

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3 林床の光、気温、地温について

久野春子・新井一司

摘要：都市化による環境悪化が激しくなるにつれて、都市近郊林は多様な効用機能を維持するための管理手法が求められている。そこで、都市近郊の雑木林について管理の有無と放置年数の違いが環境条件(光、気温、地温、湿度)にどのような影響を及ぼしているかについて研究を行った。管理された冬期の下刈りなどによって、林床への光の透過量が高まったが、晴天日の林内気温は昼間、管理の有無に関わらず同様な値であった。しかし、夜間は長期間放置された林の気温が管理された林や短期の放置林よりも低い値であった。地温は長期間放置された林で一日中低い値であった。以上のことから、冬期における林床の下刈りや落ち葉掻きなどの管理は、林床への光の透過量を増加して、種の多様性や林床の景観を維持して、微気象などに影響を与えていた。

キーワード：都市近郊林、雑木林、林床管理、光量子、気温、地温、湿度

1. はじめに

都市化による環境悪化が激しくなるにつれて、都市近郊の雑木林は、微気象の緩和効果(橋詰ら 1987)、大気浄化能(久野ら 1985、横山・久野 1995)、二酸化炭素固定能(久野・新井 2000、Nakata 1983)、種の多様性(鷲谷・矢原 1996)、景観(下村ら 1999)、鳥獣保護、レクリエーション利用(重松・高橋 1982)、有機農法用資源などとしての効用機能を維持するための管理手法が求められている。

緑による微気象の緩和効果について、下村ら(1999)は緑の集積した地区において、夏季での気温上昇を抑制すること、また、山田・丸田(1990)は都市における小規模樹林内における夏季の気温の低減について報告している。久野ら(1985)はコナラ人工林において、横山・久野(1995)は武蔵野の雑木林において、大気汚染物質や気温などの測定を行って、都市近郊林が大気浄化能や微気象の緩和などの効用を持つことを示唆した。しかし、二次林内の管理の有無による気温、地温、光などの環境への影

響は詳細には分かっていない。そこで、前報(その1、その2)で述べた植物種の組成と多様性、林分構造などに引き続いて、管理の有無と放置年数による違いが環境条件(林内光、気温、地温)にどのような影響を及ぼしているかを解明して、今後の都市近郊林の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、土壌は黒ボク土である。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

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)に発表された。

理がされてなく、放置区 B は 6 年間管理がされていない放置された林である。

2.2 調査方法

光量子、気温、湿度、地温の測定は、管理区 A、B、放置区 A、B および林外の草地区に各機器を設置して、2000 年 7 月 12 日から 8 月 3 日まで行った。光量子束密度は、地上高 35cm に設置した光量子センサーで 1 分毎に測定し、全天候測定データ記録装置 (KADEC-UP コーナーシステム KK) を用いてデータを収録した。なお、各センサーは調査地へ出す前に同一の場において測定を行い、機器ごとの誤差を確認した。その時に一番中央値を示した管理区 A で使用した測器を基準値にして、一次回帰式を求めた。調査地の測定値は、この一次回帰式を用いて器差補正を加えた後、各区の 1 分毎の平均値、また、相対光量子束密度の 1 時間平均値を算出した。

気温と湿度は、地上高 1.5m にて湿度・温度プローブ (HMP35D コーナーシステム KK) をシェルター内に設置して、10 分間毎に測定し、温湿度専用データロガー (KADEC-HTV コーナーシステム KK) を用いてデータを収録した。地温は白金測温抵抗体の温度センサーを深さ 5cm の土壌中に挿入して 10 分間毎に測定し、全天候測定データ記録装置 (KADEC-US コーナーシステム KK) を用いて、データを収録した。なお、各センサーは調査地へ出す前に各温度で詳細に測定し、基準値 (管理区 A で使用した測器) と個々の測器の測定値との間で一次回帰式を求めた。調査地の測定値は、この一次回帰式を用いて器差補正を加えたのち 1 時間平均値を算出した。

