

自然教育園の代表的植生の土壌水分環境変化

平山良治*・須永薫子**

Comparison 20 years after the Soil Water Environment of
Some Representative Forest in the Institute for Nature Study

Ryoji Hirayama* and Kaoruko Sunaga**

はじめに

自然教育園の土壌は黒ボク土である。自然教育園の土壌に幾ばくかの相違があるとすれば、環境因子の影響である。環境因子の中でも植生と地形の影響が強くてくるはずである。植生、地形と土壌を結ぶ接点に土壌水の反応がある。そこで、同じような地形で、植生をパラメータにして土壌水の解析を行った。

前回は、1976年から1977年にかけて、自然教育園の代表的林相である、シイ林、ミズキ林、コナラ林およびマツ林の土壌の土壌水分環境を調べた(坂上他, 1978)。今回は、20数年経って自然教育園ひいては大都市東京の環境がどの様に変化したか、それらが土壌水分環境の見地からどのように考えられるかを調べた。

1. 調査法

前回と同様に、4林相下で、林内雨と土壌水を調査した。土壌水はテンションフリーライシメータによって捕集した(有光, 1982 a, 1982 b, 平山他, 1988)(図1)。埋設層位は、A層(5 cm)とB層(30cm)に埋設した。

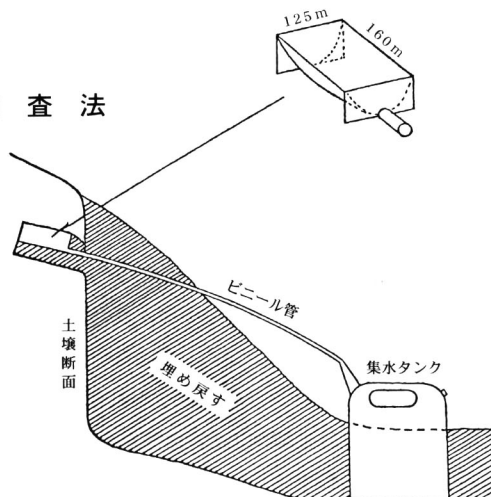


図1 ライシメーターの埋設方法

* 国立科学博物館筑波研究資料センター, Tsukuba Botanical Garden, National Science Museum

** 東京農工大学大学院連合農学研究科, United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

2. 土壌水の分析

1998年11月から2000年6月まで各月毎に集水し、その捕集量と溶存成分の調査をした。調査は毎月行ったが、捕集できなかった月それに装置が壊れていた月が欠損月となっている。調査日は、1998年は11/22, 12/24, 1999年は1/22, 6/25, 7/24, 8/27, 9/30, 10/24, 11/26, 12/26, 2000年は1/29, 2/29, 3/29, 4/28, 5/30, 6/30である。なお、同時に林内雨量も調査した。

3. 溶存成分の分析項目と分析

1) 捕集量 1日のmm数に換算した。

2) pH…ガラス電極法

3) 無機態窒素

- ・アンモニア態窒素 (NH₄-N) RQフレックス (NH₄-N 0.2-0.7mg/l 測定用Merck社製) を用い定量した。
- ・硝酸態窒素 (NO₃-N) RQフレックス (NO₃-N 3-90mg/l, 5-225mg/l 測定用Merck社製) を用い定量した。

4) 無機陽イオン

- ・カルシウム・マグネシウム (Ca, Mg) 原子吸光光度計 (日立社製 Z-8100) を用いて分析した。
このとき1000mg/l になるように、SrCl₂を加えた。
- ・カリウム (K) 原子吸光光度計 (日立社製 Z-8100) を用いて分析した。

4. 結 果

前回同様、B層からの土壌水の捕集は非常に少なく、考察が困難なために、A層の結果で考察する。特記事項として、今回はカラスによるいたずらが多く、装置が何回か破壊され、データに欠損が生じた。特にコナラ林とミズキ林で多く発生した。前回のデータと比較して考察を行った。

