つかを調べた(図4)。

植栽後1年目から5年目まではP群が50%を超え, P型と判定されたが, 7年目から9年目になるとG群が50%以上になるG型へと移行した。G型というのは森林に最もふつうにみられるタイプであって, 人見神社の森でも顕著なG型となっている。11年目はどの群も50%を超えないO型となっているが, O型は草原に多いタイプである。なぜ, そうなったかの解釈はむずかしいが, 10年目の間伐が影響していることはまちがいないであろう。M・G・P群の割合の増減という観点からみると, 図5に示したように, 植栽後の年数の経過とともに, P群が急激に減少するとともに, G群が急激に増加し, M群はあまり変化しな

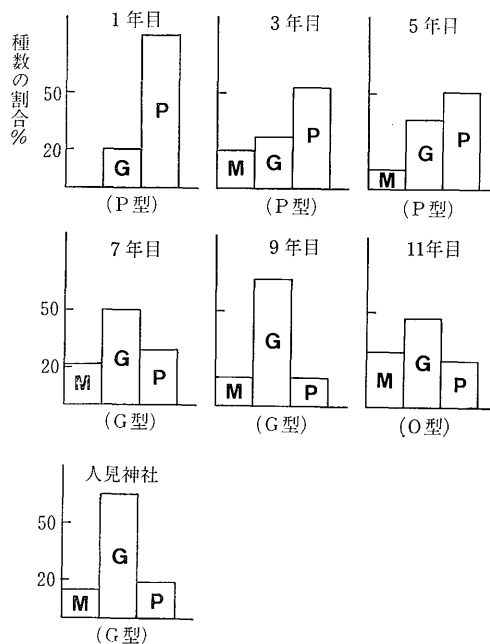


図4 ササラダニ群集の MGP 分析 I の結果の比較  
Fig. 4 The result of MGP-analysis I of the oribatid communities.





ササラダニ相	調査地 植栽経過年数	88 1年								67 3年							
		A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
(42) <i>Epilohmannia pallida pacifica</i>																	
(43) <i>Peloribates</i> sp. X																	
(44) <i>Oppia</i> sp. 10																	
(45) <i>Galumnidae</i> sp. X																	
(46) <i>Eohypochthonius crassisetiger</i>																	
(47) <i>Hypodamaeus</i> sp. 1																	
(48) <i>Oppia</i> sp. 106																	
(49) <i>Pergalumna intermedia</i>																	
(50) <i>Allodamaeus striatus</i>																	
(51) <i>Eremobelba japonica</i>																	
(52) <i>Xenillus tegeocranus</i>																	
(53) <i>Eremulus avenifer</i>																	
(54) <i>Fissicepheus clavatus</i>																	
(55) <i>Hypodamaeus</i> sp. 2																	
(56) <i>Licneremaeus</i> sp. X																	
(57) <i>Defectamerus</i> sp. A																	
(58) <i>Multioppia brevipectinata</i>																	
(59) <i>Peloribates acutus</i>																	
(60) <i>Ceratozetes japonicus</i>																	
(61) <i>Rostrozetes foveolatus</i>																	
(62) <i>Epidamaeus</i> sp. 1																	
(63) <i>Hypodamaeus</i> sp. 3																	
(64) <i>Damaeidae</i> sp. D																	
(65) <i>Fosseremus quadripertitus</i>																	
(66) <i>Oribotritia</i> sp. F																	
(67) <i>Operculoppia restata</i>																	
(68) <i>Fissicepheus coronarius</i>																	
(69) <i>Hypodamaeus</i> sp. 4																	
(70) <i>Trimalaconothrus</i> sp. X																	
(71) <i>Carabodes peniculatus</i>																	
(72) <i>Licnodamaeus</i> sp. A																	
(73) <i>Mixacarus exilis</i>																	
(74) <i>Hypodamaeus</i> sp. 5																	
(75) <i>Cultroribula</i> sp. D																	
(76) <i>Archeogocephus nakatamarii</i>																	
(77) <i>Incabates</i> sp. X																	
種数/100cm <sup>2</sup>		1	2	2	0	1	0	1	1	1	8	4	4	4	2	9	9
平均種数		1.0±0.8								6.1±2.9							
種数合計		5								15							
個体数/100cm <sup>2</sup>		5	2	7	0	2	0	2	5	69	24	22	24	17	46	68	49
平均個体数		2.9±2.5								39.9±21.1							
個体数合計		23								319							