3. 結果

3.1 光

管理区 A、B、放置区 A、B の林内光および林外の草地区での全天光を 1 分毎に測定して求めた光量子束密度は、図 1 に示した。林内の 4 区的光量子束密度は、林外の草地区より低い値であるが、晴

天の 7 月 22、23、24、29、31 日は木漏れ日を受けて、激しく変動した。一方、曇天の 7 月 21、27、28 日と雨天の 7 月 25、26 日は林内の値が林外と比較して、著しく低下した。

7 月 13 日から 8 月 3 日の 22 日間で 7~17 時の 1 時間平均値を合計した積算値を図 2 に示した。林外で測定した全天光の光量子束密度は $8286 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であり、管理区 A、B は 264 、 $334 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、放置区 A、B は 74 、 $346 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であった。管理区 A、B と放置区 B は同様な高い値であったが、放置区 A が非常に低い値であった。次に、7 時から 17 時までの林外の全天光に対する相対光量子束密度を求めて、7 月 21 日から 30 日までの 4 区の値を図 3 に示した。晴天日の相対光量子束密度は、木漏れ日の影響で変動したが、7 時から 17 時の 1 時間平均値は管理区 A が 3.9%、B が 3.3%、放置区 A が 1.0%、B が 4.4% であり、放置区 A 以外の 3 区には有意差はないが、放置区 A は他の 3 区と比較して有意に低い値であった ($p < 0.05$, Tukey HSD)。一方、曇天日では、管理区 A が 3.4%、管理区 B が 3.2%、放置区 A が 0.5%、放置区 B が 3.6% であり、晴天日よりやや低めであり、放置区 A は他の 3 区と比べて有意差が認められた ($p < 0.05$, Tukey HSD)。

3.2 気温、地温

管理区 A、B、放置区 A、B および林外の草地区の気温を図 4 に示した。晴れの 7 月 22、23、24、29、30 日では、管理区と放置区が 6 時頃から 16 時頃にかけてほぼ同様な値となり、林外の草地区よりも低い値であった。一方、16 時頃から翌朝の 6 時頃にかけては、林内 4 区の気温が林外よりも高くなったが、放置区 A は他の林内 3 区よりも低い傾向であった。この期間において高い日最高値を示した 7 月 23 日 13 時の林外気温 36.7°C に対して、管理区 A、B、放置区 A、B ではそれぞれ 3.9°C 、 3.3°C 、 4.0°C 、 3.4°C の低い値であった。しかし、昼間の林内気温は管理の有無による影響はみられなかった。一方、雨天の 7 月 25、26 日は林内と林外の 5 区ともほとんど同様な値を示したが、曇天の 7 月 21、27、28 日は林外で昼間やや高めであった。このような林内気温が

