

酸性雨パイロットフィールド調査結果 —五日市町小机調査—

小山 功 大橋 毅 菅 邦子
大野 正彦 朝来野 国彦

1 はじめに

当研究所では、酸性雨の植物への影響について、都内全域でスギの樹勢や蘚苔類の分布、降水成分の調査などを行ってきた。しかし、酸性降下物の植物、土壌動物への影響を明らかにするためには、同一林内において降水の成分、樹木への負荷、土壌動物の生態などを総合的に検討できるフィールドを設けて調査を行うことが必要となってきた。そこで、平成3年度に西多摩郡五日市町小机にパイロットフィールドを設定し、林内外における降水成分、スギ、草本類、蘚苔類の植生、土壌動物の分布などを調査した。

本報告は

- (I) スギ林における酸性降下物とスギの衰退
- (II) 蘚苔類、草本類の生育状況
- (III) 土壌動物

に関する調査結果を各々まとめたものである。

(I) スギ林における酸性降下物とスギの衰退

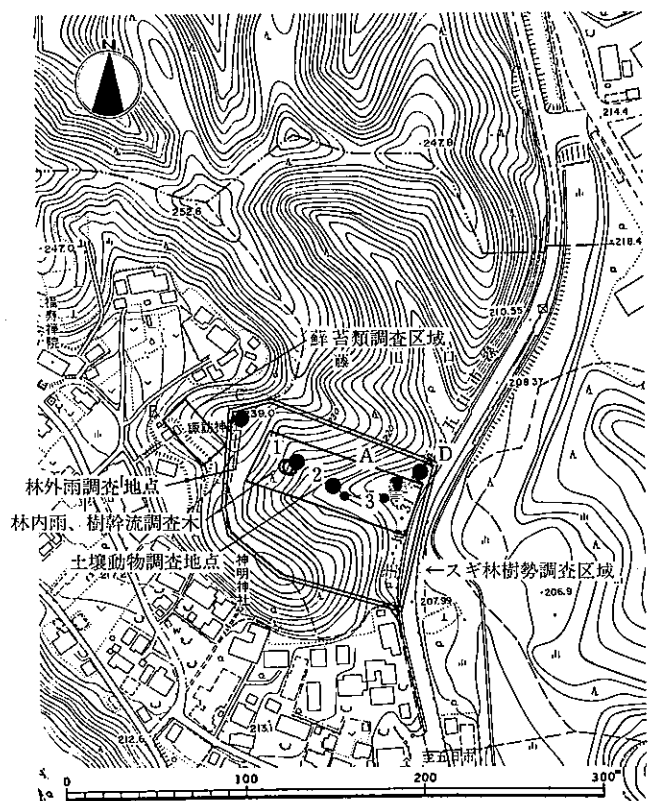
1 調査地点の概要

(1) 位置及び地形

本研究は、スギの樹幹流、土壌や微少表流水の成分濃度及びスギ年輪等について検討した。東京では、地形等の人為的変更の少ない地域で、100年以上のスギが成育しており、しかも集水域が小さく、湧水及び池沼のある地点は非常に少なかった。五日市盆地の北東部に、目的になかった地点があったため、調査地点として選んだ。

調査地点小机の東京における位置関係及び地形等について述べる。五日市盆地は、都心から約50km西にあり、西の多摩山塊から発する尾根の末端近くに位置している。北側の支尾根は盆地の北東で鞍部になり、横沢入の山地へ続いている。この支尾根は、人口2万2千人の五日市町と1万6千人の日の出町の町境でもあった。

鞍部には、五日市町から日の出町を通り青梅に至る都道が通っている。以前は都道に並行し鉄道が通っていたが、現在は廃線になっている。



●土壌動物調査地点、●地表水調査、○樹幹流、林内外雨調査、□蘚苔類調査
(東京都都市計画局発行2500分の1の地形図より作成)

図1 調査地点概念図

図1に調査地点付近の地形を示す。小机は、鞍部西側の支尾根から南に張り出した枝尾根の東面に位置している。同斜面は半摺鉢状になっていて、小さな沢と湿地ができています。調査地点の尾根と平地との高低差は約31mである。

(2) スギの成育管理状況、湧水等の状態

尾根付近はヒノキ林で、下部がスギ林になっていた。

ところどころにモミ等の混在が見られた。同斜面には林の管理以外ほとんど立ち入る人はなかった。斜面中腹には直径10~20cmの稚幼樹のスギが多く、下流部には20~30cmのスギが多かった。胸高直径50cmを超える大スギは、斜面の中腹より少し上部に1本と斜面の下部に5本あった。稚幼樹は大スギの高さの2/3程度であった。

林の管理はよくされており、大スギの力枝は地上約10数mにあった。このため、調査地点では大スギが周辺の木による被圧を受けることはないと思われた。土壌は湿潤な粘土質であったが、比較的大きな団粒構造になっていたため、根が地上に浮き出るようなことはなかった。

また、中腹には直径1mを超える伐倒した切株が3本残っていた。湧水地点は、中腹の大スギと道路がある低地の平坦部との中間にあった。1ヶ月以上降水がないと湧水量は30ml/分程度まで減少したが、長雨や大雨の直後は100ℓ/分以上まで増水していた。通常は1ℓから数ℓ/分程度であった。

湧水地点から下流部までの沢は、1~2mほど掘り込まれていた。沢の下流部の水量は、湧水調査地点の2倍から数倍程度であった。沢水は、通常は道路の手前数m地点で伏流していた。沢の下流部左岸の湿地は池沼となっていた。調査期間中の最も水量の減少した時には幅1m、長さ3m、深さ1cm程度になっていた。最増水時には長径10m、短径4mの楕形で、深さ10cm程度の池沼になっていた。池沼の大きさが4~5m程度以下になると沢へ流出水がなくなる沼地であった。なお、沢にはサワガニがおり、池沼にはシャジクモがみられた。また、池沼にはときどき山椒魚の姿もみられた。

2 捕集位置、採水方法等

(1) 採取採水方法

林外雨、樹幹流、湧水等の採取(水)地点の位置関係を図2に示した。降水採取は尾根で、林内雨及び樹幹流捕集は、中腹にある直径83cmの170年生の大スギを対象に行った。

林外雨(降水)及び林内雨の捕集は直径14cmφの簡易ろ過式捕集瓶を、樹幹流の捕集はガーゼ法をそれぞれ用いたり。ガーゼ法では樹幹流を全量捕集することは出来ないが、設置が簡単かつ木を痛めないですむため採用した。