林内雨と土壌水捕集量

林内雨と土壌水捕集量の結果と季節変化は図2に示した。

前回と同様、土壌水の捕集量は、夏季に多く冬季に少ない傾向であった。林内雨は前回は、最高約12mmで、通常は4~8mmであった。今回は、コナラ林の8mmが最高値で、通常は4mm以下と少なく、特にシイ林での林内雨が少なかった。全体に土壌水の捕集量は、前回は、2mm以下に対して、今回は3~4mm程度であった。4林相を比較してみると、前回同様、斜面長の短いシイ林が少なく、次にミズキ林が少なく、コナラ林マツ林は同じ様な捕集量であった。

林内雨およびその土壌水のpHの季節変化

林内雨およびその土壌水のpHの季節変化は図3に示した。

林内雨のpHの季節変動は、前回同様あまり認められなかった。前回は、シイ林が4~5の範囲で、コナラ林が6前後であった。今回はシイ林それにコナラ林ともに6前後であった。前回より値が6前後に安定したのは、酸性雨などの影響が少なくなったと解釈できる。

土壌水のpHは、前回はどの林相下の値も、4.5前後で一定で推移しているのに対し、今回はマツ林が6~7と一番高い値を示し、シイ林、ミズキ林それにコナラ林が2~6で、時に非常に低い2強の

値を示した。林内雨であり低い値であったのに対して、土壌水が低くなる理由は、土壌そのものに原因がある。土壌中に外部より何らかの物質類が付与された。酸性雨などの要因である硫黄とか硝酸態窒素それに他の物質が考えられるが、原因はさらに詳細に解析しなければならない。

林内雨と土壌水の溶存無機態窒素

林内雨の溶存無機態窒素濃度を図4に示した。

硝酸態窒素の濃度は、前回は、2 ppm以下で推移し、時に6 ppm程度に上がることがあった。今回は2 ppm以上になる月が多く、かつ最大12 ppmをコナラ林で記録した。アンモニア態窒素は、逆に前回は、最大16 ppmと非常に高い値を示していたが、今回はほぼ2 ppm前後で、最大4.5 ppm程度であった。

土壌水中の溶存無機態窒素の季節変動を図5に示した。

アンモニア態窒素は、コナラ林で7 ppmと異常に高い値がでていますが、シイ林をのぞき0.5 ppm前後で、推移している。これは前回とほぼ同じ傾向である。シイ林は1 ppmと多少高い。硝酸態窒素は、今回は、最大47 ppmと前回に比較して高い値で、10 ppm程度と、前回とほぼ同じ濃度で推移した。

土壌水に溶存する無機態窒素と土壌水量の関係を図6に示した。

前回認められなかった以上に、今回は土壌水量の増加と溶存成分間には関係が認められず、希釈効果はないようである。

林内雨と土壌水の溶存無機成分

林内雨のカルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、カリウム (K) の濃度季節変化は図7に示した。

マグネシウムとカリウムは夏季が高く冬季に低くなっている。カルシウムはあまり季節的な変動はなかった。前回の林内雨の濃度と比較してみる。カルシウムは最高18 ppmであったのに対して今回は30 ppmと今回が高い。平均値は同じ5~6 ppmであった。マグネシウムは、前回は2~3 ppmであったのに対して最大11 ppmと今回は非常に高い濃度であった。平均すると2~3 ppm程度で平均的にも高い値を示した。カリウムは、前回は2~10 ppm程度であったのに対して、今回は90 ppmと非常に高く平均的にも今回は10~20 ppmで高い濃度であった。

土壌水の溶存無機成分は図8に示した。

今回の土壌中のカルシウム、マグネシウム、カリウムの濃度の季節変動はあまり認められなかった。落葉による季節的なミズキ林、コナラ林の変動も顕著には、認められない。カルシウムは今回の値では、マツ林が極端に高い濃度を示し30~70 ppm、他の林相も5~20 ppmのオーダーで、これは前回と同じであった。マグネシウムは前回は4~6 ppmで推移しているのに対して、今回は平均3~5 ppmに対して最高濃度はマツ林の9 ppmであった、全体に、シイ林とマツ林が、カルシウムと同様に高い濃度で推移している。カリウムに関しては、前回は4~6 ppm程度で推移しているのに対して、今回はシイ林が最も高く22 ppmの値を示し、他の林相よりも高かった、他の林相は4~5 ppm程度であった。マツ林の土壌水のpHが高い原因はこれらカルシウム等に原因があると思われる。