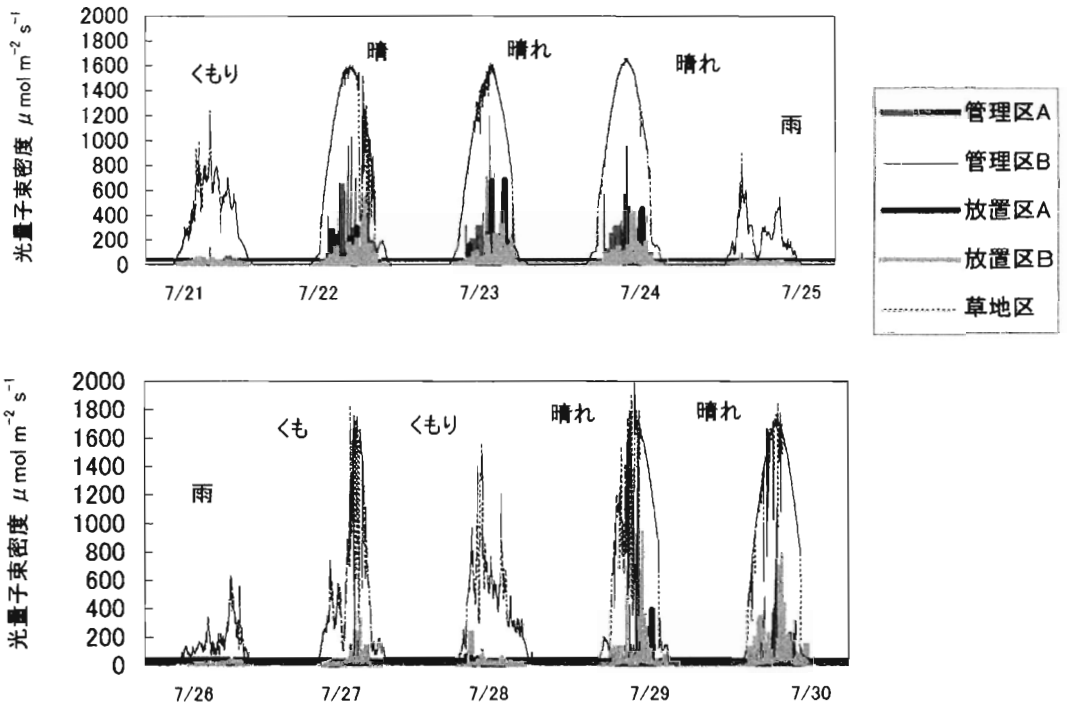


図1 管理区A、Bと放置区A、Bおよび草地区における地上35の光量子束密度の1分毎の変化

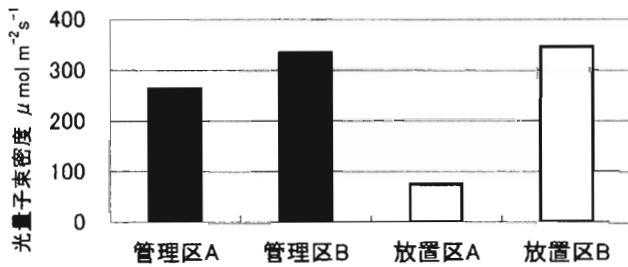


図2 管理区A、Bと放置区A、Bにおける光量子束密度(1時間平均値)の7～17時までの合計値の1日当たりの平均値(2000年7月13日～8月3日測定)

