

林齢の異なるスギ人工林におけるミミズの個体数密度と種組成

安藤麻菜(東農大院)・山中理恵子・米山枢・菅原泉・上原巖・佐藤明(東農大)

要旨：山梨県小菅村におけるスギ人工林で林齢が異なる 10～15 年生，30 年生，85～90 年生の 3 林分のミミズの群集構造について調査を行った。その結果，ミミズの個体数密度は，林齢が高い 85～90 年生で最も高く，次いで 30 年生で 10～15 年生においては非常に低密度であった。ミミズの種は，フトミミズ科 16 種とツリミミズ科 1 種が確認され，そのうち 30 年生では 13 種，85～90 年生では 12 種とほぼ同じ種数が確認され，多様度にも差がみられず生活型(表層種，地中種)の割合も同様であったが，30 年生では 1 個体のみ確認された種が半数以上であった。10 年生については 4 種と最も種数が少なく，多様度も低下する傾向にあった。個体数密度については，土壌硬度とリター堆積量との間に有意な相関関係がみられた。これらのことから，ミミズの個体数密度および種組成は，伐採や植栽などといった攪乱が影響を及ぼすこと，また，植栽後の 10 年前後の土壌環境ではすみやかな回復はみられないものの，林齢が高くなるに従って，土壌環境やリター供給などが安定すると，ミミズの個体数密度及び種数とその個体の定着がみられると考えられた。

キーワード：ミミズ・スギ人工林・林齢・土壌理化学性・リター堆積量

I はじめに

現在，社会的に持続的な森林管理が重要な課題となっており，人工林に対しても木材生産とともに森林の持つ多面的機能の発揮が求められている。そのためには，生態系としての森林の管理が必要であり，このため森林の施業は，複層林，長伐期林，針広混交林，広葉樹林など，より多面的機能を意識した施業に移行しつつある(7)。しかしながら，生態系を維持する森林管理はまだ体系化されていないのが現状である。その困難の一つとして，生態系の管理の中でも重要とされる生物種多様性の保全が挙げられる。森林生態系はその環境と生息する野生動物，昆虫，微小動物，菌類，植物などといった多様な生物の相互関係が複雑に絡み合いながら成り立っているために，森林の改変がどのように生物に影響をもたらしているのかその評価方法の確立が難しいと考えられる。そのような中，森林施業が生物種多様性に与える影響などの研究がいくつかなされている(3, 4, 9)。また，土壌の生態系では，森林環境と土壌動物との関係の研究が行われている(8, 10, 12, 14)。しかし，土壌動物の研究は，属や科レベルの研究が多く，種レベルでの研究がまだまだ少ない。

今回研究対象としたフトミミズは，土壌中の中でも最も現存量が大きく，移動や糞を排泄することなどによって土壌構造を改変し，他の土壌生物や植物に大きな影響を与えるため，生態系改変者と呼ばれている。しかし，分類研究が不十分であり，ミミズの種レベルでの群集構造の研究があまりされていなかったため，近年になって東京産フトミミズ科が石塚(5)によって整理されてきた。

そこで本研究は，森林施業と生物多様性との関係を明ら

かにすることを目的に，人工林の植栽経過年数と森林生態系の土壌において重要な位置を占めるミミズの関係性を調べるため，山梨県小菅村におけるスギ人工林の 10～15 年生，30 年生および 85～90 年生の林分においてミミズの個体数密度と種組成について調査した。

II 調査地概要および調査方法

調査地は，山梨県小菅村大丹波峠付近の標高 900m に位置するスギ人工林 10～15 年生，30 年生，85～90 年生の 3 林分を対象とし，各林分に 20m×20m の調査区を設けた。10～15 年生については，林分の形状上 10m×40m の調査区を設けた(表-1)。

