

## 針葉樹林を伐開し広葉樹植栽した林地での中型土壤動物相の変化

栗原文裕(東農大院)、田中恵、菅原泉、上原巖、佐藤明(東農大)

要旨：近年、森林が持つ多様な機能に対する期待が高まっている。それらの機能の一つに生物多様性の保全が挙げられる。そこで、本研究では、伐開面積を異にするスギ林伐採区に広葉樹の植栽を行った林地で、一連の人為活動に伴う中型土壤動物相の変化を調べた。その結果、対照林分プロットとして設けたスギ林内に比べ、植栽区の中型土壤動物の個体数は減少していた。しかし、中型土壤動物の餌資源として考えられている土壤微生物について、希釈平板法を用いて生息密度を求めたところ、植栽区の細菌及び真菌類の生息密度はスギ林内に比べ多かった。

キーワード：中型土壤動物 トビムシ 土壤微生物

**Abstract:** Social needs for various functions of the forest including biodiversity preservation have been recently increased. Therefore, this research examined the changes of the density and number of groups of the mesofauna in deciduous forest planted in the open area after clearing cutting *Cryptomeria japonica* forest. We also researched a population density of the soil microorganism by utilizing the plate dilution method to investigate the relationship between mesofauna and microorganism. As a result, the number of mesofauna decreased in planted deciduous forest than the control *Cryptomeria* stand. Soil micro-organisms are considered as the food resources of mesofauna. But population density of bacteria and fungi in the planted deciduous forest were higher than the control *Cryptomeria* stand.

**Keyword :** mesofauna, Collembola, soil microorganism

## I はじめに

近年、森林が持つ多様な機能に対する期待が高まっている。それらの機能の一つに生物多様性の保全が挙げられる。「生物多様性国家戦略 2010」においても、森林の整備は生物多様性の保全に重要な要素の一つと考えられており、人工林における適切な間伐の実施に加え、立地特性に応じた、広葉樹林化、長伐期林化などによる多様な森林づくりを進めるとされている(1)。しかし、現在の日本の森林で多くみられるようなスギ(*Cryptomeria japonica*)やヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*)といった単一樹種からなる人工林においては、生物多様性の低下が指摘されている(2)。そのため、針広混交林化や広葉樹林化、長伐期林化等により多様な森林へと誘導していくことが求められているが、そういった森林づくりの過程でみられる生物の変化についての研究はいまだ十分なされていないと言え難い。

森林の環境を評価する指標生物として中型土壤動物は環境の変化に敏感に反応するなど、いくつかの利点が挙げられている(3)。そこで、本研究では針葉樹一斉林を群状に伐採し広葉樹の植栽を行った林分で、森林の生物に生じる変化を明らかにすることを目的としている。こうした研究では施業後、森林生物に影響が現れるまでタイムラグが生じることが知られているが、ここでは、林種転換後の初期段階の生物相の把握のために中型土壤動物相の調査の結果を報告する。

中型土壤動物の中でもトビムシ類は微生物との相互

作用を通して物質循環に与えるメカニズムがいくつか挙げられている(4)、ここでは、中型土壤動物相の調査とあわせ、その生息要因の一つとして餌資源である土壤微生物(細菌及び真菌類)の量を把握も行った。

## II 調査地及び調査プロット

山梨県西都留郡小菅村鶴峠(N35°43'、E138°58')の標高約920mに位置する約2haのスギ人工林内で2006年に20×20m、10×10mと面積の異なる伐採(以下、20植栽区、10植栽区)を実施し、2008年5月に落葉広葉樹計4種(フサザクラ *Euptelea polyandra*、ミズナラ *Quercus crispula*、ケヤキ *Zelkova serrata*、イタヤカエデ *Acer Mono*)を1mの間隔で植栽を行った(図1)。上記の群状植栽区2地点に加えて、対照区として広葉樹の植栽を行っていないスギ林区(15×15m)を1地点、合計3地点を調査プロットとした。3地点の位置関係は20植栽区を中心に50m圏内にある。対照区の林齢約55年生のスギ人工林の毎木調査の結果は、平均樹高17.8m、平均胸高直径30.3cm、立木密度2,250本/haとなり、その他の植生として、アブラチャン(*Parabenzoin praecox*)やサワシバ(*Carpinus cordata*)などが疎にみられる林分であった。また、プロットを設定した近くにはミズナラを主な樹種とする二次林がある。土壌は適潤性褐色森林土で土壌型はBd型、地形は、平均傾斜が約31°の西向き斜面である。気象庁の大月観測所での2010年データを用いて、気温の通減率0.55により調査