土壌水の溶存成分間の相互比較

土壌水中の溶存成分の中で、カルシウム濃度とマグネシウム濃度の相関関係は非常に高いことが報告されている(有光, 1982 a, 1982 b, 平山他, 1988)。今回もカルシウム濃度とマグネシウム濃度の相関関係を図9に示した。全体の相関関係は($r=0.72$)で非常に相関が高いことを示し過去の報告($r=0.78$)と一致した。図から見て取れることは、マツ林とシイ林では、異なる直線式が成り立

つようだが原因ははっきりしない。

硝酸態窒素とカルシウムも相関が高い溶存成分であるが、その結果を図10に示した。前回は、 $r = 0.70$ であったのに対して、今回は $r = 0.72$ で前回と同じ傾向にあった。

5. 考 察

前回の調査後20数年経過した。大東京での環境の変化を見るために、自然教育園の大きな樹木がいかに環境変化を受け止め、土壌などに影響を与えたかを、土壌水のデータ解析から検討を加え、環境変化の解析の基礎とした。

土壌に関して考えられることは、この年数程度では、あまり影響による変化は起きていないのではないかと考えられる。なぜなら、土壌を直接分析してもわずかな増減は、分析誤差中に含まれてしまうことになりうる。考えられるのは、都市化によって、乾燥化がより進む可能性が高い。それに外部から、たとえば酸性雨や排気ガスのような都市の降塵として自然教育園の自然植生に直接影響を与え、それが林内雨、樹幹流など樹木から流れ出す場合、落枝落葉によって直接土壌に影響を与える場合が考えられる。土壌水の場合は直接土壌と反応してくるために変化が現れやすいと思われる。しかしながら、このような実験を行った報告はなく、これが最初の報告になる。

土壌水のpH値が高く、各溶存成分の濃度が高い値を示しているのは、この20数年で、土壌中に反応する物質が増えたと考えられる。農地においては、土壌および地下水の硝酸態窒素汚染が、土壌の富栄養化によって引き起こされていることが問題になっている。自然教育園の土壌水の濃度も、若干高めである。このことから、高速道路に近いマツ林の濃度が高くなっていることから、環境の悪化が考えられるが、さらに詳細な検討が必要である。

ただこれらの実験は、全く同一の条件で再現性が高い実験とは認めがたい欠点がある。全く同じ条件下には置けないと言うことである。つまり、土壌に挿入するライシメータもそのまま20数年装置を設定しておけばよいのであるが、多少変化はある。

それらを勘案しても、土壌水の変化から見ても、酸性化より中性に傾く都市化現象、または都市の富栄養化が進んでいると言える。都市が、生態的にバランスを崩し、微小生物等の活動による、東京本来の気候下の環境を作れていないと言うことである。