54 5 年										8 7 年										4 9 年										2 11 年										人見神社																																																																																																																															
A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H																																																																																																																																
																																								1	1																																									1	1																																									1	1	1	2	5	12	4	10																																				
																																								1																																									3	2	4	1																																									1	2	5	12	4	10																																					
																																								2	7																																									2																																									1																																												
																																								7	2	1	1																																									7	2	1	1																																									1																																							
																																								1																																									1																																									1	5	6	1	3																																									
																																																																																																																																																																38	31	28	7	8	18	19	6
																																																																																																																																																																1	15	12	6	4	12	32	2
																																																																																																																																																																1	1	1	7	2	1	3	2
																																																																																																																																																																5	2	1	1	1	1	3	
																																																																																																																																																																5	5	4	6	1	6	3	
																																																																																																																																																																9	5	4	1	3	2	8	
																																																																																																																																																																2	2	2	1	5	1		
																																																																																																																																																																3	11	5	3	1			
																																																																																																																																																																2	10	3	1				
																																																																																																																																																																1	4	13	4				
																																																																																																																																																																1	1	1					
																																																																																																																																																																1	1	1					
																																																																																																																																																																1	1	1					
																																																																																																																																																																1	1	1					
																																																																																																																																																																3	1	4					
																																																																																																																																																																1	1						
																																																																																																																																																																1	1						
																																																																																																																																																																1	1						
																																																																																																																																																																1							
																																																																																																																																																																12							
																																																																																																																																																																8							
																																																																																																																																																																2							
																																																																																																																																																																1							
																																																																																																																																																																1							
																																																																																																																																																																1							
																																																																																																																																																																1							
																																																																																																																																																																1							
																																																																																																																																																																2							
7	6	7	10	8	12	4	11	14	13	12	14	12	14	12	14	9	13	15	11	14	18	13	18	10	11	13	9	13	9	12	8	17	24	24	25	26	24	23	22																																																																																																																																
8.1±2.7								13.1±1.0								13.9±3.1								10.6±1.9								23.1±2.7																																																																																																																																							
19								24								24								21								52																																																																																																																																							
85	86	86	86	113	172	129	223	153	110	90	119	162	93	75	169	330	413	418	271	481	484	221	769	403	255	232	209	369	223	317	165	193	207	340	220	229	172	218	155																																																																																																																																
122.5±50.8								121.4±35.8								423.4±168.8								271.6±83.1								216.8±55.8																																																																																																																																							
980								971								3387								2173								1734																																																																																																																																							

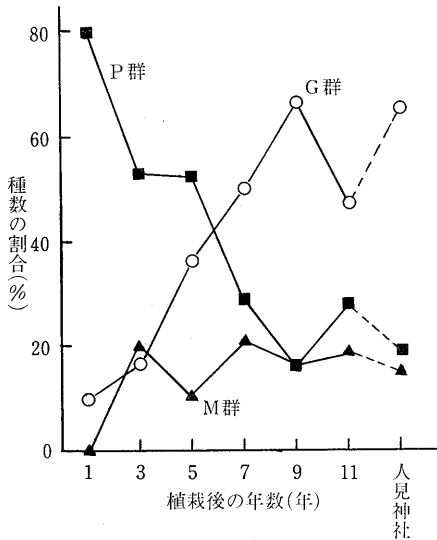


図5 植栽後の年数経過にともなう M, G, P 各群のササラダニ種数の割合の変化。

Fig. 5 Change in % of the species number of oribatid mites of M, G and P groups inhabiting the forests of different ages and the shrine forest (at the right).

という傾向が明らかに読みとれる。11年目のところで、グラフが多少ゆがめられているのは、やはり間伐の影響とみてよいだろう。

### おわりに

本調査は土壌動物群集の経時的な変化を追跡することを目的としながらも、実際に同一の森林下において年月をかけて調査したのではなく、植栽後の経過年数の異なる林分を同一時点で比較調査する手法をとった。同じ工場の敷地内であっても、各調査地点の環境や保全林の造成方法・管理方法に多少のちがいがあつたであろうことは認めざるをえず、その点で結果の解釈にもいくらか粗雑な面があつたかもしれない。しかし、環境保全林の成熟にともなう土壌動物群集の大まかな変化について、その様相を把握できたものと思う。間伐の影響については、更に多くの例について確かめる必要がある。