地は、年平均気温 11.3℃、年日最高平均気温 17.5℃、年日最低平均気温 6.5℃と推定される。年平均降水量は 1406.5 mmであった。

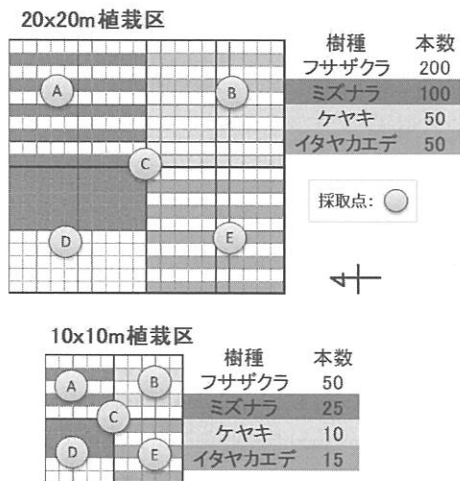


図 1. 植栽図と各採取点

Fig 1 Planting design and sampling point

### III 調査方法

中型土壤動物のサンプルの採取地点数は、各調査プロットとも 5 箇所ずつ設けた(以下、各植栽区の名前にアルファベットを付した)。なお、土壤の採取は各調査地から 2010 年 6 月・8 月・11 月に行った。1 箇所につきリター層、0~5cm 層、5~10cm 層の 3 層に分け、100cc 採土円筒を用いて土壤を採取し。それらの土壤サンプルはただちにツルグレン装置 (40w の白球電球) に 72 時間かけて、80% エタノール液中に土壤動物を抽出した後、実体顕微鏡を用い、プレパラートに固定をして、生物顕微鏡を用い、日本産土壤動物：分類のための図解検索に基づき(5)、主に目(一部、科あるいは綱)までの同定を行い、それぞれを一つの分類群数としてまとめた。

ただし、餌資源として考えた土壤微生物の土壤サンプルを 0-5cm 層から採取したため、出現したトビムシ目 (*collemola*) については、0-5cm 層のサンプルを属レベルでの同定を行った。なお、今回の調査では体の欠損や、プレパラート標本時の不備によって属までの同定が困難な場合は不明として取り扱い、その個体数は除した。

クラスター分析:出現したトビムシ属の各プロット間の類似度を解析するために、統計フリーソフト「R」を用いて、クラスター図を作図した。なお、クラスター間の距離には Sorensen の類似係数を用い、最遠隣法で結合をした(6)。

今回、それぞれのプロット及び採取点の環境要因の違いをみるために、以下の調査を行った。

林内照度:採取点毎に魚眼レンズ付デジタルカメラを用い、解析ソフト「Gap Light Analyzer」で林内照度を算出した。

毎木調査:植栽木については、根元直径、樹高を、対照プロットに関しては、胸高直径、樹高を計測した。

地温:サンプル採取時に各採取点(3層)で、放射地温計を用いて、測定した。

土壤含水率:中型土壤動物抽出後の土壤サンプルを温風乾燥機にて、90℃で 24 時間乾燥を行い、算出した。

土壤 C/N 比:中型土壤動物を抽出した各土壤サンプル (0-5cm 層・5-10cm 層) を 0.5mm メッシュの篩にかけ、乾式燃焼法で分析を行った。

土壤微生物培養:各プロットの土壤について、YG 培地(細菌)及び PDA 培地(真菌類)を用い、希釈平板法による計数を行った。土壤微生物用の試料は、0-5 cm 層の土壤を適量採取した。採取時期は、2010 年 7 月 30 日、2011 年 9 月 16 日。

### IV 結果及び考察

1)環境要因 伐採によって大きく光環境が変わった植栽区では、スギ林分比に比べ、11 月を除き高い地温となった(表 1,2)。また、土壤サンプルの含水率については、各月ともスギ林で低い値となり、10 植栽区が最も高い値で推移した(表 3)。これはスギ林の伐採によって、林床への降雨量が増すに加えて、直射日光の増加に伴う地温の上昇によって地表面の水分蒸発が増加する一方で、蒸散を行っていた樹木が伐採されたために土壤に水分が貯蔵され、土壤中の水分バランスに変化が生じたことなどが考えられる (7,8,9)。

表 1 各プロットの平均相対照度(%)

Table 1 Average relative light

プロット	20植栽区	10植栽区	スギ林
相対照度	34.73±13.84	21.93±1.64	14.86±1.99

表 2 各プロットの平均地温(℃)

Table 2 Average soil temperature

プロット/月	6月	8月	11月
20植栽区	21.03±2.74	22.83±1.30	7.59±1.17
10植栽区	21.06±2.72	22.71±1.96	7.97±0.34
スギ林	16.03±1.02	21.02±1.39	7.91±0.53

表 3 各プロットの平均土壤含水率(%)