湧水の採水は源流部で、池沼での採水は常に水をたた

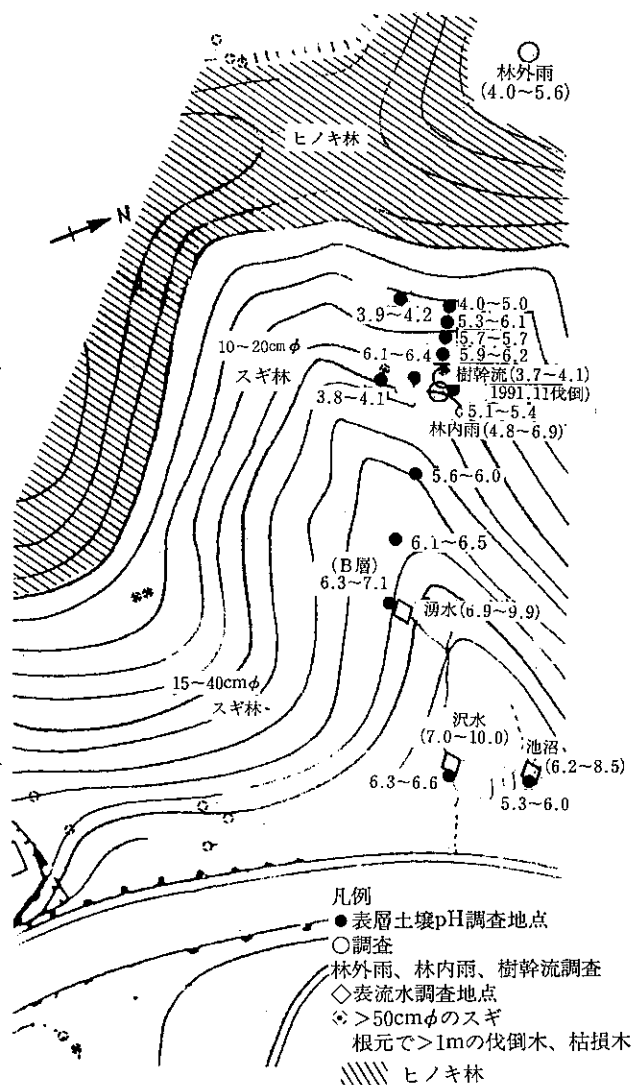


図2 スギ林土壌のpH
()内は降水物及び表流水pH

えている山側で、沢の採水は池沼水の沢との合流地点の1m上流部でそれぞれ行った。

(2) 土壌pHの測定

土壌pH測定法は、乾重量の2.5倍の水で希釈する方法が一般的であるが、検体を多数測定するため、電気化学計器の土壌挿入式のpHメーターによる直接法によった。pH測定の標準法と直接法との比較では、0.2~0.3程度の幅がみられ、かつ高めに表示されることが多かった。

樹幹流や地表水等は、pHが卓上型ガラス電極法により、ECが導電率計により、 SO_4^{2-} や NO_3^- の成分がイオンクロマト法によりそれぞれ測定した。

(3) pHの平均値表示について

降水(林外雨)pHの平均値表示法は、 H^+ 降水量加重平均、で表示することが多い。ここでは、単純平均と降水量加重平均を示した。湧水、沢水、池沼水の測定は、

測定期間が不定期であるため単純平均のみ示した。

(4) スギの樹勢 (衰退度)、林勢評価方法

樹勢 (衰退度) 評価は、山家法を改良した樹形プラス密度法で評価した⁵⁾。スギ樹林の林勢評価法は、樹径別の樹勢評価から樹勢と樹径の相関を求め、評価した。概略すると①樹径が100cm以上あるスギが現存し、その衰退度が3未満の場合を健全林とした。②100cm以上のスギが衰退度が5未満、60cmのスギで衰退度が2.5~3.5程度の場合をやや衰退のある林とした。③樹径が100cm以上あるスギは枯損 (衰退度6) 状態にあり、60cmのスギで衰退度が4.0~5.0程度の場合を衰退ありとした。④樹径40cm程度以上のスギは少なく、30cmで衰退度3.5~4.5程度の場合を除き衰退の大きい林とした。⑤樹径が30cm未満のスギがころうじて成育するが、その衰退度は3.5以上の場所は成育困難地域とした。

3 調査結果

(1) 樹幹流、湧水等のpH

表1 樹幹流、地表水等のpH

	最低	最高	単純平均		降水量加重	
			pH	H ⁺ 注	pH	H ⁺ 注
林外雨	3.99	5.62	5.03	4.71	5.13	5.00
林内雨	4.79	6.92	5.39	5.23	5.18	5.24
樹幹流	3.42	4.09	3.73	3.65	3.48	3.46
湧水	6.85	7.88	7.66	7.24	—	—
沢水	6.95	9.24	8.39	7.49	—	—
池沼水	6.20	8.45	7.22	6.61	—	—

調査期間: 91.8・91.11 H⁺の項はH⁺で平均しpHに戻した樹幹流の平均値算出に当たり、オーバーフローしたものは10Lとして計算した。

スギ林での降水時のpHを表1に示した。林外雨のpHは4.2~5.6、林内雨のpHは4.8~6.9、樹幹流のpHは3.4~4.1であった。3者の捕集量は、林外雨が少なく、捕集比は林外雨、樹幹流と小さくなっていたが、林外雨が多くなると樹幹流は多くなる傾向がみられた。降雨強度との関係も考慮しなければならないため、本調査では定性的な結果にとどめた。また、霧が発生した場合の捕集量は、林外雨に比べ樹幹流や林内雨が多量に捕集されていた。樹幹流は20ℓタンクをオーバーフローしていたことがあり、降水量加重平均値は参考値として示した。

樹幹流等を調査した大スギと下流部の中間にある湧水のpHは6.9~9.9、下流部の沢では7.0~10、池沼では

6.2~8.5であったが、1降水量が多い時ほどpHは低くなる傾向が見られた。pHは樹幹流<林外雨<池水<湧水<沢水の順に低かった。

表1に成分濃度の比較を示したが、樹幹流のpHが低くなる原因はSO₄²⁻ (av21μg/ml)、NO₃⁻ (av21μg/ml) や有機酸等によるものと推測された。林内雨の成分濃度は、樹幹流の約1/2で、SO₄²⁻ (av9μg/ml)、NO₃⁻ (av8μg/ml) が含まれていた。葉成分の溶出や葉の表面にトラップされた大気中のふんじん類の影響で酸性度は弱まったことが推測された。樹幹流成分に対する他の林内雨成分濃度の比は、Na⁺が1.3、NH₄⁺0.4、K⁺0.4、Mg²⁺0.6、Ca²⁺が0.4、Cl⁻が0.5であった。

(2) 林床土壌のpH

図2にスギ林の土壌pHを示した。スギ木立の谷側の30~40cm位までのpHは、樹幹流の影響を受け、3.8~5.4と低くなる傾向にあったが、1m以上離れるとpHは5.3~6.1となっていた。湧水地点上部にスギがなく、草藪になっている地点では6.1~6.5であった。

