



表土の移動保存と土壤小形節足動物相の変化

I. 少量土壌のコンクリート床へへの設置

Removement and Preservation of Surface Soil and Change in Soil Microarthropod Fauna

I. Setting of a Small Amount of Soil on Concrete Floor

小作明則*・青木淳一*

Akinori KOSAKU* and Jun-ichi AOKI*

Synopsis

To examine progressive change in microarthropod fauna in removed soil, sixteen surface soil samples (10×10×5cm depth) taken from a mixed forest of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* in February, 1981, were packed each in a gauze bag and set on a concrete floor 10 m above the ground. Four each samples were put in Tullgren funnels just after the sampling, 1 month after, 3 months after and 6 months after the setting on the floor. The total number of microarthropods once increased after 3 months and then decreased to about half of the initial number after 6 months. Only Symphypleona of Collembola and Formicidae increased and got the highest number after 6 months. Of the 40 initial species of oribatids 3 species disappeared after 1 month, 8 species did after 3 months and 31 species did after 6 months. Sixteen species of oribatids were newly added after 1~6 months, including some species usually inhabiting grassland soil or house dust.

はじめに

近年になって表土の重要性が認識され、土地造成の際にも、削り取った表土を廃棄したり、埋め込んだりせずに別の場所に移動保存しておき、工事のある段階で元に戻すという方式がとられるようになった。これは有機物に富んだ表土の存在が以後の植栽にとっても大切なものであり、その表土は一朝一夕に形成されたものではなく、永年にわたる生物の作用によって熟成したものであることが理解されてきたためであろう。

更に重要なことは、表土に含まれる多量の有機物自体の価値のほかに、表土中に存在する多種多様な生物

(微生物および土壤動物)の価値がある。土が生きた姿を維持しつづけるためには、土壤表層部における多量の生物の存在とその活動が必要である。したがって、表土を移動し再び還元するにあたっては、できることならその表土中の生物群集が著しく変化しないような配慮が必要になってくる。表土は移動させることにより構造が破壊され、また異った環境(たとえば直射日光のあたる乾燥した場所など)に相当長期間保管されることも多く、表土中の生物も少なからぬ影響を受け、極端な場合には完全に死滅することも考えられる。

著者らの一連の研究では、土壤生物のうちの土壤小形節足動物をとりあげ、それが表土の移動保存によってどのような影響を受けるかという点につき、実験的に基礎的なデータを得るために計画された。

表土の移動が土壤動物に与える影響について調べられたものとしては日本道路公団試験所・ブレック研究

* 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, Yokohama.

(1982年8月31日受領)

所(1980)の研究があるのみである。この研究は栃木県日光市七里～清滝の大谷川に沿った山裾部分で1979年9月～10月にかけて行われ、実際に山地から表土を削り、それを仮置き、更に復元した場合の動物相の変化を調べ、土壌大形動物・土壌小形節足動物ともに表土の移動により個体数が激減することを見ている。ただし、仮置の状態では鞘翅目・双翅目・膜翅目などはむしろ多くなる傾向があること、ほぼ1年を経過して復元地でトビムシのあるものが異常に増加する例があったことを報告している。このような実際の表土移動の場での研究はそれなりに価値が高いが、この場合は表土の移動経路や移動時期が不明のことが多く、正確性に乏しい。

著者らの今回の研究は実際の表土移動の状況からはるかにかき離れた小規模な実験であるが、移動した表土そのものを経時的に調べ、個体数のみならず、ササラダニ類については種レベルでの増減まで追跡してみた。

材料と方法

実験に供試する土壌資料を得るにあたっては、サンプル間のばらつきを少なくするため、物理的条件(気象および地形)と生物的な条件(主に植生)が均等になるように、各試料間で植生が均一かつ土地の傾斜が少ないことを条件として土壌資料採取地を選定した。その結果、神奈川県大和市の神奈川県保存林に指定されたスギ・ヒノキ混交林(図一1)を土壌資料採取地とした。土壌資料の採取は1981年2月8日に縦10cm×横10cm×深さ5cmのブリキ製採土缶16個を林床に打ち打んで行なった。採取した資料は採土缶に入れたまま20×30cmのガーゼ製の袋に各々入れ1時間以内に横浜国立大学の実験室に持ち帰った。