Table 3 Average soil water content

プロット/月	6月	8月	11月
20植栽区	29.2±8.3	35.0±7.8	32.0±3.9
10植栽区	41.3±4.7	43.3±5.3	43.7±7.5
スギ林	32.0±5.3	29.2±3.9	21.9±8.6

2)プロット毎の総捕獲数 計3回の調査で捕獲された全層の中型土壤動物の総個体数は、20植栽区では809個体、10植栽区では1,241個体、スギ林では1,578個体となり、伐採面積が大きいほど、個体数に減少がみられた(図2)。ただ、出現した総分類群数は17分類群、16分類群、17分類群の順となり、植栽区とスギ林で出現した分類群数についてはそれほど差は見られなかった。

次に、森林土壌中のダニ類についてみると大部分はササラダニ亜目であった。ササラダニ亜目については、8月の各プロットの個体数合計が26個体(20植栽区)、45個体(10植栽区)、44個体(スギ林)だったのに対し、11月は100個体、265個体、72個体と個体数の増加がみられた。ササラダニ亜目やトビムシ目などは11月頃に増加する傾向が関東の各地の調査で知られており(10)、今回の調査においても、同様の傾向が得られた。

今回の調査方法では、各採取点の中型土壤動物相の個体数や群数と各環境要因との間に明瞭な相関性を得るには至らなかった。今後、調査地点数、環境要因の項目、測定方法をさらに吟味して、針葉樹林の群状伐採や広葉樹の植栽の中型土壤動物の個体数、分類群数に与える影響を評価する必要がある。

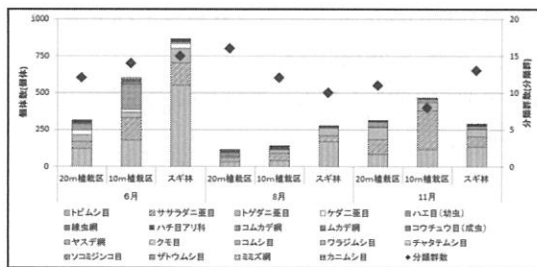


図2 プロット別の中型土壤動物総個体数及び分類群数

Fig 2 Mesofauna total populations and kinds

※棒グラフは総個体数、◇は総分類群数を示す。

3)トビムシ類及び土壌微生物 全15地点の3回の採取機会に採取されたトビムシ類は合計10科44属であった。また、各プロットで採取されたのは、20植栽区が10科30属、10植栽区が8科21属、スギ林10科32属であり、多くのプロットで共通して採取された属は、シロトビムシ科シロトビムシ属(*Onychiurus*)や、ツチトビムシ科フォルソムトビムシ属、シリキレツチトビムシ属(*Folsomia*, *Cryptorygus*)であった。各採取点で採取されたトビムシ類の群集構造の類似度の相互関係を把握するために、出現したトビムシ類の属レベルでの類似度によるクラスター分析を行った結果を示す(図3)。20植栽区と対照区のスギ林の各採取点で出現したトビ

ムシ類の群集構造は、それぞれ異なるクラスターに分けられ、この2林分ではトビムシの属レベルの群集構造が異なることが示唆された。10植栽区の各採取点は地点ごとに20植栽区あるいはスギ林区のいずれかに配分された。スギ林では、ツチトビムシ科ツチトビムシ属(*Isoloma*)やマルトビムシ科ヒメマルトビムシ属(*Sminthurinus*)といった種が採取されたのに対し、20植栽区では、ヤマトビムシ科ヤマトビムシ属(*Ceratrimeria*)やツチトビムシ科ツツガタツチトビムシ科(*Micrisotoma*)といったトビムシ類が確認され、それぞれ生息するトビムシ類の群集構造はわずかではあるが異なっていた。

各プロットで行った土壌微生物の実験結果は、2011年の調査では2つの植栽区の細菌のコロニー数がスギ林に比べて多かった( $P < 0.01$ )。また、真菌類のコロニー数についても、各植栽区の真菌類のコロニー数が多くなる傾向となった(図4,5)。その要因として、林床の光量が増加したことや、地温が上昇するなどの環境要因の変化が理由として挙げられる。このことは今後トビムシ類など土壌微生物を餌資源として利用する土壤動物にとっては、生息要因の一つとして働くことが期待される。しかしながら、トビムシ類などはその口器の形状によって、摂食様式が咀嚼摂食群と吸収摂食群の2つに分けられ、選好性があることが知られている(11)。したがって餌資源としての利用という面からは、量だけの評価では無く、微生物の質や群集組成の把握を行い、その相互関係を探っていく必要がある。