湧水地点は、地面が1.5mほど掘込まれていたが、露出している関東ローム層(B層)のpHは6.3~7.1であった。

沢の底に溜った粘土のpHは6.3~6.6であった。また、池沼の泥のpHは5.3~6.0であった。しかし池沼水は0.5~1.0程度アルカリ側に寄っていた。

(3) 林勢評価と年輪解析

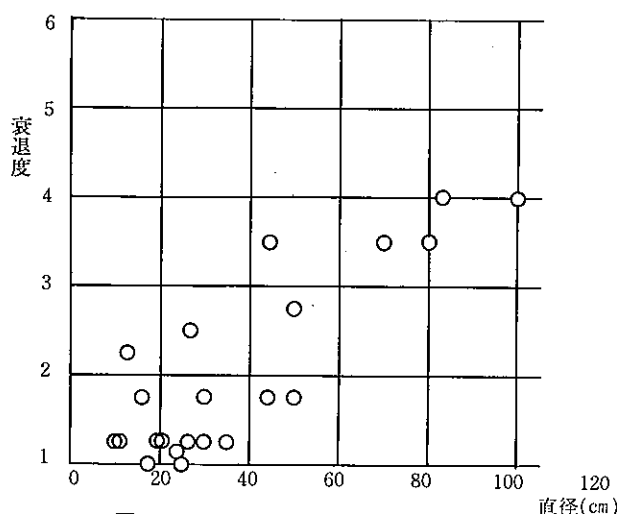


図3 五日市町小机地区のスギ樹勢

- (衰退度)1: 樹形、葉の密度とも良好
- 2: 樹形(輪郭)はよいが、葉の密度に欠けるもの
- 3: 樹形が悪く、枝、幹の見えるもの
- 4: 樹冠(枝先)枯損が遠方よりわかるもの
- 5: 樹冠(上長部)枯損がはっきりわかるもの
- 6: 枯死

雪圧で曲がったと推定されるものを除き、スギの樹勢(衰退度)を調査し、その結果からスギ林の林勢評価をした。図3に評価結果を示す。稚幼樹はかなり密植されていたため、隣接木の被圧を受けているものが多かったが、林間に空間が見られた部分も多かった。林勢はやや衰退ありの区分であった。

1992年11月に伐倒された樹幹流等の調査樹の地上約15m位置の年輪を図4及び写真に示した。伐倒木の年輪から推定すると、成育は初めの110年程度は順調であったが、その後の50-60年ほどは急に年輪幅を狭め、現在に

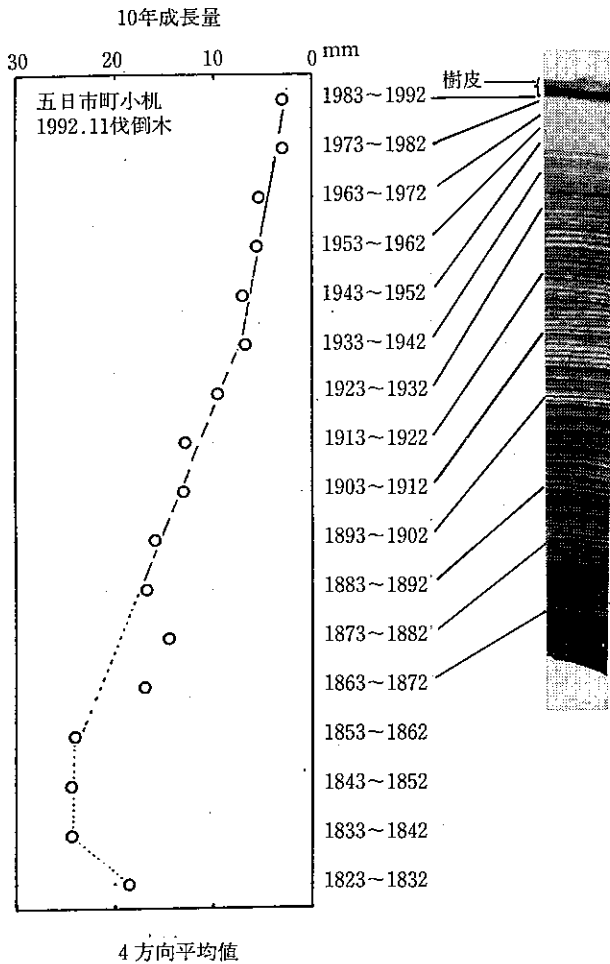


図4 スギの年輪幅曲線

至っていることを示していた。年輪幅は成育のよい時期には年間1-3mm生長していたが、後半の50-60年は0.5mm程度であった。この状態は、成育のよい時の2分の1から5分の1程度であった。また、成長の衰えた部分の木質は非常に悪くなっていた。

11月以前に確認した衰退度は、樹形に異常をきたして

おり、3であった。伐倒後、再確認したところ、上長部は枯死寸前であり、また下部の各枝の1ヵ所から3cm程度までの太さで、数cmから1m程度の不定芽が多数生えていた。その成育は、太くなるほど悪くなっており、成育の悪い枝ほどその周辺に数cmの不定芽が多数見られた。また、同一位置には不定芽の枯れた痕跡が数十みられていた。

4 考察

林外雨、樹幹流及び流出水を同時に調査した結果をみると、林外雨のpHは4.0-5.6であったが、林内雨は約1高めになっていた。これは葉成分及び葉にトラップされた乾性降下物の溶出が影響していると考えられた。また、樹幹流はpHが最も低かったが、有機酸等の樹木成分の溶出の影響が大きいと推測された。

関東地方及びその周辺で行っている樹幹流、林外雨、林外雨のpH比較を示すと、静岡の秋葉山でのスギの樹幹流pHは、3.1-4.2であった²⁾。埼玉県の調査では、林内雨のpHの方が林外雨のpHより1程度高くなっていた³⁾。横浜市磯子区で行ったヒノキの調査では、三者間のpHを比較すると、樹幹流が最も低く、林内雨は最も高い傾向にあった⁴⁾。樹幹流、林外雨、林外雨のpHの関係は我々の調査結果と関東周辺の調査結果とは同様の傾向にあることが確認された。

また、降水量が少ないと樹幹流は流出してこないが、降水量が多くなると樹幹流量は急激に増大するが、霧の発生がみられると降水量が少なくても樹幹流量は非常に増大していた。SO₄²⁻等の成分濃度は捕集水量に反比例する傾向がみられた。

林内等を通じ地表に降下した降水は、湧水、沢水等になって流出するが、林内雨や樹幹流の汚染成分濃度には関係なく、降水強度、降水間隔等に左右される傾向がみられた。流出量が多いときは、pHは低めになり、降水水に近づく傾向にあったが、この現象は地表に落ちた降水が、土壌の緩衝作用をあまり受けずに湧出するためであろうと推測された。しかし湧水のSO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻等は湧出量に関係なく、ほぼ一定の値を示していた。

湧水や池沼の水量が非常に少ないと水の表面は赤茶けた色になり、pHは高めになる傾向がみられたが、鉄バクテリア等の影響とみられた。

伐倒した大スギは、樹勢(林外雨)は、3程度であっ

た。50～60年前より年輪幅は非常に狭まっていたこと、この時期の木質は劣化が激しかった。また、枝の各部から発生した不定芽も太くなるものほど衰退が激しかったことと、不定芽発生の各部位には大量の枯損不定芽の跡が見られた。これらのことからみて、衰退がこの時期から始まっていたことが確認された。