謝 辞

このような実験の機会を与えていただいた、国立科学博物館附属自然教育園の皆様には、記して謝意を示す。

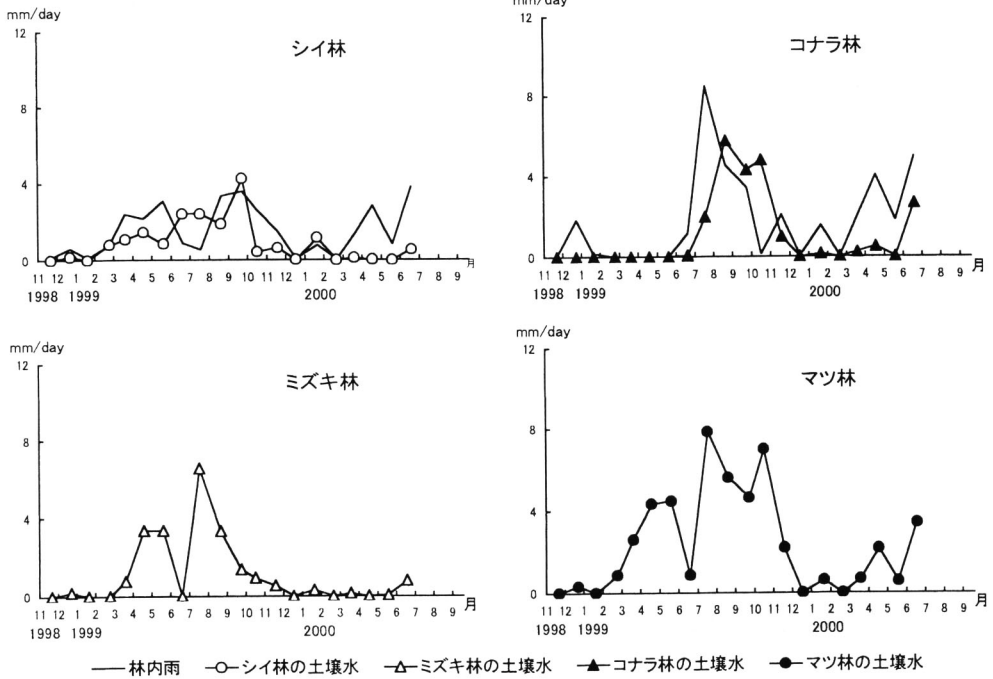


図2 土壌水量と林内雨量の季節変化

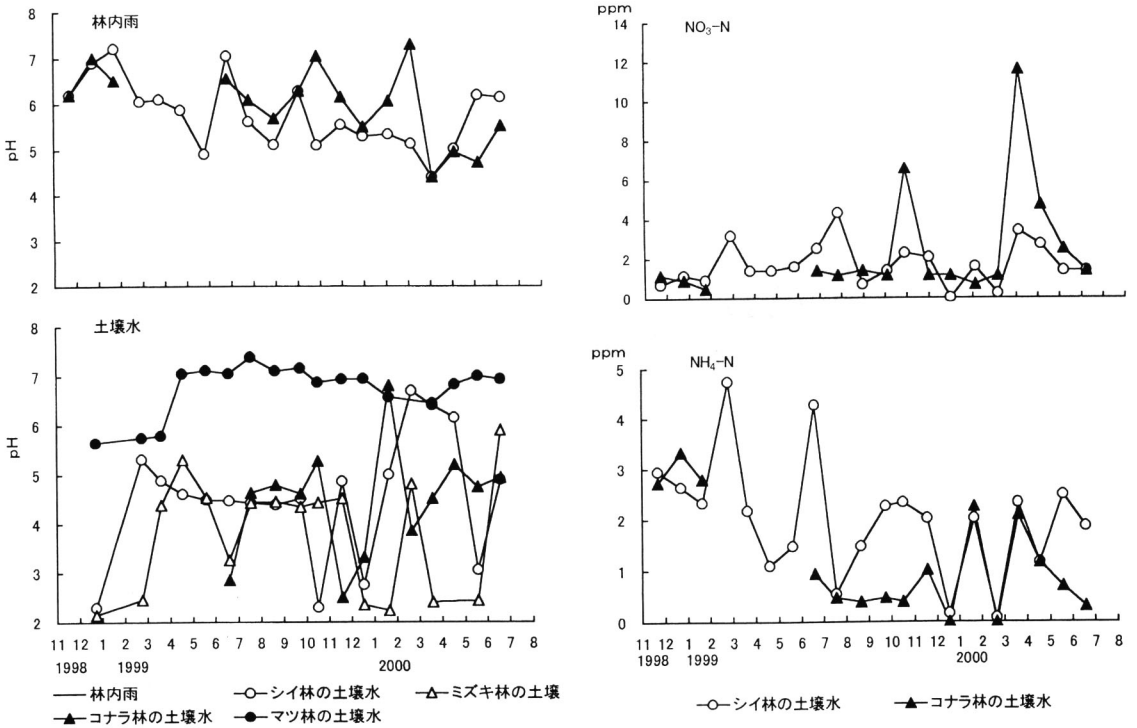