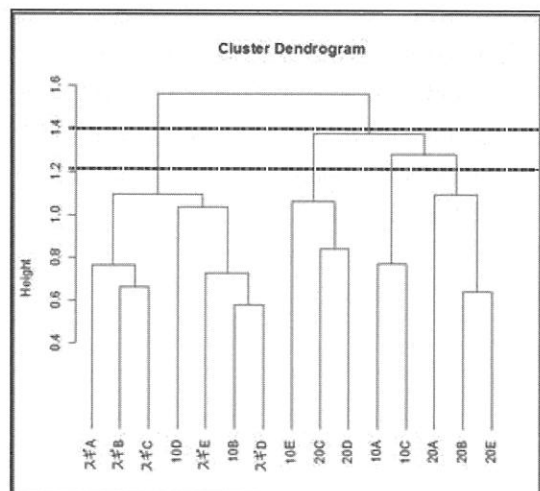


図3 各採取点のトビムシ目の属レベルでのクラスター分析

Fig 3 Cluster analysis on genus collembola

※Heightはクラスターを形成する際の樹形図の枝の長さを示す。

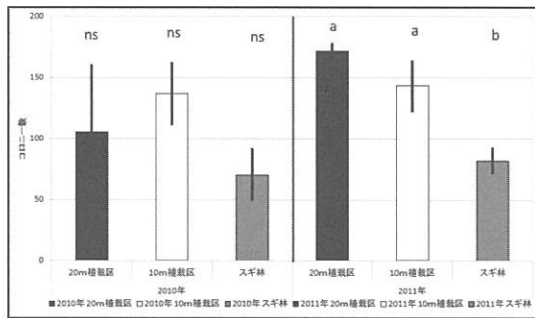


図4 各プロットの細菌のコロニー数 (YG 培地,3 次希釈)

Fig 4 Number of bacterial colonies (YG, 3rd dilution)

※各プロットの有意差検定は TukeyTest を使用した。アルファベット間は有意に異なる (P<0.05)

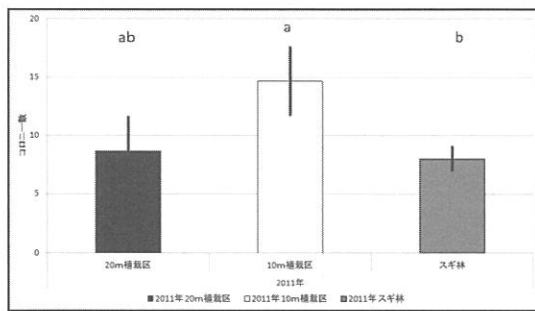


図5 各プロットの真菌類のコロニー数 (PDA 培地,3 次希釈)

Fig 5 Number of fungicolonies (PDA, 3rd dilution)

※各プロットの有意差検定は TukeyTest を使用した。アルファベット間は有意に異なる (P<0.05)

#### V おわりに

今回の結果では、各環境要因と中型土壤動物の間に明瞭な関係を見出すには至らなかった。今後は植栽をした広葉樹が成長するにつれ、餌資源の一つである落葉落枝も増加していくことで、中型土壤動物相も異なる群集構造を形成していくことも予想される。また、同様に土壤微生物の群集構造も変化すると思われるため、今後の生息段階ごとに起こる環境の変化を捉え、生物的環境要因と土壤動物との関係を明確にすることが重要と考えられる。

#### 参考文献

- 1) 生物多様性国家戦略 2010(2010).環境省.
- 2) 山本哲也,頭山昌郁(1994)スギの天然生林と人工林における林床無脊椎動物相の比較.日本土壤動物学会.51:19-32.
- 3) 青木淳一(1983)自然の診断役土ダニ.238P 日本放送協会,東京.
- 4) 金田哲(2004)トビムシと微生物のリンク.日生態誌.54:217-225.
- 5) 青木淳一(1999)日本産土壤動物:分類のための図解検索,東海大学出版会.
- 6) 金子信博,鶴崎展巨,布村昇,長谷川元洋,渡辺弘之(2007)土壤動物学への招待[採取からデータ解析まで].日本土壤動物学会編,東海大学出版会.
- 7) 小林繁男(1982)森林の皆伐に伴う土壤の変化.ペドログリスト.26:150-163.
- 8) 真板英一,鈴木雅一(2007)千葉袋山沢流域における伐採による月流出量変化.日林誌.89: 278-287.
- 9) 浦川梨恵子,戸田浩人(2005)高齢化したスギ・ヒノキ人工林小流域の斜面下部伐採が土壤および溪流の水質に及ぼす影響.日林誌.87:471-478.
- 10) 岩波基樹,土屋大二(1980)多摩地域におけるダニ・トビムシ類の個体数,種組成と林相および土壤との関連.日生態誌.30:145-154.
- 11) 武田博清(1982)トビムシの摂食様式、食性についての研究.