5 まとめと今後の問題

- ① 降水及び流出過程のpHを低い順にみると、樹幹流<林外雨<林内雨<池水<湧水<沢水の順であった。
- ② この連鎖のpH等の成分濃度は、それぞれが固有値をもっており、それに降水量が関係していた。

ただし、NO₃⁻は降水量が多くなると濃度が低くなる傾向がみられていた。

- ③ 伐倒した170年生の大スギの年輪幅は、50～60年前より狭くなっていた。その時期より材の強度が非常に弱くなっていた。また、不定芽の発生及び不定芽の発生跡が多数みられていた。稚幼樹林でも林間に空間ができていた。その樹勢がよくないスギの成育不良の原因は、今後の課題であるが、大気環境も無視できないと推測された。

今後、樹勢や成育年代の異なる葉成分の組成濃度比や土壌等の精密調査と共に、樹齢100年程度またはそれ以下のスギと合わせ、もう少し多くのサンプルの年輪解析が必要であろう。また、従来の外観から判定する方法以外に新しい尺度も必要であろう。

(小山 功、大橋 毅、菅 邦子)

(II) 五日市町小机のスギ林の蘚苔類、草本類の生育状況

本報告(II)は、フィールド内のスギ林に生育する蘚苔類などの植生状況の概要である。以下、蘚苔類をコケとし、シダ植物以上の下草とは区別して記述した。

1 調査方法

(1) 調査期間及び調査地点

五日市町小机のスギ林において、1991年～1993年に調査を実施した。調査地点の標高は約200～240mで、地形

及び調査区は図1のとおりである。

スギ樹勢調査及び植生調査は東斜面(以下A区という)で行い、調査地点の西斜面下部にある諏訪神社周辺(以下B区という)では樹木着生のコケについて調査した。調査区の地形についてみると、A区の東斜面では斜面上部～中部の斜度は15～20度であり、最下部ではほぼ平地となっている。この斜面は中央がくぼみ、斜面中部から下部にかけて小さなクリークがあり、わずかに地下水が滲出している。斜面下部の平地部には滲出した地下水が溜まり5～20m²程度のごく浅い池がある。この10m東には幅8mの秋川街道がほぼ南北に通っており、道路の東側はA区の斜面と連続した東向きの緩い下り斜面となっている。なお、道路を隔てた東側ではすでに大部分のスギが切られてしまっており、墓の周辺に数本のスギを残すのみとなっている。

B区は諏訪神社の境内とその北側のスギ林である。境内は整地された裸地で、スギの他数種の広葉樹が境内周辺に植栽されている。その北側のスギ林には数本のモミが混じっている。

なお、1987年の東京都植生調査報告書⁹⁾によると、本調査地点の潜在植生はシラカシ群集モミ亜群集とされている。

(2) スギの樹勢調査

東斜面A区のスギ林について目測観察により樹勢を評価した。評価方法は山家の方法に準じた。

(3) 下草及びコケの植生調査

(ア) 下草の植生調査

スギ林床の植生についてはA区で概要調査を実施し、生育する種を同定した⁷⁾⁸⁾。シダについては、標本を独協大学の加藤僖重氏に送り、同定を依頼した。

(イ) コケの植生調査

コケの植生調査は図1に示す東斜面のA区と諏訪神社周辺のB区で実施した。

A区では概要調査としてスギ林床の地上生及びスギ樹幹着生のコケを調査し、種を同定した。なお、切り株や腐木、倒木に着生するコケも調査対象とした。

さらにA区では、コケ植生の経年的な推移を見るための方形枠調査を実施した。方形枠の大きさは50cm四方とし、斜面上部、中部及び下部に設置し、枠内の地上生コケの種及び被度を記録した。

B区では、都内の樹木に着生するコケの分布状況と比

較するために、広葉樹を含めて地上0.5m~2.0mまでの樹幹につくコケについて調査し、樹木ごとに種及び被度を記録した。

なお、コケは一部を持ち帰り光学顕微鏡により種を同定し^{9),10),11)}、標本として保存した。

2 調査結果

(1) 調査地点のスギ林の特徴

スギは下枝を落としてあり、比較的良好に管理された人工林であった。

A区の斜面上部には胸高直径83cmの大きなスギがあったが、周辺のスギは直径15~20cm程度でごく若いものが多かった。斜面中部では直径約20cm程度のスギが多く、下部では20~30cm程度であった。スギの樹勢は斜面上部から下部まで同程度で、枝先の枯損はないが枝葉の密度がやや悪いものがあり、樹勢2.5~3.0の範囲にあった。樹齢が若い割には梢端の成長量が落ちており、先端が丸くなって見えるものが多かった。

B区では、諏訪神社境内に胸高直径80cm以上の大スギが3本あるが、これらの樹勢は2.5の評価であった。なお、東斜面北側には直径40cm~50cmのモミが数本あったが、いずれも樹勢2.5でやや衰退していた。

(2) スギ林床の植生 (A区)

全体的にスギ林としてはやや明るく、下草が豊富であった。A区で確認された種子植物は40種、シダ植物は10種であった。なお、高さ2m以上の木本植物は少なく、調査しなかった。表2に調査結果をまとめた。

なお、上記植物は改訂増補 牧野新日本植物図鑑(1989)の科、属の順に記載した。

(3) 東斜面A区のコケ植生

調査区Aの全域を対象として樹幹や腐木及び地上に生育するコケを調査した。確認されたコケの種は表3のとおりであった。

(ア) 樹幹着生のコケ植生

スギ樹幹に着生しているコケは、シシゴケ、ホソバオキナゴケ、コモチイトゴケなど6種であった。モミに着生しているコケはスギに見られたコケと種類がかなり異なっており、ハリガネゴケ、ラセンゴケ、ナガハシゴケなどの6種であった。この他、斜面下部のクリーク脇に生育する灌木(広葉樹)にはキヨスミイトゴケが確認さ

表2 五日市町小机で確認された植物 (A区)

種子植物40種：ヤマグワ、カラムシ、ミズヒキ、ミゾソバ、ヨウシュヤマゴボウ、イノコズチ、ナンテン、ミツバアケビ、ドクダミ、タマアジサイ、ダイコンソウ、フユイチゴ、ヤブヘビイチゴ、フジ、クズ、ムラサキカタバミ、ゲンノショウコ、ノブドウ、ヤブガラシ、タチツボスミレ、カラスウリ、タニタデ、アオキ、チドメグサ、ウマノミツバ、マンリョウ、ヤブコウジ、テイカカズラ、アカネ、カキドオシ、キバナアキギリ、チゴユリ、サルトリイバラ、リュウノヒゲ、ヤブラン、オニドコロ、ヤブミョウガ、コチジミザサ、アズマネザサ、シュロ