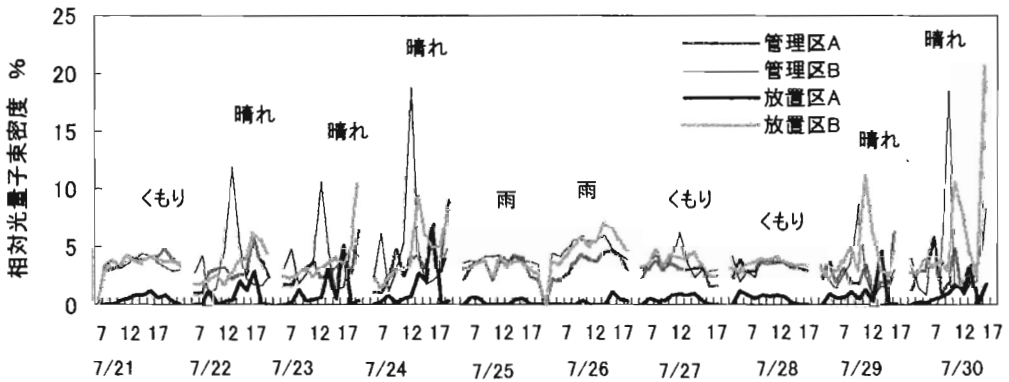


図3 管理区A、Bと放置区A、Bにおける7～17時までの相対光量子束密度の1時間平均値の変化

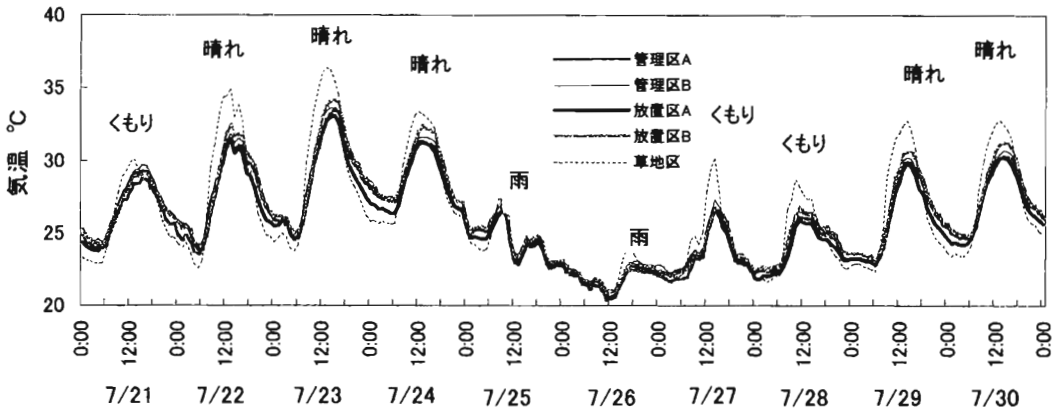


図4 管理区A、Bと放置区A、Bおよび草地区における気温の1時間平均値の変化

管理の有無と放置年数による影響をみるために、時間毎に晴天日(7月23日)と曇天日(7月21日)の値を図5に示した。晴天日では、18時と0時において放置された林の気温は管理区A、B(放置0年)より低かった。特に26年と放置年数の長い放置区Aで管理区との差は顕著で、18時と0時における放置区Aの気温は26年と放置年数が長い放置区Aで放置0年の管理区Aよりもおのおの1.1°C、1.5°C低かった。一方、曇天日では放置年数による値の差はなく4区とも各時間で同じような気温であった。図6

に示すように、草地区の地温は気温以上に高い値を示し、日最高値の高い7月23日15時では40.1°Cを示したが、林内の地温は一日中25~27°C位の安定した低い温度であった。これらの林内地温に、管理の有無と放置年数によってどのような特徴が現れるか検討するために、時間毎に晴天日(7月23日)と曇天日(7月21日)の値を図7に示した。晴天日の管理区A、Bと放置6年目の放置区Bは一日中ほぼ同様な値を示したが、放置26年目の放置区Aは前3者よりも低い値であり、地温の日最高値を示した18時では管理区Aよりも1.3°C低下した。また、曇天時の管理区A、Bと放置区Bは同様な値であったが、放置区Aは18時で0.8°C低下した。図8には4区における湿度の1時間平均値を示した。林内の日最低湿度は、曇天日(7月21、27、28日)の平均値が管理区Aで73.2%、放置区Aで72.9%であり、晴天日(7月22、23、24、29、30日)の平均値は管理区Aが61.4%、放置区Aが64.6%であり、晴天日が曇天日より低い値であった。また、管理区と放置区の差は曇天日には無いが、晴天日では管理区の方がやや低い傾向であった。