調査は，2007 年 6 月から 8 月まで毎月各調査区内に 50cm×50cm のコドラートを 7 箇所設置し，リター層，土壌層 0～5cm，5～15cm の 3 層別にハンドソーティング法によりミミズを採取した。ミミズは採取後，ホルマリン 10% で固定，全てのミミズの体長，体幅を測定した。さらに，成体，亜成体，幼体の成育段階に分けた。成体及び亜成体については，石塚(5)と Blakemore(2)の日本産ミミズチェックリストに基づいて種の同定後，生活型(表層種，地中種)に区分した。また，土壌理化学性については，土壌硬度は現地において各コドラートの四方向の側面を土壌層 0～5cm，5～15cm に分けて測定し，土壌 pH，全炭素・窒素含有率は，各コドラートの土壌層 0～5cm，5～15cm の一部を持ち帰り，pH については，YOKOGAWA の PH82 pH メーター，全炭素・窒素量については，ヤナコ CN コーダー MT-700Mark II を使用し測定した。土壌含水率と土壌孔隙率

については、各調査区に採土円筒で土壌を採取し、持ち帰り、測定した。リター堆積量については、各コドラートから採取し、絶乾させた重量を測定した。

Ⅲ 結果と考察

1. 土壤理化学性とリター堆積量 各調査区の土壤理化学性とリター堆積量をみると、土壤硬度は、85～90年生が最も低く、10～15年生が最も高かった(表-2)。奥多摩地域における森林土壤硬度(*I*)は、約0～5cm層で0.5 kg/cm、5～15cm層の1.3 kg/cm前後であり、それに比べ比較的硬度が低い傾向にあった。含水率と孔隙率は、85～90年生の47.4%、70.1%が最も高く、次いで30年生、最も低かったのが10～15年生であった。全炭素含有率と全窒素含有率は、30年生が最も高く、85～90年生の0～5cm層、5～15cm層が最も低かった。C/N比については、各調査区の0～5cm層は、85～90年生が若干低いものの16の値を示し差は見られなかった。5～15cm層は、30年生が最も低く、10年生が最も高かった。森林土壤の炭素含有率は全て12%以上であるため、各調査区における土壤有機物は多いと考えられる(6)。土壤pH(H₂O)については、30年生の0～5cm層、5～15cm層が最も低く、10～15年生、85～90年生の0～5cm層および5～15cm層とも5.7前後でほぼ同じ値で弱酸性を示した。

2. ミミズ群集の個体数密度 各調査区の6月～8月までのミミズ群集の個体数密度をみてみると、6、7月に

においては、85～90年生は、30年生及び10～15年生に比べ個体数密度が高いが、8月においては、各調査区ともほとんど個体数密度が変わらなかった(図-1)。全体的にみると85～90年生が最も個体数密度が高く、次いで30年生、最も低いのが10～15年生という傾向を示した。ミミズは、種により異なる生活史をもっており、その生活型は表層種と地中種に分けられる。主に、表層種は、4月及び5月に卵包が孵化し、6月から7月に成熟繁殖を行い、9月から11月頃にはほとんどの個体が死亡するという1年生の生活史が観察されている。地中種は、11月頃に孵化して越冬し、翌年5月から7月に成熟繁殖し、7月頃には次世代が出現する越冬年の生活史をもつことが報告されている(11, 13)。そのため、85～90年生で8月頃に個体数が減少したのは、6、7月において表層種の成体が繁殖し、その後8月に死亡して個体数が減ったこと、また、30年生及び10～15年生が8月に個体数密度が少し高くなった理由は、地中種が6月に成熟繁殖を行い、7月～8月に次世代の個体が出現したのではないかと考えられた。

また、ミミズの個体数密度と土壤理化学性とリター堆積量を比較してみると、土壤硬度とミミズの個体数密度に有意な負の相関がみられ(図-2)、リター堆積量には、有意ではあるが、弱い正の相関関係がみられた(図-3)。ミミズは、土壤中を移動、リターや土壤有機物を摂食するので、生息環境及び餌が、林齢の増加による土壤環境の変化が個体数密度増加につながったものと考えられる。

表-1. 各調査区概要

	10-15年生	30年生	85-90年生
標高(m)	約900	約910	約900
樹種	スギ	スギ	スギ
立木本数(本/ha)	2600	2000	500
平均樹高(m)	8.9	17.7	22.2
平均胸高直径(cm)	13.9	23	41
傾斜角度(度)	約2	約3～10	約5
植生(優占種)	ムラサキシキブ・サンショウアブラチャン・リョウブ・クロモジ サンショウ・ヤマグワ・ミズキ		

