

論文

都市近郊林の林床管理の有無による植生と環境の特徴 その4 林床の土壌条件について

久野春子・新井一司

摘要：都市近郊林における管理の有無と放置年数による違いが、土壌の物理性や化学性へどのような影響を与えているかをみた。冬期の下刈りや落ち葉掻きなどによって管理された林は、土壌の硬度、体積含水率は放置された林より高い値であり、孔隙率は低かった。長期間の放置林ではこれらの値は短期の放置林よりも大きく変化した。土壌中のECでは、放置林の方が管理区よりも高い値であり、また、上層にある土壌ほど差が大きかった。一方、全炭素、全窒素、交換性塩基のMgおよびCa濃度は、長期間放置された林の上層の土壌ほど増加した。しかし、比較的短期間の放置林では管理された林と同様な値であった。土壌硬度などの物理性の変化やECの変化よりも、これらの有機物を含めた土壌化学性の変化の方が時間は掛かるものと示唆された。

キーワード：都市近郊林、雑木林、林床管理、土壌、硬度、含水率、EC、全炭素、全窒素、交換性塩基

1. はじめに

前報(その1、2、3)では都市近郊林における管理の有無と放置年数による違いが、林分構造、植物種の組成と多様性など、また、林内の光や温度条件に影響を与えていることを述べた。本報告では、これらの管理条件が土壌の物理性や化学性へどのような影響を与えているかをみた。二次林内の土壌条件については、根本・養父(1997)がコナラ二次林の林床の植生と土壌硬度の間に負の相関があるとことを示唆している。また、辻・星野(1992)はコナラ二次林の林床管理の有無によって土壌硬度が異なることを報告している。しかし、管理の有無と放置年数による違いについての林床植生と土壌の関係を調べた例はほとんどない。そこで、同一地域の都市近郊林内で、下刈りや落ち葉掻きなどの管理を毎年行っている区と管理を停止して6年と26年を経過した区において、土壌が受ける物理性と化学性への影響を明らかにして、今後、多様化する都市近郊林のあり方に対応できる管理手法についての知見を得ることを目

的に研究を行った。

2. 研究方法

2.1 調査地の概要

調査地は前報(その1、2、3)と同じ武蔵野台地に存在する東京都三鷹市(北緯 35° 41'、東経 139° 32'、海拔高度 60m)の約 15ha の緑地内の二次林であり、この緑地内でブナ科コナラ属の種が高木層に優占する林(A)と高木層にアカシデが存在する林(B)に、管理区A、Bと放置区A、Bを設けた(その1、写真1~4)。管理区A、Bでは、近隣の農家が落葉を苗床や堆肥利用を目的に50年以上前から現在まで毎年冬期に下刈りと落葉掻きを行ってきた林である。放置区Aは26年間林床管理がされてなく、放置区Bは6年間管理がされてない放置された林である。

2.2 調査方法

土壌断面は調査地の各区において層位、層厚、

東京都林業試験場

本研究の一部は日本緑化工学会誌(第27巻 第1号 20~25 2001)に発表した。

層界、土色、土性、土壤構造、水湿状態、石礫について調査した(日本ペドロロジー学会編 1997、松坂・栗原監修 2000)。

土壤の硬度は、硬度貫入式土壤硬度計(頂角 30° 、底面積 2 m^2 、DIK-5520 大起理化工業KK)を用いて、管理区A、B、および放置区A、Bにおけるサブコード内で15カ所、合計60カ所において、深さ別(0~5、5~10、10~20、20~30、30~40、40~50cm)に測定した。三相分布は、100mlの採土円筒を用いて各区内5地点、合計20カ所で深さ5cm(2.5~7.5cm)より採取した。また、各区内3地点づつ深さ5cm(2.5~7.5cm)と15cm(12.5~17.5cm)合計12カ所の土壤を採取した。これらの不攪乱試料は実容積法(土壤三相計 DIK-1130 大起理化工業KK)により、液相、気相、固相の三相分布を求め、液相と気相をまとめて孔隙率を求めた。体積含水率はADR(Amplitude Domain Reflectometry)法(Gaskin and Miller 1996、中島ら 1998)により、FDR土壤水分計(DIK-310A 大起理化工業KK)を用いて深さ0~60mmにさし込み、各区内15カ所、合計60カ所にて測定した。なお、本機器は土壤構