シダ植物10種：オオバノイノモトソウ、イノモトソウ、ヤマヤブソテツ、ゼンマイ、ベニシダ、ミドリヒメワラビ、イヌワラビ、ミゾシダ、ゲジゲジシダ、クラマゴケ

れた。これらを合わせると樹幹着生種の合計は11種で、このうち蘚類は9種、苔類は2種であった。

(イ) 腐木、倒木上のコケ

スギの腐木、倒木、切り株、枯死株上でみられたのは、コモチイトゴケ、コカヤゴケ、ナガハシゴケ、ヒメトサカゴケ、ヒメシノブゴケ、ツルチョウチンゴケなど14種で、このうち苔類はヒメトサカゴケの1種のみであった。また、地上にはなく腐木、倒木等のみに生育していたコケはシシゴケ、ホソバオキナゴケ、ノミハニワゴケの3種であった。

(ウ) 腐植土および粘土上のコケ

地上に生育するコケは15種が確認された。特に頻繁にみられたのはヤノネゴケやナガハシゴケで、コツボゴケ、ツルチョウチンゴケ、ヒメシノブゴケ、トヤマシノブゴケなども比較的良くみられた。

(4) 方形枠調査によるコケの種類と被度 (A区)

方形枠の位置は図1に示した1~3で行なった。A区の斜面上部、中部、下部にそれぞれ2~3地点設定した。調査結果を表4に示した。全体的にはヤノネゴケが優占しており、斜面中部ではトヤマシノブゴケ、ツルチョウチンゴケが、斜面下部になるとヒメシノブゴケ、キヨスミイトゴケなどがみられた。

表3 調査地点で確認されたコケリスト

番号	和名	ラテン名(属、種名)*1	A区樹幹 スギ	A区 樹幹 モミ等*2	A区腐木等*3 スギ	A区地上 腐植 粘土	B区 樹幹*4
1	タチゴケ	<i>Atrichum undulatum</i>					○
2	トサカホウオウゴケ	<i>Fissidens cristatus</i>	○	○			○
3	キャラボクゴケ	<i>Fissidens taxifolius</i>					○
4	コシッポゴケ	<i>Blimbia japonica</i>		○			
5	シシゴケ	<i>Brothera leana</i>	○		○		
6	ホソバオキナゴケ	<i>Leucobryum neilgherrense</i>	○		○		
7	サヤゴケ	<i>Glyphomitrium humillimum</i>					○
8	ハリガネゴケ	<i>Bryum capillare</i>		○			○
9	ツルチョウチンゴケ	<i>Plagiommium maximoviczii</i>			○	○	
10	コツボゴケ	<i>Plagiommium trichomanes</i>				○	
11	スズゴケ s p	<i>Forsstroemia sp.</i>					○
12	キヨスミイトゴケ	<i>Barbella asperifolia</i>		○			○
13	ヒラゴケ科	<i>Neckeraceae</i>					○
14	オオトラノオゴケ	<i>Thamobryum sandei</i>				○	
15	イヌケゴケ	<i>Schwetschkeopsis fabronia</i>					○
16	キノウエノケゴケ	<i>Schwetschkea matsumurae</i>					○
17	ヒメウスグロゴケ	<i>Leskeella pusilla</i>					○
18	ホソオカムラゴケ	<i>Chamuraaea brachydietyon</i>					○
19	ミヤベゴケ	<i>Miyabea fruticella</i>					○
20	コバノイトゴケ	<i>Haplodymenium pseudo-triste</i>					○
21	ラセンゴケ	<i>Herpetineuron toccocae</i>		○			○
22	ノミハニワゴケ	<i>Haplocladium angustifolium</i>			○		
23	コメバキヌゴケ	<i>Haplocladium microphyllum</i>			○		
24	ヒメシノブゴケ	<i>Thuidium cymbifolium</i>			○	○	
25	トヤマシノブゴケ	<i>Thuidium kamedaie</i>			○		
26	ナガヒツジゴケ	<i>Brachythecium buchananii</i>			○	○	
27	ヤノネゴケ	<i>Brymia novae-angliae</i>			○	○	
28	コカヤゴケ	<i>Rhynchostegium pallidifolium</i>			○	○	
29	ツヤゴケ s p	<i>Eritodon sp.</i>				○	
30	ヒロハツヤゴケ	<i>Eritodon challengerii</i>					○
31	ミヤマサナダゴケ	<i>Plagiothecium nemorale</i>			○		
32	キャラハゴケ	<i>Taxiphyllum taxiroseum</i>				○	
33	アカイチイゴケ	<i>Isopterygium pohliaeacarpum</i>				○	
34	コモチイトゴケ	<i>Pylaisiadelphina tenuirostris</i>	○	○	○		○
35	ナガハシゴケ	<i>Senatophyllum subhumile</i>		○	○		
36	ヒメトサカゴケ	<i>Lophocolea minor</i>	○		○		○
37	クビレケビラゴケ	<i>Rachila constricta</i>					○
38	チジミカヤゴケ	<i>Macroraria ulophylla</i>					○
39	カラヤスデゴケ	<i>Frullania musciicola</i>					○
40	フルノコゴケ	<i>Trocholejeunea sandvicensis</i>					○
41	コモチフタマタゴケ	<i>Metageria consanguinea</i>				○	
42	ヒメフタマタゴケ	<i>Metageria decipiens</i>	○				○
43	ジャゴケ	<i>Conocephalum conicum</i>				○	
種数			6	7	14	15	20

*1:ラテン名は原色日本藓類図鑑(保育社,昭和62年)による

*2:モミの他、落葉広葉樹の灌木1本を含む

*3:腐木、枯死木、切株、倒木上

*4:諏訪神社のヤブガラ、イサ、モミ、杉、榎

表4 方形枠調査結果

調査日	地点	コケ名	被度	合計被度
92.2.25 標高235m	斜面上部1	コバノゴケ	50	50
		コバノイトゴケ	28	
	斜面上部2	キナノゴケ	10	40
		キナノイトゴケ	2	
92.2.25 標高225m	斜面中部1	キナノゴケ	80	90
		オトノゴケ	10	
	斜面中部2	キナノゴケ	99	99
		斜面中部3	ヒメシノゴケ	
		キナノゴケ	1	80
92.1.27 標高210m	斜面下部1	キナノゴケ	80	100
		コバノゴケ	20	
	斜面下部2	キナノゴケ	50	60
		ヒメシノゴケ	10	
	斜面下部3	ヒメシノゴケ	55	70
		コバノゴケ	10	
		ツルノゴケ	5	

(5) 諏訪神社周辺の樹幹着生種 (B区)

諏訪神社において樹木ごとの着生種及び被度を調べ表5に示した。イチョウの着生種は9種、ヤマザクラ7種、モミ5種、カキ5種、スギ4種であった。コケの確認頻

度についてみるとコモチイトゴケでは全調査13本中6本に確認され、コバノイトゴケでは13本中5本に認められた。この2種の他はまれにみられる程度であった。量的にはイチョウ、ヤマザクラ、カキの樹幹でコケの着生が多かった。一般に樹種の違いによって着生するコケの種類が若干異なるが、今回の調査結果はコケのつきやすさの一般的な傾向¹²⁾と合致していた。