表-2. 各調査区の土壤理化学性とリター堆積量

層位	硬度 (kg/cm ²)	含水率 (%)	孔隙率 (%)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	C/N比	pH(H ₂ O)	リター堆積量 (kg/m ²)	
10～15年生	0～5cm	0.21±0.06	37.1	62.5	21.9±8.39	1.3±0.37	16.6±1.50	5.7±0.18	33.0±20.19
	5～15cm	0.69±0.23			16.7±4.32	1.0±0.19	16.3±1.01	5.8±0.20	
30年生	0～5cm	0.18±0.04	40.1	67.6	23.5±2.41	1.4±0.10	16.6±0.70	5.4±0.13	132.4±22.07
	5～15cm	0.65±0.13			17.0±1.55	1.1±0.07	14.8±0.50	5.3±0.14	
85～90年生	0～6cm	0.15±0.03	47.4	70.1	17.8±1.23	1.1±0.06	16.3±0.29	5.8±0.16	115.9±33.14
	5～16cm	0.49±0.18			16.1±1.21	1.0±0.04	16.0±0.68	5.8±0.15	

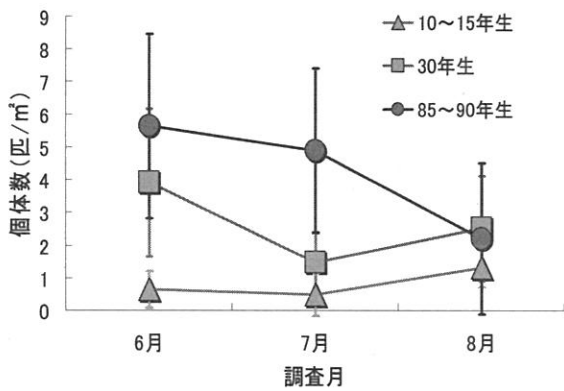


図-1. リター層と0~15cm層で採取したミミズ群集の個体数密度

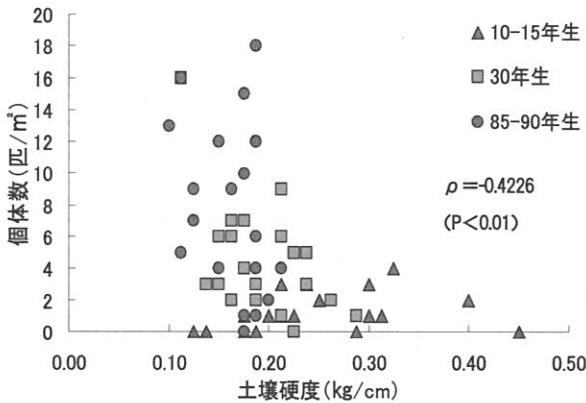


図-2. 土壌硬度と個体数密度との関係

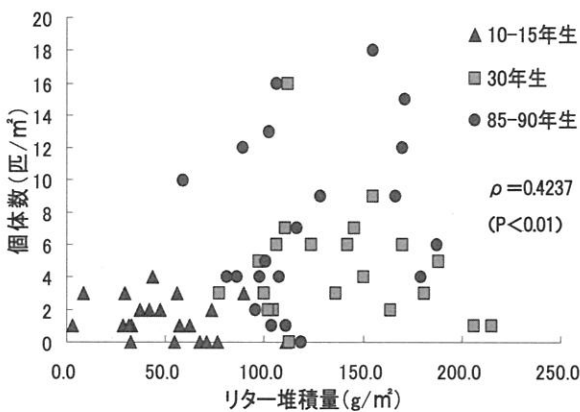


図-3. リター堆積量と個体数密度との関係

3. ミミズの種組成と多様性 調査区にみられたミミズの種類は、フトミミズ科 Megascolecidae が 15 種、ツリミミズ科 Lumbricidae が 1 種確認された(表-3)。30年生が 13 種、85~90 年生が 12 種、最も少なかったのが、10~15 年生の 4 種であった。それらの多様性を比較すると、Shannon-Wiener の指数(H')と Simpson の指数からみても、