全採取資料16個中、4個の資料は土壌移動前の土壌とみなし、土壌動物の分離抽出のため直ちにTullgren装置に投入した。熱源としては40W白熱球を使用し、72時間照射した。残り12個の資料は環境科学研究センター西側3階のコンクリート製非常階段上(図一2)にほぼ20cmの間隔をおいて設置し、以後の保存期間実験用の資料とした。この際、資料土壌は採土缶より取り出し、運搬に使用したガーゼ製の袋に入れ、あらかじめ口を封じた後に設置した。地上3階の高さで実験をおこなった目的は、地表に設置することによって生じる周囲の環境からの動物の侵入を防ぐためである。以上のようにして設置された保存期間実験用資料から、その後1981年3月10日(1ヶ月後)、同年5月10日(3ヶ月後)、同年8月6日(6ヶ月後)の3回、各々1回につき4資料、計12個の資料を得た。以下に

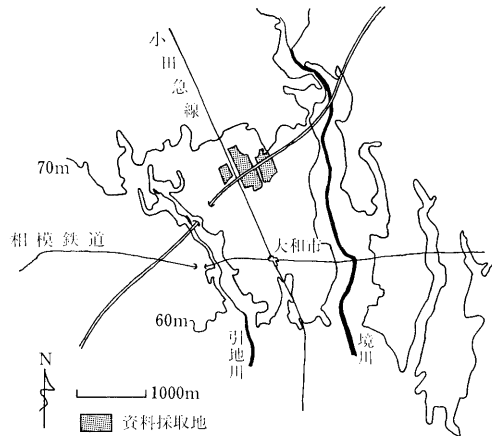


図1 土壌資料採取地の位置

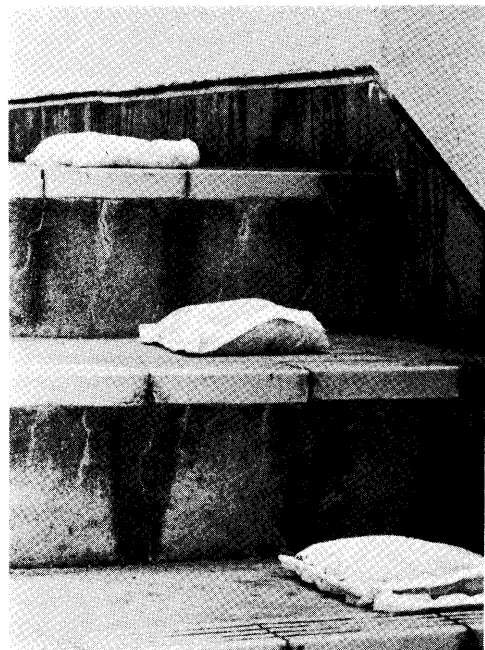


図2 横浜国立大学環境科学研究センターの3階西側階段上に設置されたガーゼ袋入り表層土

3回の資料採取時の資料の状態を示す。

1ヵ月後(1981年3月10日)——資料土壌にガーゼの袋が密着しているが袋そのものは傷んでいなかった。その他の外観に変化はなかった。資料ごとの乾湿にほとんど差はみられなかった。

3ヵ月後(1981年5月10日)——ガーゼの袋の外に資料土壌中に混入していたドクダミなどの植物の芽が袋をつきやぶって出ているのが半数の資料に認められた。さらに地衣の類が表面に付着していた。菌類のために袋の一部に穴のあいたものがある。

表 1 コンクリート床上に設置した表土中の土壤小形節足動物各群の個体数の経時的変化 (1981年) Σx : 100cm² × 5 cm の土壤サンプル 4 個あたりの数, \bar{x} : 土壤資料 1 個あたりの平均個体数