印象としては、このような人工造林地においても、土壌動物は意外に早く定着し、その群集構造の複雑さを増してゆくということであつた。しかし、比較対象とした神社林の土壌動物群集とは、まだ相当の差異があることも判明した。環境保全林の土壌動物群集が自然林のそれに近いものに到達するのは何年後くらいであろうか。興味を持って見守ってゆきたいと思う。

### Summary

Recent construction of new industrial sites in Japan is usually accompanied with formation of environmental protection forests (sensu Miyawaki, 1975). Such forests enable various kinds of animals to live not only above the ground, but also beneath the ground surface. Although soil animals do not live in our sight and little attention is paid to them, they play important roles in decomposing organic debris and in improving soil structure. It is therefore our great interest how the soil animal community is established in initial stage of the man-made forest and what change occurs in parallel with plant growth?

As a case study of such a relation between growth of environmental protection forests and soil fauna, an investigation was made around Nippon Steel Corporation in Kimitsu City, Central Japan. Six sites for the study were selected in broad-leaved forests of different ages. The seedlings had been planted 1, 3, 5, 7, 9 and 11 years ago, respectively. Eight soil samples of  $10 \times 10 \times 5$  cm were taken from each of the sites and animals were extracted by means of Tullgren funnels.

Nine years after planting the vegetation height reached to 5 m and the vegetation cover to 95%. Many animal groups appeared in the soil during the period in the following order: Mites, collemboles, spiders and dipteran larvae after 1 year, enchytraeid worms, ants, beetles, thrips and lithobiomorph centipedes after 3 years, earthworms, millipedes and pill woodlice (Armadillidiidae) after 5 years, proturans and geophilomorph centipedes after 7 years, and woodlice (Porcellionidae) and lepidopteran larvae after 9 years. However, millipedes and geophilomorph centipedes disappeared after 11 years, perhaps due to thinning performed one year before.

Soil mites (Oribatida) as the most important soil arthropods were counted and determined at the species level. Nine years after the planting, the density of the mites became 150 times and their species number nearly 5 times as large as those of the initial stage of the forest formation. But, both the density and the species number decreased after 11 years due to thinning of the forest. Dominant species of soil mites are species of *Scheloribates* during 1-5 years, then *Suctobelbella* spp., *Oppia neerlandica* and *Trichogalumna nipponica* took the place of the former species after 7-11 years.

In the future, the young environmental protection forests will be matured to broad-leaved forests with proportionately rich soil fauna. Such a status was visible in a shrine forest situated close to the Steel Corporation. It is interesting, when and to

what extent will the soil fauna of the environment protection forests become similar to that of the natural forest?

### 引用文献

- 青木淳一. 1979. 土壌中の小動物による環境評価. 松中昭一(編): 図説環境汚染と指標生物(朝倉書店, 東京, 198 pp.): 152-159.
- 1983. 三つの分類群の種類および個体数の割合によるササラダニ群集の比較(MGP分析). 横浜国大環境研紀要, 10: 171-176.
- 青木淳一・原田 洋, 1977. 建設中の中央自動車道笹子附近の土壌動物調査. *Edaphologia*, (16): 15-25.
- 青木淳一・栗城源一, 1978. 森林内につくられた道と土壌中の小形節足動物相の変化—福島県土湯温泉附近の調査例. 横浜国大環境研紀要, 4: 165-174.
- 原田 洋・押尾伊麻子・青木淳一, 1977. 横浜国立大学構内のさまざまな植生下にみられるササラダニ群集. 同上, 3: 135-145.
- Miyawaki, A., 1975. Entwicklung der Umweltschutz-Pflanzungen und -Ansaaten in Japan. *Berichte Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskunde* (herausg. R. Tüxen). *Sukzessionsforschung*: 237-254. J. Cramer, Gantner Verlag.
- Nijijima, K., 1976. Influence of construction of a road on soil animals in a case of sub-alpine coniferous forest of Mt. Fuji. *Rév. Ecol. Biol. Sol*, 13: 47-54.
- 渡辺弘之, 1982. 高瀬川流域におけるダムおよび道路建設が土壌動物に及ぼした影響. 高瀬川流域自然総合追跡調査報告書: 307-322.