10~15 年生が最も低く、30 年生と 85~90 年生は差が見られなかった(図-4)。しかし、30 年生は、1 個体のみの種が確認された種の半数以上を占めており、85~90 年生は、1 個体のみ確認された種は 12 種中 3 種であった。また、各調査区にみられた生活型の数は、10~15 年生では、表層種 1 種、地中種 3 種、30 年生では、表層種 4 種、地中種 9 種、85~90 年生では、表層種 5 種、地中種 7 種であった。

奥多摩のスギ人工林(約 50 年生)において、ミミズの種が 5 種確認された結果に比べると(1)、今回行った調査区のスギ人工林は、ミミズの種が多様であった。これは、小菅村地域自体に生息する固有種が多いと考えられる。林齢と種の関係については、植栽後 10~15 年では、種数は少なく種の確認頻度も少ない。一方、30 年生になると種数及び生活型の割合は 85~90 年生と変わらない。これは、林齢が 30 年生程度になると、林地の環境が安定してくることによって、ミミズの種の定着が生じると考えられる。

表-3. 各調査区のミミズの種組成

種名	生活型	10~15年生	30年生	85-90年生
イチョウミミズ <i>Amyntas ellipticus</i>	地中種	○	○	●
<i>Amyntas corticis</i>	地中種			●
フトミミズ <i>Amyntas vittatus</i>	表層種	○	●	●
ヘンセイミミズ <i>Amyntas heteropodus</i>	地中種		●	●
フキノミミズ <i>Amyntas tokioensis</i>	表層種	○	○	○
ヤマミミズ <i>Amyntas montivagus</i>	地中種	○	○	○
ニジロミミズ <i>Amyntas purpuratus</i>	表層種	○	○	●
タンショクミミズ <i>Amyntas lacteus</i>	地中種		○	
ミカドミミズ <i>Amyntas edoensis</i>	地中種	○		
ニレツミミズ <i>Amyntas disticus</i>	地中種		○	●
オオダマミミズ <i>Amyntas conformis</i>	地中種		●	○
<i>Amyntas</i> Sp.1	地中種		○	○
<i>Amyntas</i> Sp.2	地中種		○	○
ハタケミミズ <i>Metaphire agrestis</i>	表層種		●	○
ヒトツモンミミズ <i>Metaphire hülendorfi</i>	表層種			●
サグラミミズ <i>Eisenia japonica</i>	地中種		●	●
種数(内訳:表層種, 地中種)		4(1, 3)	13(4, 9)	12(5, 7)

○は1個体のみ確認 ●は2個体以上確認

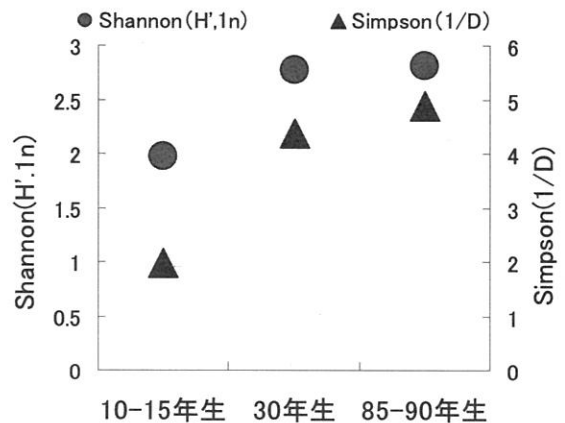


図-4. 各調査区のミミズの種多様度

4. ミミズの種の個体数割合 ミミズの種の個体数割合をみると、各調査区においてツリミズ科のサクラミズが優占しているが、科レベルでみると30年生及び85～90年生はフトミズ科が優占する傾向を示した(図-3)。また、種数が多いフトミズ科の種のみでみると、30年生は、表層種のフトスジミズとハタケミズが優占し、85～90年生では、地中種の *Amyntas cortices* が優占していた。30年生の林分は、リターの堆積量が多いため、リターを直接摂取する表層種の餌が豊富であるため、表層種である2種が優占してきたのではないかと考えられる。一方、85～90年生は、リター堆積量は30年生に比べ少ないが、土壌環境は比較的安定しているため地中種が優占してきたのではないかと考えられる。さらに、85～90年生は、他の調査区に確認されなかったヒトツモンミズ確認されたことや攪乱頻度が比較的低いところにいると思われるニジイロミズ(*I*)なども出現割合が高いため、表層種にとっても好適な環境であると考えられる。