	設置時 (2月8日)			1カ月後 (3月10日)			3カ月後 (5月10日)			6カ月後 (8月6日)		
	Σx	\bar{x}	δ	Σx	\bar{x}	δ	Σx	\bar{x}	δ	Σx	\bar{x}	δ
真正クモ目	5	1.25	1.26	2	0.5	0.58	—	—	—	3	0.75	1.5
ダニ目	2,776	555.2	826.31	3,895	779.0	1,255.16	2,461	492.2	671.3	476	95.2	59.3
ヤドリダニ類	88	22.0	16.33	78	19.5	17.74	145	36.25	12.25	89	22.5	36.08
ケダニ類	622	155.5	75.69	748	187	41.46	649	162.25	65.04	160	40.00	26.67
ホコリダニ類	6	1.5	2.38	17	4.25	2.28	37	9.25	2.99	1	0.25	0.5
コナダニ類	93	23.25	37.85	92	23	17.19	27	6.75	6.50	100	25.0	31.55
ササラダニ類	1,967	491.75	118.0	2,960	740	261.28	1,603	400.75	115.9	126	31.5	18.50
端脚目(ヨコエビ類)	1	0.25	0.5	1	0.25	0.5	2	0.5	1.0	—	—	—
等脚目	12	3.0	4.24	7	1.75	0.96	2	0.5	1.0	17	4.25	2.86
ワラジムシ類	12	3.0	4.24	5	1.25	0.5	2	0.5	1.0	4	0.1	1.41
ダンゴムシ類	—	—	—	2	0.5	0.58	—	—	—	13	3.25	2.06
倍脚綱(ヤスデ類)	—	—	—	2	0.5	1.0	—	—	—	8	2.0	2.45
唇脚綱	8	2.0	1.63	1	0.25	0.5	—	—	—	—	—	—
イシムカデ類	1	0.25	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ジムカデ類	7	1.75	1.71	1	0.25	0.5	—	—	—	—	—	—
カマアシムシ目	10	2.5	1.73	10	2.5	1.29	4	1.0	1.16	—	—	—
トビムシ目	1,500	375.0	120.2	1,958	489.5	339.59	1,129	282.25	98.32	1,724	431.0	361.07
フントビムシ類	1,282	320.5	84.18	1,851	462.75	351.7	607	151.75	60.60	814	203.5	268.6
マルトビムシ類	218	54.5	52.34	107	26.75	13.89	522	130.5	39.28	910	227.5	158.2
アザミウマ目	2	0.5	1.0	4	1.0	1.44	—	—	—	1	0.25	0.5
チャタテムシ目	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0.25	0.5
半翅目	1	0.25	0.5	2	0.25	0.57	1	0.25	0.5	4	1.0	0.82
鱗翅目(幼虫)	—	—	—	1	0.25	0.5	2	0.5	1.0	—	—	—
双翅目(幼虫)	17	4.25	3.20	101	25.25	31.90	4	1.0	1.16	15	3.75	1.5
鞘翅目	6	1.5	0.58	13	3.25	3.30	2	0.5	0.58	1	0.25	0.5
膜翅目	8	2.0	4.0	2	0.5	0.58	—	—	—	49	12.25	24.5
全動物合計	4,354	1,086.25	300.67	6,001	1,500.25	526.55	3,607	902.75	164.42	2,295	573.75	449.10

6カ月後(1981年8月6日)——資料を入れた袋はほとんど全部腐ってボロボロになった。手で袋を持ち上げることは不可能。5月の時点で芽の出ている植物は全て枯れていた。数10cmはなれた資料間で、肉眼でも明瞭な乾湿の差が認められた。