図3 林内雨およびその土壌水のpH

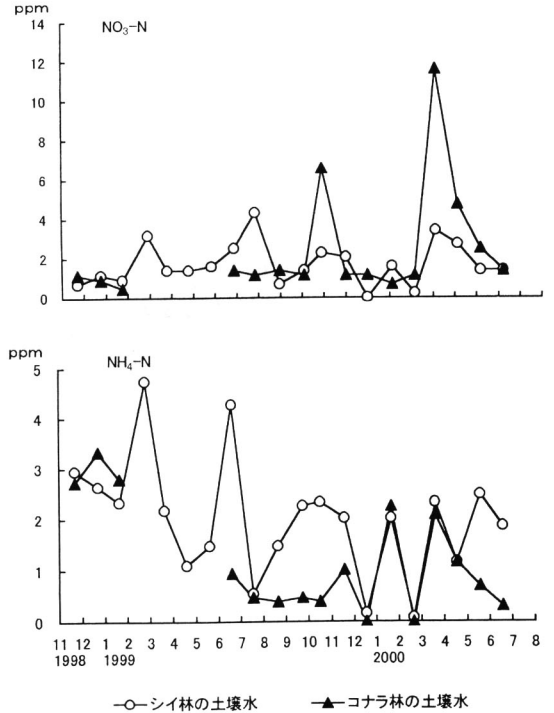


図4 林内雨の硝酸態窒素とアンモニア態窒素

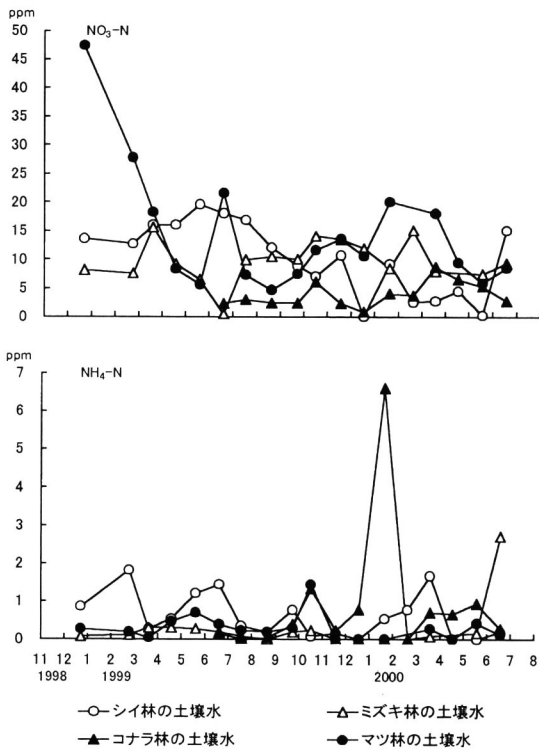


図5 土壌水の硝酸態窒素とアンモニア態窒素

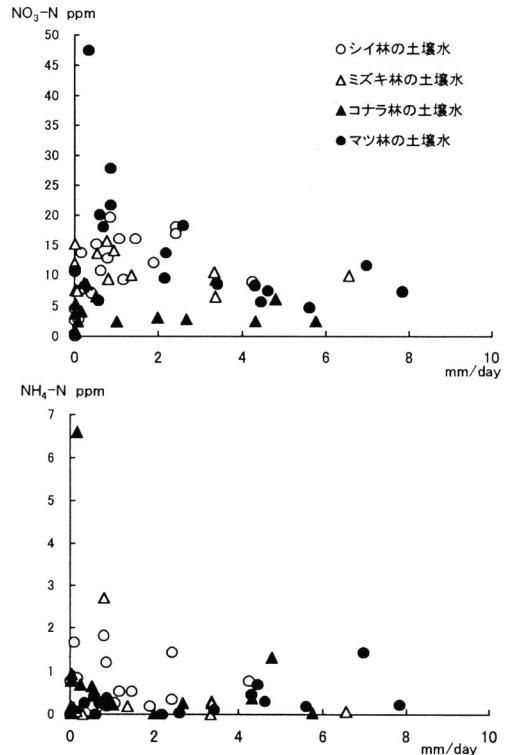