3 コケ植生からみた調査地点の特徴

(1) 東斜面スギ林のコケ植生 (A区)

スギ林床のコケ植生としては、地上生の蘚苔類の種類、量とも比較的豊富であった。ヒメシノゴケをはじめとして湿潤な環境を好む種が多く、調査地点は全体的に湿潤であるといえる。特に、斜面下部の灌木上で見られたキョスミイトゴケの生育には高い空中湿度が必要であり、コケ植生からみると、斜面の中部から下部は上部斜面より一層湿潤な条件下にあった。

表5 諏訪神社及び裏山の樹木に着生するコケ等の種類と被度(B区)

樹種	イチョウ	ヤマザクラ	カキ	モミ	スギ	ヤマザクラ	スギ	スギ	スギ	スギ	スギ	モミ	モミ	コケ
樹木位置	境内	境内	境内	山	境内	山	境内	境内	境内	境内	境内	山	山	確認
胸高直径cm	80	100	20	30	40	60	100	40	60	90	55	60	40	樹木
総被度%	70	80	50	30	20	5	50	1	30	30	20	0	0	数
コモチイトゴケ	1			8	9	3	0.1	0.1						6
コバノイトゴケ	10	2	1	1		1.5								5
ラセンゴケ		24		1										2
ヒロハツヤゴケ	4		15											2
ハリカネゴケ			1	7										2
ヒメトサカゴケ		1					0.1							2
イヌケゴケ	21													1
キノウエノゴケ			20											1
ミヤノゴケ		14												1
オノオカムラゴケ	10													1
ナガハシゴケ					8									1
フルノゴケ		8												1
サヤゴケ				5										1
ヒメウスクゴケ			1											1
ヤステゴケsp.	1													1
ホソハオキナゴケ					1									1
チャホヒラゴケ	1													1
クビレヒラゴケ	1													1
ススゴケ						0.1								1
チジミカヤゴケ	1													1
レプラSp.	20	8	12	8	2	0.5	50	1	30	30	20			11
他地衣類	1													1
キスゴケ		23												1
蘚苔類種数	9	5	5	5	3	3	2	1	0	0	0	0	0	
着生種数計	11	7	6	6	4	4	3	2	1	1	1	0	0	

注：コケ名及び樹木はコケ出現種数の多い順に記載した

この他本来は地上や岩上に生育する（地上生）コケが数種樹幹上に認められた。トヤマシノブゴケ、ヒメシノブゴケ、ナガヒツジゴケ、コカヤゴケ、トサカホウオウゴケなどである。この事実も本調査地点がかなり湿潤な条件にあることを示している。

なお、スギ樹幹の根元でやや明るいところに多いとみられるカガミゴケは本調査では認められなかった。カガミゴケは本調査地点のように下草が多く湿潤な条件では少なくなるのかも知れない。このほかシシゴケ、ホソバオキナゴケもスギ樹幹にはよくみられるコケであるが、中心部大杉付近で見られた他、ここでは比較的少なかった。

(2) 諏訪神社周辺の樹幹着生のコケ植生 (B区)

我々が報告した都内の樹木着生蘚苔類の生育状況^{12),13)}の地域的特徴からB区のコケ植生を評価、検討した。

B区で認められたラセンゴケ、イヌケゴケ、キノウエノケゴケ、コバノイトゴケ、ホソオカムラゴケ、フルノコゴケなどは開発が進んでいない郊外地域から山間部にかけて良くみられるコケである。またヒロハツヤゴケは都心部にはやや少ないが比較的広域的な分布を示し、コモチイトゴケは都市部から山間部まで広域的な分布を示すコケである。以上のように、樹幹につくコケの種類は郊外地域～山間部周辺地域の特徴に合致し、本地点の自然が比較的豊かなことがわかった。

今後、降水の状況や土壌pH等をあわせて植生の推移を見てゆくことが大切であろう。

4 まとめ

- (1) 五日市町小机のスギ林及びその周辺の蘚苔類植生を調査した。
- (2) 調査地点のスギにはいわゆる先枯れはなく、その樹勢はやや悪化している程度であった。
- (3) スギ林としてはやや明るく、下草及びコケの植生は豊富であった。
- (4) スギ林内のコケの種類からみて、調査地点は湿潤であり、空中湿度も高いことがわかった。
- (5) 都内の樹木着生蘚苔類分布調査に当てはめて評価した結果、本調査地点の樹木に着生するコケの植生は山間部及びその周辺地域の特徴に合致し、自然が豊かであることが示された。

(大橋 毅、菅 邦子、小山 功)

(III)五日市町小机のスギ林の土壌動物群集

酸性雨パイロットフィールドの現状を知るため、土壌動物（主に小形節足動物）を調べたので報告する。

1 調査地点

1991年11月に五日市町小机地区東側斜面（調査区A）において調査を行った。採集地点として、林内雨採取地点（斜面上部にある大スギから東へ3 m）、林外雨採取地点（尾根筋の林外の平地）、斜面下部にある池の付近のスギ林、計3地点（図1及び図5、以下、それぞれA、C、Dと称す）を選び、その土壌及び土壌動物を調査した。これらの概況を表6に示した。

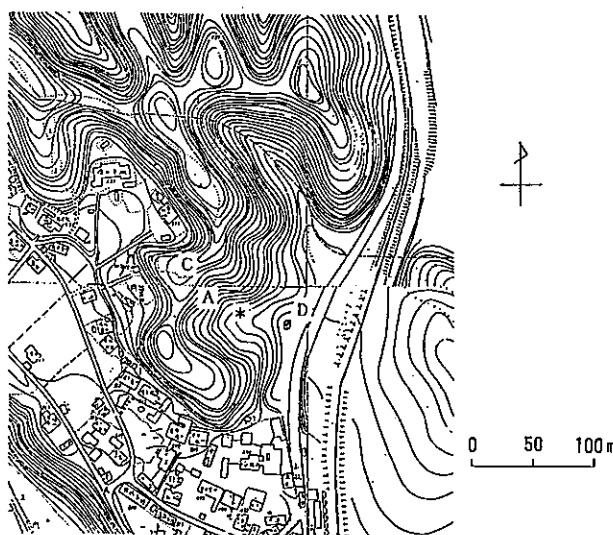


図5 五日市町小机地区の土壌動物採取地点
A, C, D: 土壌打ち抜き罐による採集
*: ミミズ採集場所

表6 五日市町小机の調査地点の概況

調査地点	高木層の樹種	土壌の様子
A	スギ	林内の傾斜地。地表に薄くスギの落葉がみられる。腐植は僅か粘土質の土壌。
C	なし	林外の尾根筋の平地。草本が覆い、粘土質の土壌。
D	スギ	池、道路近くの平坦な林地。落葉腐葉層は1cm程度で、それ以深、黒褐色の軟らかい土壌。