これら保存期間実験用資料からの土壤動物抽出は、2月8日の1回目と同一の条件でおこなった。

結果および考察

1. 土壤小形節足動物の変化

Tullgren 装置によって貧毛類や線虫類もわずかに採集されたが、これは除外し、小形節足動物を目の単位に類別して増減の動向を示したのが表1および図3である。まず、小形節足動物の全数についてみると、土壤資料設置時(実験開始時)に1,089頭/100cm²であったものが、1カ月後(3月10日)には1,499頭/100cm²に増加していた。しかし、3カ月後(5月10日)と6カ月後(8月6日)にはそれぞれ902頭、574頭と再び減少し、設置時よりも低い値となった。予想では、土壤資料をコンクリート床に設置した直後から

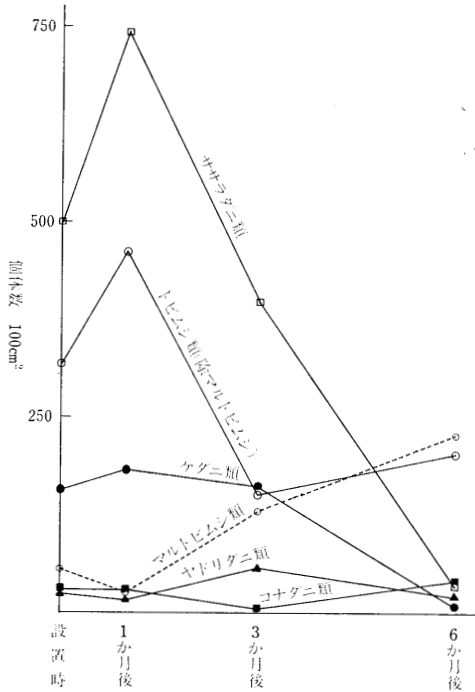


図3 実験土壤中における土壌小形節足動物の主要な群の個体数(100cm², 深さ5cmあたり)の経時的変化。

動物は減少の一途をたどり、6ヵ月後にはほとんど消滅するものと思われたが、1ヵ月後に動物数が増加したこと、6ヵ月後においても設置時の約1/2の動物数を保有していたことなど、予想とは大いに異なる結果を得た。ガーゼの袋に入れた表土の量が500cm³という少量であること、設置場所が屋根のないコンクリート床上で、直射日光による乾燥と降雨による水浸しを交互に受ける苛酷な条件下において、このような結果が得られたことは意外といってもよいところであった。

しかし、動物群別に見ると、増減の経時の変化はかなりさまざまであった。小形節足動物全数と同様に1ヵ月後に最大値を示したのはササラダニ類、トビムシ類(中でもフシトビムシ類)、双翅目(幼虫)などであった。特に、ササラダニ類は個体数も多く、1ヵ月後での増加率も高かったため、これによって小形節足動物全体の数が左右されたとみてもよい。ムカデ類は1ヵ月後においてほとんど消失しており、カマアシムシ類、ホコリダニ類は6ヵ月後でほとんど消失し、ケダニ類、ササラダニ類は3ヵ月後までかなりの密度を保っているが6ヵ月後で急激に減少している。一方、コナダニ類とヤドリダニ類は実験期間を通じて個体数にあまり大きな変化がみられず、環境の変化に対してかなり抵抗力の強い群であると考えられる。フシトビ

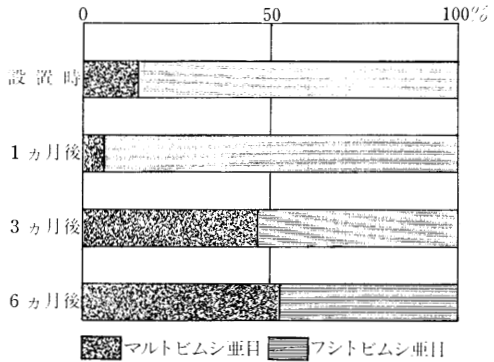


図4 トビムシ目のうち、マルトビムシ亜目とフシトビムシ亜目の個体数割合の経時の変化

ムシ類も6ヵ後の減少のしかたが少ないほうである。逆に、後半に増加した特異な群としてマルトビムシ類に注目したい。この類は1ヵ月後にやや減少したものの、その後増加しつづけ、3ヵ月後で当初の2.4倍、6ヵ月後で4.2倍の数にまで増加している。その結果、フシトビムシ類の割合は図3に示すように、1ヵ月後までと3ヵ月後以降では大いに異なっている。もう一つ、6ヵ月後に増加した例として膜翅目(アリ類)があげられる。アリはおそらくコンクリートの階段を登って資料中に侵入してきたものであろうが、マルトビムシについてはどのような経過で数が増加したのか今のところ判明しない。