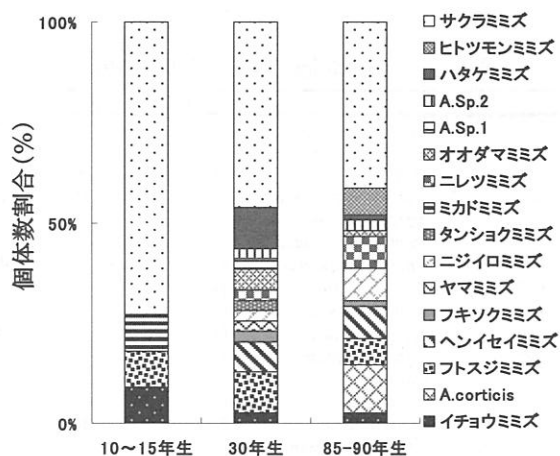


図-3. 各調査区のミミズの種の優占度

IV まとめ

今回行ったスギ人工林を対象にした調査では、林齢とミミズとの関係において、林齢が低いほど、ミミズの個体数密度及び種数が少なくなり、林齢が高くなるとミミズの個体数密度及び種数とその個体の定着がみられ、多様性も高かった。10～15年生に比べ、30年生では85～90年生と同様な種の出現数と多様性がみられ、個体数密度も10年生よりも多い傾向にあった。これらのことから、伐採などによって攪乱された土壌も植栽後30年程度経過することによって、安定した生息環境が形成され、ミミズの個体数密度や種に影響を及ぼしていると考えられた。

引用文献

- (1) 安藤麻菜・許田真之(2004) 林相及び下層植生の違いにおける大型土壌動物の個体数と種組成の変化. 122pp., 東京農大卒業論文.
- (2) BLAKEMORE ROBERT J. (2003) Japanese earthworms (Annelida: Oligochaeta) a review and checklist of species. *Organisms Diversity & Evolution*. 3:241-244.
- (3) 稲田哲治・柚村誠二・前藤薫(2006) 森林施業がカミキリムシ相に与える影響. *日林誌* 88(6):446-455.
- (4) 石井徹尚(2002) 多摩川減流域における林相の違いと小型哺乳類の分布について. 105pp., 東京農大修士論文.
- (5) 石塚小太郎(2001) 日本産フトミズ属(genus *Phertima* s. lat.)の分類学的研究. *成蹊大研報* 33(3):1~125.
- (6) 河田弘(2000) 森林土壌学概論. 399pp., 博友社, 東京
- (7) 河原輝彦(2001) 多様な森林の育成と管理. 133pp., 東京農大出版, 東京
- (8) 喜多知代(2004) 林相の違いにおけるミミズ類の個体数及び種組成の年変動. 66pp., 東京農大修士論文.
- (9) 長池卓男(2002) 森林管理が植物種多様性に及ぼす影響. *日生態誌* 52:35~54.
- (10) OHNO M. (2001) Sensitivity of a Japanese Earthworm (*Alloobophora Japonica*) to soil acidity. *Water, Air, and soil Pollution*130:1019~1024.
- (11) 辰田秀行(2005) 神奈川県丹沢山地における大型陸生貧毛類の生活史と多様性—シカ影響に着目して—. 56pp., 横国大修士論文.
- (12) 頭山昌郁・中越信和(1994) 植林地と二次林における土壌動物相の比較. *日生態誌* 44:21~31.
- (13) 内田智子(2004) 神奈川県内の2ヶ所の林地におけるフトミズ類の生活史. *Edaphologia* 74:35~45.
- (14) 渡辺弘之・四手井綱英(1963) 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. *日生態誌* 13:235~242.