造により測定値に差異を生じたため、採土円筒で各区ごとに実容積法により求めた液層と体積含水率(FDR)との一次回帰式より補正を行った。本土壤の調査、測定は1999年7月から9月、2000年4月から8月までに行った。以上の調査を行った測定値の有意差は、統計処理システム(SPSS)中の分散分析により危険率5%で検定した。

2.3 分析方法

雑木林内の管理区A、管理区Bと放置区A、放置区Bにおける土壤は、深さ別(0、5、10、15、20cm)に採取して、風乾後、細土を用いて、pH(H_2O)はガラス電極法、電気伝導度(EC)は導電率計、全炭素と全窒素は乾式燃焼法、交換性K、Ca、MgおよびNa濃度は1N酢酸アンモニウム液で浸出した液について原子吸光光度法でそれぞれ分析した(日本土壤肥料学会監修 1997)。

3. 結果

3.1 土壤

表1 管理区A,Bと放置区A,Bの土壤断面

管理区A							
層位	層厚(cm)	層界	土色	土性	土壤構造	水湿状態	石礫
O1	4.4~0.4						
O2	0.4~0						
A1	0~20	漸	5YR2/1	壤土	粒状	潤	なし
A2	20~40	漸	5YR2/2	壤土	粒状	潤	なし
A3	40~	漸	7.5YR2/2	壤土	粒状	潤	なし
管理区B							
層位	層厚(cm)	層界	土色	土性	土壤構造	水湿状態	石礫
O1	2.4~0.6						
O2	0.6~0						
A1	0~40	漸	5YR2/1	壤土	粒状	潤	なし
A2	40~	漸	7.5YR2/2	壤土	粒状	潤	なし
放置区A							
層位	層厚(cm)	層界	土色	土性	土壤構造	水湿状態	石礫
O1	9.3~1.8						
O2	1.8~0						
A1	0~35	漸	5YR2/1	壤土	粒状	潤	なし
A2	35~	漸	7.5YR3/2	壤土	粒状	潤	なし
放置区B							
層位	層厚(cm)	層界	土色	土性	土壤構造	水湿状態	石礫
O1	3.1~1.3						
O2	1.3~0						
A1	0~45	漸	5YR2/1	壤土	粒状	潤	なし
A2	45~	漸	7.5YR2/3	壤土	粒状	潤	なし

注:層位A1の表面を0 cmとする。

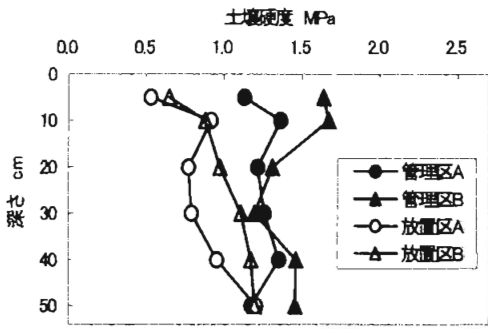


図1 管理区A、Bと放置区A、Bの深さ別土壌硬度 (2000年4月12日測定)

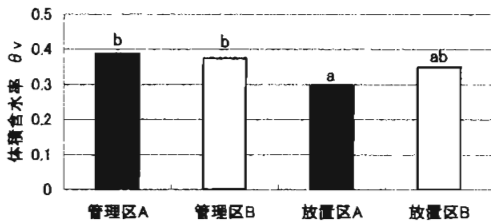


図2 管理区A、Bと放置区A、Bの深さ0~6cmにおける体積含水率(FDR)

土壌断面は、深さ50cmまでを調査して、表1に示した。土壌は、4区ともA層の土色が上層で5.4YR2/1~2、下層で7.5YR2~3/2~3であり、いずれも黒ボク土(火山灰土壌)であった。層界はすべての層で漸、水湿状態もすべての層で潤であった。落葉・枝からなるO1層の厚さは管理区A、B、放置区A、Bではそれぞれ平均4.0cm、1.8m、7.5cm、3.13cmであり、粗腐植のO2層の厚さはそれぞれ0.38、0.6、1.8、1.25cmであった。