ダニとトビムシの比率(A/C比)をとってみると、設置時から6ヵ月後に向って、1.85→1.99→2.18→0.28となり、3ヵ月後まではダニのほうが約2倍生息していたものが、6ヵ月後にはトビムシがダニの約3.6倍になり、順位が逆転した。これは6ヵ月後におけるササラダニの急激な減少とマルトビムシの急激な増加によるものである。

ダニ類全体の中に占めるササラダニ類の割合(ササラダニ指数)は70.9%→76.0%→65.1%→26.5%という変化をたどり、3ヵ月後まではササラダニはダニ全体の65%以上を占めていたものが、6ヵ月後には急にその割合を低下させている。ササラダニ類はケダニ類とともに環境の変化には敏感なダニとみなしてよいだろう。

しかし、6ヵ月後の時期は丁度8月にあたり、土壌動物(とくに土壌ダニ類)は夏季に減少することが一般に知られており(青木ほか, 1977; 石川ほか, 1977; 芝ほか, 1978), その要因を消去するためには更に詳しい実験, 長期にわたる実験が必要である。

2. ササラダニ類各種の変化

ササラダニ類の合計種数は設置時40種, 1ヵ月後44

表 2 コンクリート床上に設置した表土中のササラダニ類各種の出現および個体数の経時的変化(1981年)