2 調査方法

(1) 土壌

打ち抜き缶（内寸5 cm×4 cm×深さ5 cm）を用いて、前記3地点の深さ0～5 cmの土壌を採取した。各地点で土壌分析用に1缶採取した。土の入った缶を実験室に持ち帰り、前報¹⁴⁾同様、土壌の水分量、三相（固相、液相、気相）の割合を調べた。

(2) 土壌動物

各地点で土壌動物抽出用に深さ0～5 cmの土壌を3缶採取した。缶内の土壌をツルグレン装置（40W白熱電球、試料受容部網目2 mm）に投入して48時間点灯し、土壌動物を抽出した。土壌動物のプレパラート標本を作成し、種類と個体数を調べた。また、3調査地点を含め東側斜面表層土壌を調べ、ミミズを採集し、その種類を同定した。

なお、科名等は日本産土壌動物検索図説¹⁵⁾に準拠した。

3 結果と考察

(1) 土壌

調査地点の土壌の水分量、三相の割合を表7に示した。水分量の多さはA<C<Dであった。これはAに比べCのほうが雨に当たることが多いため水分量が多く、また、Dは池に近いので最も湿っていたためと思われる。3地点とも液相が土壌の全体積の半分を占め、湿潤な土壌環境であることがわかった。固相の割合はA>C>D、逆に、気相の割合はA<C<Dであった。Aは固相、気相がそれぞれ30.5、18.2%で、この値は保全地域等の雑木林の結果¹⁴⁾と比べて固相の割合が大きく、逆に気相の割合が小さく、Aの土壌は間隙が少ないことがわかった。

表7 調査地点の土壌水分量、土壌三相

調査地点	土壌水分量 (水分量/乾重)	土壌三相		
		固相	液相	気相
A	67.9%	30.5%	51.3%	18.2%
C	83.4	22.8	49.2	28.0
D	131.6	15.8	51.4	32.8

表面から深さ5 cmまでの土壌を分析

(2) 土壌動物

ア 小形節足動物

各地点で抽出された小形節足動物を表8に示した。種類数はA<C<Dで、土壌中の水分量及び気相の割合の順位と同じであった。3地点ともダニ、トビムシ類が優占し、一般的な土壌環境であった。

表8 五日市町小机地区の土壌動物(1991年11月調査)

土壌動物	調査地点 A			C			D		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
昆虫									
カマアシムシ								1	
トビムシ	3	2	5	4	8	3	5	18	16
アブラムシ成虫	1								
カイガラムシ幼虫						1			
アリゾカムシ成虫					1			3	3
ナガハナノミ幼虫							2		3
タマバエ幼虫				4		2		1	1
ケバエ幼虫							1	2	
ニセケバエ幼虫									3
ミズアブ幼虫			1						
アシナガバエ幼虫		1							1
その他									
ダニ	6	13	20	41	28	28	30	140	126
ワラジムシ								4	4
ジムカデ				1	1				
イシムカデ									1
コムカデ						1			1
総個体数	10	16	26	50	38	35	38	169	159

(数字：個体数/20cm²(深さ0～5 cmの土壌))

Dでは3試料中2試料が150個体/20cm²(75,000個体/m²)を越し、保全地域等の雑木林(落葉が除去されていない)の値¹⁴⁾と匹敵した。また、この値は豊かな森林土壌の生息密度(数万～10万個体/m²)¹⁶⁾にも匹敵した。Dは土壌水分量が多く、気体の占める割合も大きい(表7)小形節足動物の個体数が多いものと思われる。

Aは10～26個体/20cm²(5,000～13,000個体/m²)、Cは35～50個体/20cm²(17,500～25,000個体/m²)で、Aの生息密度が3調査地点中、最も低かった。Aは傾斜地のため落葉等有機物が堆積しにくく、土壌が粘土質で間隙が少ないため(表6、7)生息密度が低いものと思われる。

イ トビムシ類

7科のトビムシが抽出された(表9、不明種はそのどれかの科に属すると思われる)。A、Cでは、どの科もほぼ均等にみられた。Dではツチトビムシが優占した。

表9 五日市町小机地区のドビムシ類

種 類	調査地点			C			D		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
ヒメトビムシ (Bygonesuridae)			1						1
シロトビムシ (Onychiuridae)	1			2		1	1	1	3
イボトビムシ (Neanuridae)	2	1		2	1		1	1	
ツチトビムシ (Isotomidae)		1	1	1			3	1	1
トゲトビムシ (Tomoceridae)				2	1			2	1
キヌトビムシ (Oncopodidae)		1		1				2	
アヤトビムシ (Entomobryidae)		1		1	2				
不明		1		1				1	
総 個 体 数	3	2	5	4	8	3	5	18	16

(数字：個体数/20cm² (深さ0~5cmの土壌))

ウ ダニ類

出現した科の殆どが我が国に広く分布するものであった^{15,17)} (表10)。樹林内の土壌に生息するコイタダニ、ツキノワダニ¹⁸⁾が採集されており、ダニ相と調査地点の環境が合致するように思われた。今回の調査で同定できたダニはトゲダニ亜目6科、ケダニ亜目3科、コナダニ亜目1科、ササラダニ亜目17科であった。地点ごとに4

表10 五日市町小机地区のダニ類

種 類	調査地点			C			D		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
トゲダニ (中綱目) 亜目									
キツネダニ (Veigaiidae)		1			1			3	
フツトゲダニ (Ologamasidae)				4		4	1		4
マヨイダニ (Ascidae)				2	1	4		1	
ウテナガダニ (Fodocinidae)					1	1			
ホコダニ (Parhalaspididae)			2	2	2	3	1	4	3
イトダニ (Uropodidae)	1	3					1	6	9
不明		1		1		1			1
ケダニ (前綱目) 亜目									
ホコリダニ (Tarsosomidae)				3	1				1
ヨロイダニ (Labidostomidae)		1							
ツツガムシ (Trombiculidae)	1								
不明				2				1	3
コナダニ (無綱目) 亜目									
コナダニ (Acaridae)	1	1						3	1
ヒロボス						19			
ササラダニ (無綱目) 亜目									
イレコダニ (Phthiracaridae)	1	1	2				2	1	4
ヘソイレコダニ (Euphthiracaridae)				1			8	27	10
ヒワダニ (Bygghthoridae)								3	6
ダルマヒワダニ (Brachythoridae)								1	5
ハラミソダニ (Epilohmanniidae)		2	2						
コナダニモドキ (Malacostridae)	1				3	2	7	20	37
ツキノワダニ (Nannemanniidae)					2	1			1
ホソクモスケダニ (Damaeolidae)									3
クモスケダニ (Eremobelbidae)								1	2
クワガタダニ (Tectocepheidae)						2			
イカダニ (Otocepheidae)									3
ツブダニ (Oppiidae)	1	4	5	5	10	3		27	10
マドダニ (Suctobelbidae)			2	1	1			7	1
シダレコソダニ (Xylobalidae)	1					1	2	22	6
オトヒメダニ (Scheloribatidae)					3	4	1		1
コバネダニ (Ceralozetidae)		2							
フリソデダニ (Calumidae)		2		1	1		1	3	3
不明		1		2	1	1	6	10	12
総 個 体 数	6	13	20	41	28	28	30	140	126