土壌硬度は土壌の深さ別に図1に示した。深さ5cmと10cmでは管理区Bが高く、次に管理区Aであり、放置区A、Bが低い値であった。30cmの深さでは、放置区Aは低く、他の三者は同様な値となり、深くなる程各区の値は近づいた。深さ0~6cmの体積含水率(ADR法)は図2に示した。放置区Aは管理区A、Bより有意に低かったが($p < 0.05$ Tukey

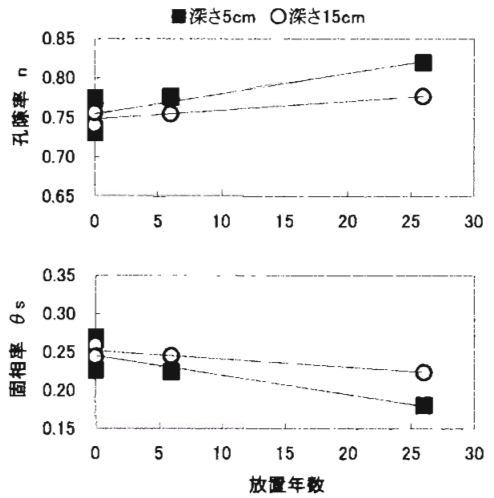


図3 管理の有無と放置年数による土壌深さ5cmと15cmの孔隙率(上図)と固相率の推移(下図) (2000年7月18日調査)

HSD)、放置区Bは管理区A、Bよりやや低いが、他の区と有意差は認められなかった。土壌の三相分布より求めた深さ別の孔隙率および固相率を放置年数ごとに図3に示した。深さ5cmにおける孔隙率は放置年数が多くなるに従い増加し、固相率は逆に低下

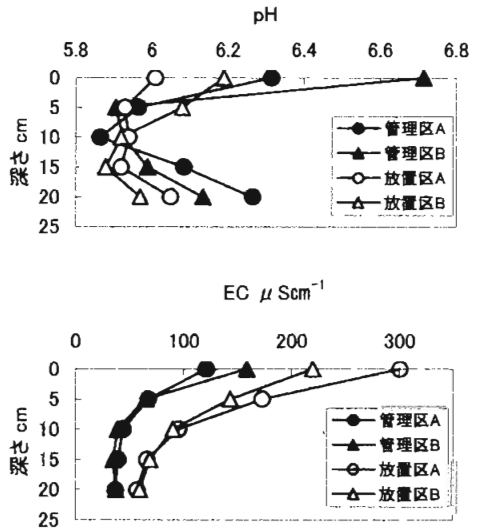


図4 管理区A、Bと放置区A、Bの深さ別土壌のpH(上図)とEC(下図)

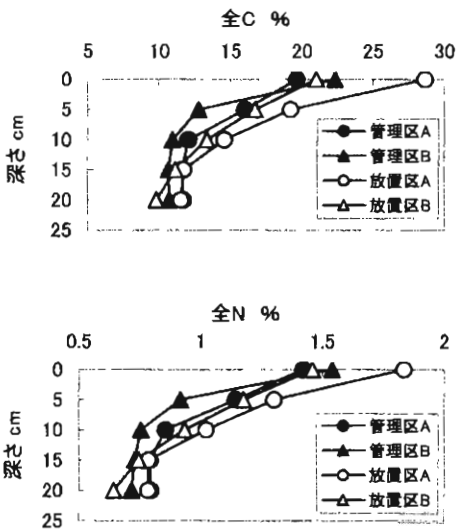


図5 管理区 A、Bと放置区 A、Bの深さ別土壤の全炭素(C、上図)と全窒素(N、下図)