Σx: 100cm² × 5 cm の土壤資料 4 個あたりの数, \bar{x} : 土壤資料 1 個あたりの平均個体数

サ サ ラ ダ ニ 種 名	設置時 (2月8日)			1カ月後(3月10日)			3カ月後(5月10日)			6カ月後(8月6日)		
	Σx	\bar{x}	δ	Σx	\bar{x}	δ	Σx	\bar{x}	δ	Σx	\bar{x}	δ
<i>Gehylochthonius rhadamantus</i>	3	0.75	0.96									
<i>Oripoda</i> sp.	1	0.25	0.50									
<i>Oppia</i> sp.	1	0.5	0.58									
<i>Brachyochthonius zelawaiensis</i>	4	1.0	1.16	4	1.0	2.0						
<i>Cultroribula lata</i>	1	0.25	0.50	4	1.0	2.0						
<i>Eremulus avenifer</i>	2	0.5	0.58	3	0.75	1.5						
<i>Oppia</i> sp. D	2	0.5	0.58	1	0.25	0.5						
<i>Microzetes</i> sp.	3	0.75	1.50	1	0.25	0.5						
<i>Suctobelbilla tuberculata</i>	16	4.0	4.77	7	1.75	1.26	12	3.0	1.44			
<i>Mixacarus exilis</i>	1	0.25	0.50	4	1.0	2.0	9	2.25	2.63			
<i>Brachyochthonius hungaricus</i>	2	0.5	0.58	31	7.75	12.28	17	4.25	3.10			
<i>Eohylochthonius crassisetiger</i>	6	1.5	0.58	110	27.5	24.15	17	4.25	3.86			
<i>Hypochthoniella minutissima</i>	122	30.5	16.13	34	8.5	3.80	53	13.25	25.18			
<i>Atopochthonius artiodactylus</i>	4	1.0	0.82	29	7.25	5.80	13	3.25	2.22			
<i>Epilohmannia pallida paifica</i>	15	3.75	2.22	26	6.5	7.55	43	10.75	18.17			
<i>Epilohmannia ovata</i>	11	2.75	2.88	5	1.25	1.26	1	0.25	0.50			
<i>Oppiella nova</i>	25	6.25	5.12	6	1.5	1.73	14	3.50	2.65			
<i>Liochthonius sellnicki</i>	81	20.25	28.00	78	19.5	11.21	4	1.0	0.82			
<i>Poecilochthonius italicus</i>	12	3.00	4.08	36	9.0	15.36	1	0.25	0.5			
<i>Belba</i> sp. B	5	1.25	1.26	6	1.5	1.29	2	0.5	0.58			
<i>Suctobelbella</i> spp.	171	42.75	20.56	168	42.0	21.71	141	35.25	12.42			
<i>Quadroppia quadricarinata</i>	38	9.5	5.75	139	34.75	30.35	36	9.0	6.78			
<i>Nothrus biciliatus</i>	7	1.75	2.87	26	6.5	4.66	8	2.0	2.45			
<i>Paraliochthonius piluliferus</i>	26	6.5	7.55	41	10.25	8.62	1	0.25	0.5			
<i>Brachyochthonius jugatus</i>	54	13.5	18.38	46	11.5	7.14	15	3.75	4.99			
<i>Oppia</i> sp. B	3	7.5	0.96	27	6.75	4.5	19	4.75	7.09			
<i>Fosseremus quadripertitus</i>	44	11.0	5.66	18	4.5	2.89	47	11.75	16.42			
<i>Eohylochthonius parvus</i>	22	5.5	7.14	5	1.25	1.89	2	0.5	1.0			
<i>Fissicepheus clavatus</i>	18	4.5	3.70	18	4.5	4.65	4	1.0	1.41			
<i>Liochthonius</i> sp.	1	0.25	0.5				22	5.5	6.56			
<i>Oppia</i> sp. A	17	4.25	2.06				16	4.0	6.05			
<i>Protoribates</i> sp. A	13	3.25	2.22	30	7.5	5.0	66	16.5	5.0	6	1.5	1.0
<i>Eohylochthonius magnus</i>	47	11.75	14.24	129	32.25	25.57	68	17.0	7.87	1	0.25	0.5
<i>Tectocephus velatus</i>	37	9.25	3.78	28	7.0	8.08	22	5.5	5.51	1	0.75	1.5
<i>Nothrus palustris</i>	1	0.25	0.5	7	1.75	2.36	1	0.25	0.5	1	0.25	0.5
<i>Rhysotritia ardua</i>	57	14.25	5.5	217	54.25	11.27	99	24.75	15.59	3	0.75	0.96
<i>Machuella ventrisetosa</i>	48	12.0	8.04	40	10.00	7.07	31	7.75	6.85	1	0.25	0.5
<i>Malaconothrus japonicus</i>	1	0.25	0.5	9	2.25	3.86				1	0.25	0.5
<i>Liochthonius simplex</i>	8	2.0	4.0	20	5.0	8.04				1	0.25	0.5
<i>Vepracarus hirsutus</i>	4	1.0	2.0	2	0.5	0.58				1	0.25	0.5
<i>Metrioppia tricuspadata</i>				7	1.75	1.71	20	5.0	5.35	1	0.25	0.5
<i>Tectocephus elegans</i>				10	2.50	1.29	97	24.25	17.46	62	15.5	13.4
<i>Trimalaconothrus nipponicus</i>				11	2.75	3.10				1	0.25	0.5
<i>Masthermannia hirsuta</i>				35	8.75	8.81	25	6.25	7.27			
<i>Hoplophorella cucullata</i>				1	0.25	0.5	2	0.5	1.0			
<i>Trhylochthonius tectorum</i>				6	1.5	1.29	1	0.25	0.5			
<i>Brachyochthonius elsosneadensis</i>				53	13.25	11.90	12	3.0	2.94			
<i>Oppia arcualis</i>				5	1.25	1.5	26	6.5	7.85			
<i>Pergalumna duplicata nipponica</i>				1	0.25	0.5	2	0.5	1.0			