図6 土壌水量と硝酸態窒素、アンモニア態窒素との関係

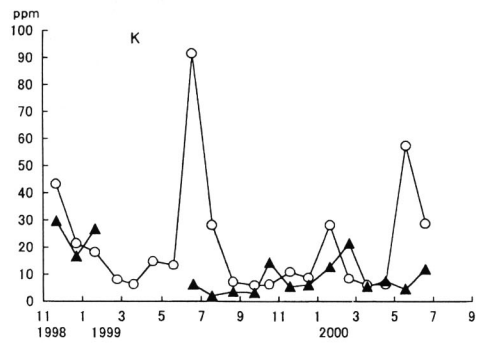
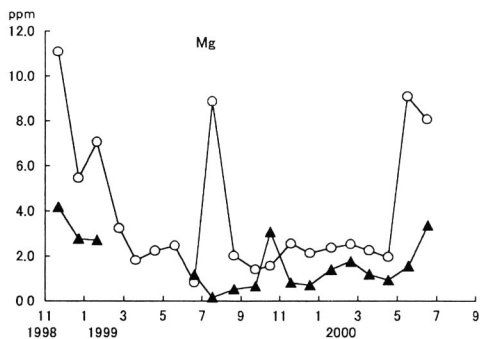
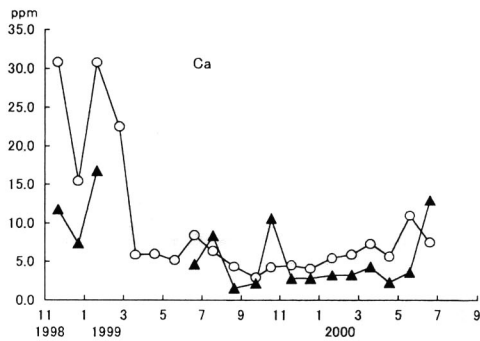