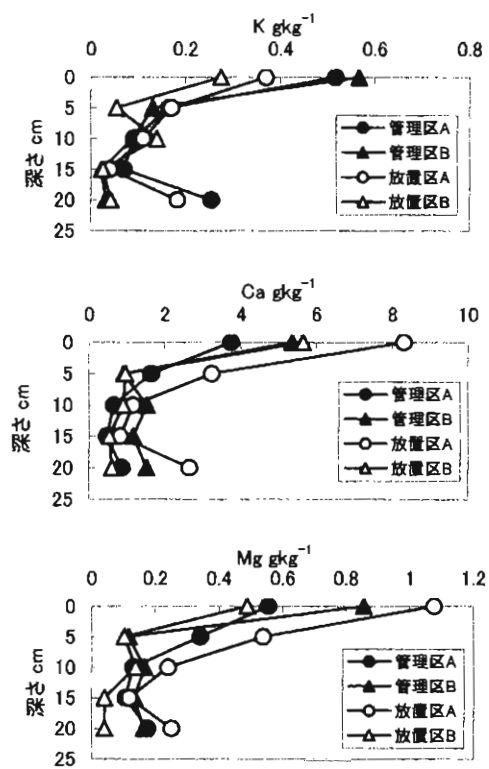


図7 管理区 A、Bと放置区 A、Bの土壤深さ別交換性塩基

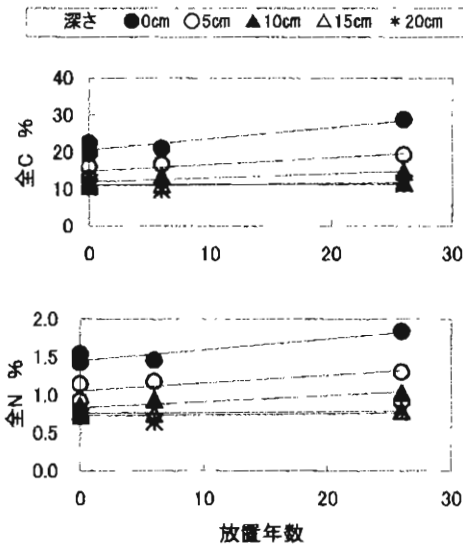


図6 管理の有無と放置年数による土壤の深さ別全炭素(C、上図)と全窒素(N、下図)

する傾向がみられた。一方、深さ15cmでは深さ5cmの値よりも緩やかに変化する傾向がみられた。

図4(上図)に示したように、深さ別のpHは0cmであるO₂層で区により大きくばらつくが、管理区の方が放置区よりも高い傾向であった。しかし、それより深い土壤では大きな差はなかったが、15cmと20cm深さではやや管理区の方が高い傾向であった。

図4(下図)に示したECでは、全区とも上層が高く下層になるに従い低い値を示した。全ての深さで管理区と放置区の差は全ての深さで放置区の方が高い値であり、上層にある土壤ほど差が大きかった。図5の全炭素と全窒素は放置年数の多い放置区Aの上層ほど高い値を示していた。次に、全炭素と全窒素の堆積量が放置する年数によりどのような影響を受けるかを図6に示した。放置6年目では管理されている林の土壤とほとんど変わらないが、26年経過すると全炭素と全窒素の量は深さ0cm、5cm、10cmで増加がみられたが、15cmと20cmでは管理の有無と放置年数による変化はみられなかった。

図7に示すように、交換性塩基のK濃度は深さ0cmにおいて管理区の方が放置区よりも高いが、それ以下の土壤ではあまり影響はみられなかった。深さ0cmは、O₂層のためばらつきが激しくはっきりしたことは、不明である。Mg濃度では放置区Aが管理区A、Bや放置区Bよりも上層程、高い傾向であった。

Ca 濃度も同様に、放置区 A が上層程、高い傾向がみられた。

4. 考察

調査地における 4 区の土壌はいずれも黒ボク土(火山灰土壌)であり、土壌断面形態は同様な雑木林であった。落葉・枝などからなる O1 層の厚さは放置区 A が管理区 A、B と放置区 B よりも厚く、平均 7.5cm であった。前報(その 1)で述べたように、26 年間という長い期間下刈りがされなかった放置区 A は葉面積指数が他の 3 区より高いことから落葉量が多かったと思われる。粗腐植である O2 層の厚さは管理区 A、B が放置区 A、B より 1/2~1/4 低い値であり、毎年冬期に落葉掻きを行なう結果減少したとみなされる。