数字：個体数/20cm² (深さ0~5cmの土壌)

表11 同定できたダニの科数

ダニ	調査地点		
	A	C	D
トゲダニ亜目	3	5	5
ケダニ亜目	2	1	1
コナダニ亜目	1	1	1
ササラダニ亜目	8	9	14
総科数	14	16	21

亜目の出現科数を表11に示した。3地点ともササラダニ亜目が最も多く、トゲダニ亜目がそれに続き、総科数はA<C<Dの順であった。自然界の土壌中では、ササラダニ亜目>トゲダニ亜目>ケダニ亜目>コナダニ亜目の順に種類数が多く、人為的影響が強く加わった環境ではこの順位が乱れてくる^{14,15)}。調査地点はダニの種類組成からみて一般的な土壌環境といえよう。

次に個体数の結果を述べる。どの地点も過半数を越える科はみられず (表10)、ダニ群集の均等性が高いことがわかった。Aの個体数が6~20/20cm² (3,000~10,000/m²) で、特にササラダニ亜目個体数が少なかった。この生息密度は、人為的影響 (踏圧、落葉

表12 ダニ類各亜目の個体数

ダニ	調査地点		
	A	C	D
トゲダニ亜目	8 (20.5)	27 (27.8)	34 (11.5)
ケダニ亜目	2 (5.1)	6 (6.2)	5 (1.7)
コナダニ亜目	2 (5.1)	19 (19.6)	4 (1.4)
ササラダニ亜目	27 (69.2)	45 (46.4)	253 (85.5)
総個体数*	39	97	296

()内数字：各亜目の割合

*：各場点の3試料の合計値

の除去)の大きい雑木林の値(53、100/100cm²(5,300、10,000/m²))¹⁴⁾に近かった。前述のように、Aは落葉等有機物が堆積しにくく土壌の間隙が少ないためダニの生息密度が低く、反対に、Dは土壌水分量が多く、気体の占める割合も大きいため生息密度が高いと思われた。

各3試料を併せた個体数でダニ亜目間の比較を試みた(表12)。ササラダニ亜目が最も多く、次にトゲダニ亜目が続き、ケダニ、コナダニ亜目が少なかった。この傾向は自然界の土壌環境では一般的であるといわれる¹⁷⁾。前述の種類数(科数)でみた亜目の順位と考え併せるなら、調査地点の土壌環境は特別変わったものとはいえなかった。

エ ミミズ

Aの20m東で(図5)、サクラミミズ(*Allolobophora japonica*)を採集した。この種は、我が国の山野に広く分布している普通のミミズである¹⁹⁾。

5 まとめ

五日市町小机にある酸性雨パイロットフィールドの土壌動物(主に小形節足動物)を調査し、次のことがわかった。

- (1) ダニ、トビムシ類が優占し、一般的な土壌環境であった。
- (2) 種類数、生息密度は池付近のスギ林(D地点)が最も多く、林外の平地(C地点)、スギ林内の斜面地(A地点)の順であった。種類数、個体数は土壌中の水分量及び気相の多さと関連があるように思われた。
- (3) トビムシ類は7科採集され、林内の斜面地、林外の平地では優占種がみられず、池付近の林ではツチトビムシが優占した。
- (4) 3地点とも、過半数を越えて優占するようなダニはみられなかった。ダニ群集組成からみても、調査地点は一般的な土壌環境と思われた。
- (5) 我が国の山野に広く分布するサクラミミズが採集された。(大野正彦)

本調査を実施するにあたり快く調査に協力いただいた五日市町の小机晃氏、原田行雄氏、スギの年輪解析に協力いただいたSOFTEXの荒井一正氏、麻布大学の卒研生の林敏明氏、シダの同定をしていただいた独協大学の加藤僊重氏に厚く感謝いたします。

参考文献

- 1) 佐々朋幸, 後藤和秋, 長谷川浩一, 池田重人: 盛岡市周辺の代表的森林における林外雨, 林内雨, 樹幹流の酸性度ならびにその溶存成分—樹種による樹幹流のpH固有値—, 森林立地, 32.2, 43-58 (1990)
- 2) 久米一成, 浅川貞雄, 縣富美夫, 鈴木久雄: スギ, ヒノキの樹幹を流れる雨水成分の性質について, 静岡県衛生環境センター報告, 31, 33-39 (1988)
- 3) 水上和子, 高野利一: 酸性降下物による樹林への影響(第1報), 埼玉県公害センター研究報告[15]49-56 (1988)
- 4) 加藤善徳, 矢本てるみ: 都市域における林内雨・樹幹流(1), 横浜市環境科学研究所報第17号, 35-47(1933)
- 5) 小山功: スギ衰退の地域的特徴, 東京都環境科学研究所年報52-60 (1991)
- 6) 東京都植生調査報告書: 東京都 (1987)
- 7) 増補改訂牧野新日本植物図鑑, 北隆館 (平成元年)
- 8) 沼田真, 浅野貞夫, 桑原義晴: 山野草・樹木生態図鑑, シダ類・裸子植物・被子植物(離弁花)編, 全国農村教育協会 (1990)
- 9) 服部新佐, 岩月善之助, 水谷正美: 原色日本蘚苔類図鑑, 保育社 (昭和62年)
- 10) 野口彰: 日本蘚苔類図説, 北隆館 (昭和51年)
- 11) 関根雄次: 日本産蘚類の検索, 豊饒書館 (1982)
- 12) 菅邦子, 大橋毅: 樹木着生蘚苔類の生育状況(I), 東京都環境科学研究所年報1993
- 13) 菅邦子, 大橋毅: 東京都における樹木着生蘚苔類の分布状況, 日本蘚苔類学会会報, 5, 11, 173-179 (1992)
- 14) 大野正彦: 保全地域等の雑木林における土壌動物(小形節足動物)の生息密度(その2), 東京都環境科学研究所年報1992, p.274-280.
- 15) 青木淳一ら: 日本産土壌動物検索図説, 東海大学出版会, (1991).
- 16) 青木淳一: 小形節足動物研究法, 土壌動物生態研究法(北沢右三編), 共立出版, p.95-152, (1977).
- 17) 青木淳一: 土壌動物学, 北隆館, (1973).
- 18) 原田洋: ササラダニ類の生態分布に関する研究II, 人為圧との関係について, 横浜国大環境研紀要, 16, p.119-135. (1989).
- 19) 岡田要ら: 新日本動物図鑑〔上〕, 北隆館, (1974).