図7 林内雨のカルシウム、マグネシウム、カリウム濃度

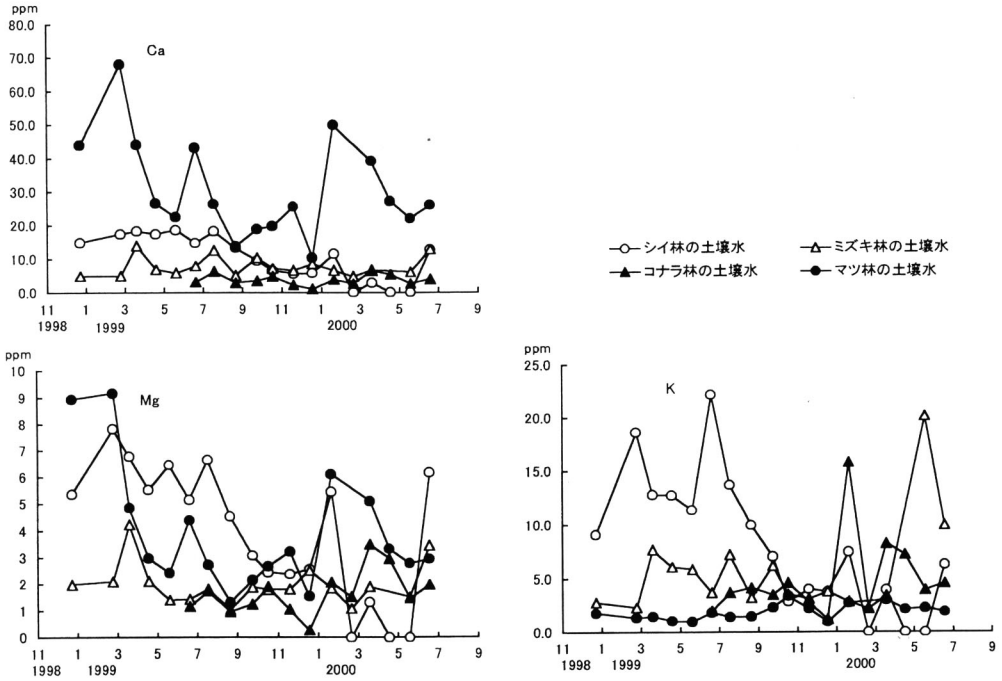


図8 土壌水のカルシウム、マグネシウム、カリウム濃度

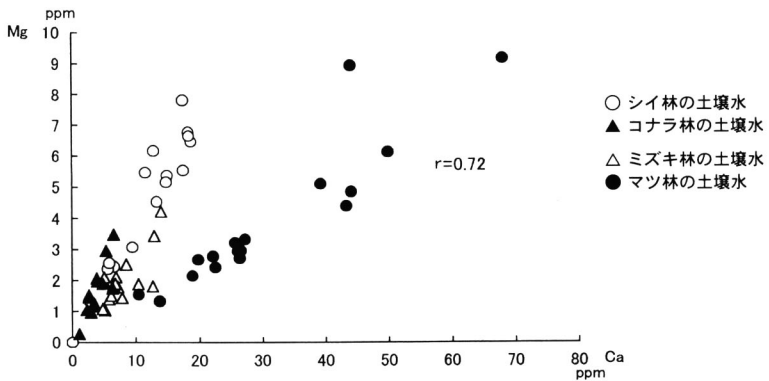


図9 カルシウム濃度とマグネシウム濃度の関係

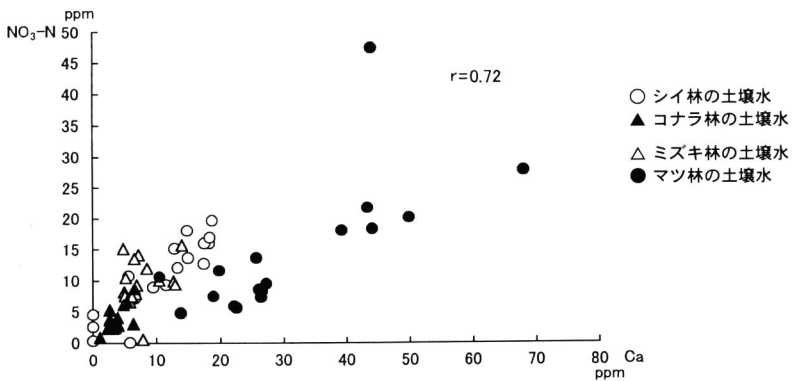


図10 硝酸態窒素とカルシウム濃度の関係

引用文献

- 坂上寛一他. 1978. 自然教育園の代表的植生の土壌と水分環境. 自然教育園報告, (8): 20-38.
- 有光一登. 1982 a. 序説森林土壌の水分動態の経時変動, 森林土壌の水分動態に関する研究 (第1報) 林業試験場研究報告, (317): 67-112.
- 有光一登. 1982 b. 森林土壌および溶存成分の動態, 森林土壌の水分動態に関する研究 (第2報) 林業試験場研究報告, (318): 12-78.
- 平山良治. 1988. 乾性ポドゾルと湿性鉄型ポドゾルについて, ポドゾル性土壌に関する実験的試み, 筑波実験植物園研報, (7): 121-135.

Summary

The soil water under some representative forest in the Institute for Nature Study was investigated.

Comparison examination was carried out with the data of 20 years ago.

The result was shown followed.

The remarkable difference was not showed by the difference in forest as compared with the data of 20-years ago. Of the soluble components, pH of soil water showed the high value. Especially the soil water of a pine forest showed the high value. And the soluble components of calcium etc. of a pine forest showed high concentration. The value of concentration of a nitrate nitrogen of a pine forest also was shown with high value at time.

The data of this soil water shows a possibility that city environment has been getting worse.