土壌硬度(図 1)は、管理区 A、B よりも放置区 A、B の方が上層ほど低い傾向であり、辻・星野(1992)や根本・養父(1997)の報告と同様であった。また、放置年数の長い放置区 A の土壌は深さ 40cm まで土壌が柔らかくなり、深さ 50cm では他の区と同様な硬度になった。すなわち、管理区 A、B では、下刈りや落ち葉掻きに伴う人の立ち入りなどによる踏圧が硬度を高め、孔隙率を低くした(図 3)と考えられる。一方、管理されていない林では、落葉や落枝などによる有機物が多く蓄積されて、それらを採食する土壌動物が増加して、土壌動物による耕転作用が増大すること(Bal 1992)が、土壌硬度の低下や孔隙率の増加をもたらしたと考えられる。また、このような傾向は管理停止の時間が長いほど土層深くまで影響するものと判断された。

土壌と植生との関係については、根本・養父(1997)が、武蔵野台地におけるコナラ二次林の草本層の緑被率や出現種数と土壌硬度との間に負の相関をみており、シラヤマギク、ノハラアザミなどの植物は土壌硬度値が 2~20mm(山中式土壌硬度計)の調査区にだけ生育することを報告している。本研究での土壌硬度値 0.5~1.7Mpa(硬度貫入式土壌硬度計)を山中式土壌硬度値に一次回帰式(土壌標準分析・測定法委員会編 1986)を用いて換算す

ると土壌硬度値が 11.7~19.5mm となり、根本・養父(1997)が指摘した値の範囲内であり、前報(その 2)で認められた管理区 A、B や放置区 B(放置 6 年)の林床植生に多年生草本の出現種数が多く、被度が高いことと一致した。

放置区 B(放置 6 年)の土壌含水率(図 2)は管理区 A、B よりやや低下傾向であり、放置区 A は、管理区 A、B よりも減少した。孔隙率と固相率(図 3)をみると、放置年数が多くなるに従い孔隙率が高くなり、固相率が低くなった。すなわち、放置年数が経過するに従い林内の土壌は固相率が低くなり孔隙率が増して、また、部分的に団粒状も見られたことから、透水性が高くなり土壌含水率が低くなったと考えられる。これらのことから放置された林は管理された林より植物の生育に適した土壌条件になることが示唆された。前報(その 2)では 6 年間という比較的短期の放置区 B における林床の木本植物の被度が極めて大きいこと、また、前報(その 3)では放置区 B の光条件が管理された林と変わらなかったことが認められた。この光条件と本報告の土壌条件下において下刈りをせずに放置された林は、林内で稚樹の発芽や成長が促進されることが示唆された。

土壌中の EC では、全区とも上層が高く下層になるに従い低い値を示し、全ての深さで放置区 A、B の方が管理区 A、B よりも高い値であり、上層に存在する土壌ほど差が大きかった。落葉掻きがされていない林の土壌に水溶性塩類が多く存在することは、毎年落ちる葉や枝などが土壌の化学性に変化を与えているものと考えられる。一方、全炭素、全窒素、交換性塩基の Mg 濃度および Ca 濃度は放置区 A(放置 26 年)の深さ 0cm と 5cm の土壌で高い値であった。すなわち、落葉掻きなどを長期間行っていない所の土壌の上層ほど増加するが、比較的短期間の放置では落葉や落枝などによる全炭素、全窒素や交換性塩基濃度の変化には、土壌硬度などの物理性の変化や EC よりも時間は掛かるものと考えられる。

以上、長期間管理されていない放置区 A のような林では、落ち葉や落枝などにより有機物が貯まり、土壌の EC、全炭素、全窒素、Mg および Ca 濃度が

高くなり土壌中に栄養分が蓄積されるが、落ち葉掻きなどの管理をすることによりO層が除去される林では、栄養分が減少することが推測された。

5. まとめ

都市近郊林内で、下刈りや落ち葉掻きなどの管理を毎年行っている区と管理を停止して6年と26年を経過した区において、管理の有無により土壌が受ける物理性と化学性への影響をみた。