<i>Protoribates</i> sp.		1	0.25	0.5		
<i>Nothrus silvsetris</i>		1	0.25	0.5		
<i>Eremobelba japonica</i>		1	0.25	0.5		
<i>Protoribates</i> sp. B					1	0.25 0.5
<i>Cosmochthonius reticulatus</i>					1	0.25 0.5
<i>Scheloribates latipes</i>					7	1.75 2.89 9 2.25 4.5
<i>Platynothrus</i> sp.					1	0.25 0.5

種、3カ月後40種、6カ月後11種という変化をたどり、3カ月後まではほとんど大きな変化がなく、6カ月後に急激に減少しており、個体数の変化と似た動向を示した。

種の減少の様子を種ごとにみてゆくと、表2にみられるとおりである。まず、設置時(実験開始時)にいたと思われる40種がどうなっていたかをみると、1カ月後に *Gehypochthonius rhadamantus* ほかに3種が消滅し、3カ月後には *Eremulus avenifer* ほかに5種が消滅し、6カ月後には *Suctobelbila tuberculata* ほかに31種が消滅し、当初の40種のうち9種だけが残存するという結果になった。しかし、設置時の資料にはみられなかった種が途中から出現する現象もみられ、1カ月後には *Metrioppia tricuspidata* ほかに12種が、3カ月後には *Scheloribates latipes* ほかに4種がつけ加わってきた。しかし、6カ月後になって新たに出現してきた種は皆無であった。しかし、この実験法では同一資料を経時的に見ているわけではなく、設置期間を離れた平行資料を検査する方法をとっているため、これらの種の消滅や出現は全てそのまま実際に消滅・出現したものと解釈することはできない。特に、データにばらつきが多く、標準偏差の大きい種については資料間の差によるものと考えたほうがよい場合もある。

それにしても、新たに途中から出現する種よりも消滅してゆく種のほうがはるかに多く、特に3カ月後までは残存し、6カ月後に姿を消す種がたいへん多い。この中で、*Mixacarus exilis*, *Hypochthoniella minutissima*, *Epilohmannia pallida pacifica*, *Epilohmannia ovata*, *Fosseremus quadripertitus*, *Fissicepheus clavatus* などの種は森林性の種であり、今回の設置実験におけるような環境の激しい変化にあえば長く生存することは不可能な種であろうことは容易に推察さ

れる。一方、3カ月後になって出現してきた種の中には、偶然と思われぬ種も含まれている。たとえば、*Scheloribates latipes* は森林には少なく、草原に多い種であるし、*Cosmochthonius reticulatus* は野外には少なく、家屋内にしばしば見出される種である。1カ月後に出現し、3カ月・6カ月後に数を増加させてきた *Tectocephus elegans* という種も人為的影響の強い環境にもよくみいだされる種である。設置時から6カ月後まで通して出現した種は *Protoribates* sp. A以下9種であったが、これらは6カ月後で明らかに個体数が減少していた。

全体を通じてみると、3カ月後の種数が設置時と変わらないことに注目したい。2月から5月までの季節はコンクリート床上でもさほど高温にならないために、これだけの種が保持されていたのであろうが、予想ではもっと種数の減少が起ると考えられたので意外であった。また、6カ月後は激減したとはいえ、14種のササラダニが資料中に生息しており、このことも当初の予想をくつがえす結果であった。

引用文献

- 青木淳一・石川和男・芝 実, 1977. 明治神宮御苑林の土壤ダニ類, 北沢右三(編): 各種生態系における野生動物の現存量に関する研究報告書(立教大学), 昭和52年: 81—107.
- 石川和男・芝 実・青木淳一, 1977. 武蔵村山市海道二次林の土壤ダニ類, 同上: 109—134.
- 日本道路公団試験所・ブレック研究所, 1980. 表土利用に関する調査研究, 265pp.
- 芝 実・青木淳一・石川和男, 1978. 谷川岳マチガ沢のブナ林の土壤ダニ類, 北沢右三(編): 各種生態系における野生動物の現存量に関する研究報告書(立教大学), 昭和53年: 101—127.