土壌の物理性は、管理が長期間行われている林分では、下刈りや落ち葉掻きによる人の立ち入りや機械などにより踏圧が硬度を高めて、孔隙率が低くなり、固相率が高くなった。一方、管理されていない林分では、落葉や落枝などにより有機物が多く貯まり、それらを食する土壌動物の行動などの影響により、硬度が低くなり、孔隙率が高くなると考えられ、また、このような傾向は管理停止の時間が長いほど大きくなるものと判断された。

土壌中の EC は、放置区の方が管理区よりも高い値であり、また、上層にある土壌ほど差が大きかった。落ち葉掻きがされていない林の土壌は、毎年落ちる葉や枝などにより水溶性塩類が多く存在するものと考えられた。一方、全炭素、全窒素、交換性塩基の Mg および Ca 濃度は上層の土壌で高い値であり、落ち葉掻きなどを長期間行わない区の上層ほど増加した。しかし、比較的短期間の放置では管理区と同様な値であり、土壌硬度などの物理性の変化や EC の変化よりも、これらの有機物を含めた土壌化学性の変化の方が時間は掛かるものと示唆された。

謝辞

本研究をとりまとめるにあたり桜美林大学の大喜多敏一名誉教授にご校閲をいただきました。また、本研究を行うにあたり細木大輔氏、深田健二氏、伊藤四郎氏、桑田あつ子氏にご協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

引用文献

- Bal, L. 著、新島溪子・八木久義訳監修 (1992) 動物による土壌の熟成、博友社 8-40
- 土壌標準分析・測定法 (1986) 土壌標準分析・測定法委員会編 日本土壌肥料学会監修、博友社 23-35
- 土壌環境分析法 (1997) 土壌環境分析法編集委員会編 日本土壌肥料学会監修、博友社
- 土壌・植物栄養・環境事典 (2000) 松坂恭明・栗原淳 監修、博友社、28-37
- 土壌調査ハンドブック (1997) 日本ペドロジー学会編、博友社、51-80
- Gaskin, G. and Miller J. (1996) Measurement of soil water content using a simplified impedance measuring technique. J. Agric. Engng. Res. 63 : 153-160
- 中島誠・井上光弘・澤田和男・クリス エコル (1998) ADR 法による土壌水分量の測定とキャリブレーション、地下水学会誌 40 (4) : 509-519
- 根本淳・養父志乃夫 (1997) 武蔵野台地におけるコナラ二次林の林床植生と土壌硬度の関係、ランドスケープ研究 60 (5) : 531-534
- 辻誠治・星野義延 (1992) コナラ二次林の林床管理の変化が種組成と土壌に及ぼす影響、日本生態学会誌 42 : 125-136

Effects of alteration of management to forest floor vegetation and environment of secondary coppice forests in suburban area, Tokyo IV. Physical and chemical characteristics of soil

KUNO Haruko and ARAI Kazushi

Tokyo Metro. For. Exp. Sta.

Abstract : Physics and chemistry of soils was studied in managed and abandoned forest in the suburban area of Tokyo. In the coppice forest managed with rough removal of litter and undergrowth in winter, the amount of moisture in the soil and soil hardness were higher than in the abandoned coppice forest, and the porosity in the soil was lower than in the abandoned coppice forest. In abandoned coppice forest, EC in soil was higher than in managed coppice forest and it was as high as EC of upper layer soil. On the other hand, total carbons, total nitrogen and exchangeable Mg or a Ca concentration in the soil has been increased in the upper layer soil of coppice forest abandoned for a long term. But those concentrations in the coppice forest abandoned for a comparatively short term were similar to those in the managed coppice forest. It was suggested that the changes in the soil chemistry including these organisms were slower than the changes of the hardness and EC of the soil.

Key words : coppice forest, forest floor management, soil, hardness, porosity, moisture, EC,

Total C, Total N, ex. Mg, ex. Ca