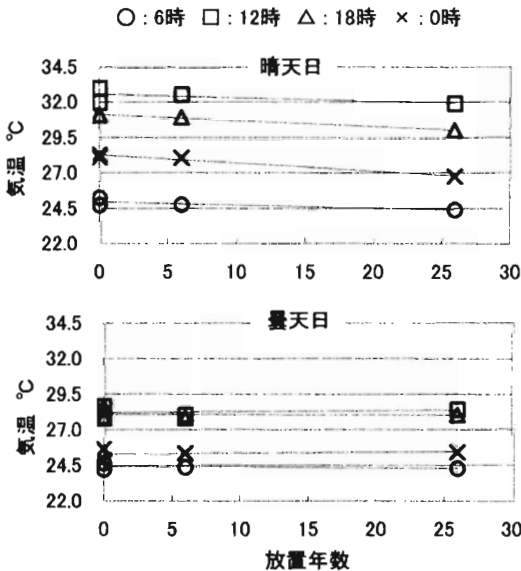


図5 管理の有無と放置年数による林内気温の晴天日(7/23)と曇天日(7/21)の時間毎の変化

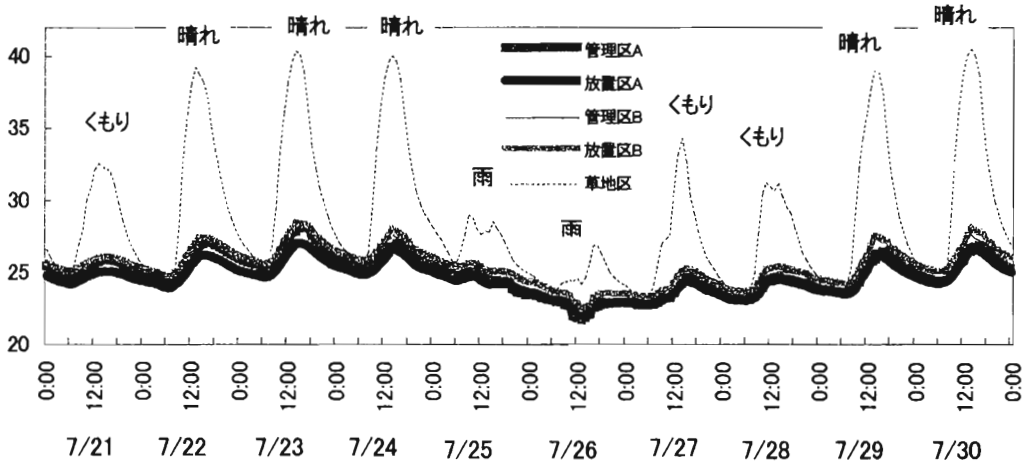


図 6 管理区A、Bと放置区A、Bおよび草地区における地温の1時間平均値の変化

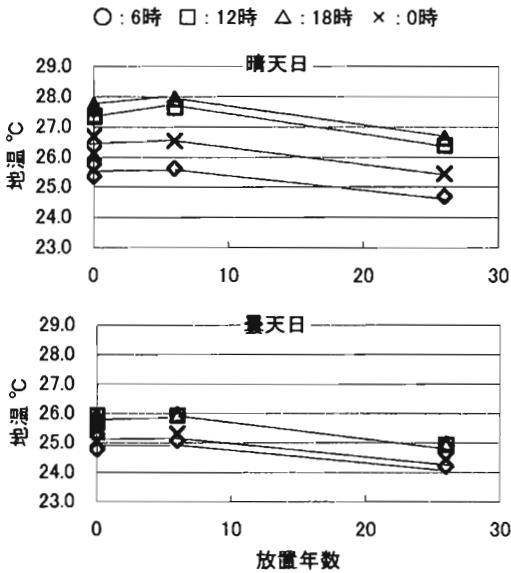


図 7 管理の有無と放置年数による林内地温の晴天日(7/23)と曇天日(7/21)の時間毎の変化

4. 考察

晴天日の日中における相対光量子束密度は、放置区 A 以外の 3 区の値が、Takenaka (1986) が数年から 10 年間放置された雑木林で測定した相対光量子束密度の値 (地上高 1m~10m の平均値 3.7%) と同様な値であった。さらに、Takenaka (1986) は低木層の被度が 90% である雑木林では、0.9% であると述べており、本研究の 26 年間管理されなかった放置区 A とほぼ等しい相対光量子束密度であった。前報(その 1)で上層木の組成について述べたように、放置区 A は他の 3 区と比べていずれの樹高階の個体数も多く、特に、樹高の低い 2m~3.9m の個体が多かった。放置区 A では多層構造の発達によって葉面積指数が多くなり、林内の透過光が減少したと考えられる。一方、放置区 B では管理区 A、B の木本の個体数や葉面積指数とほとんど差がないことか

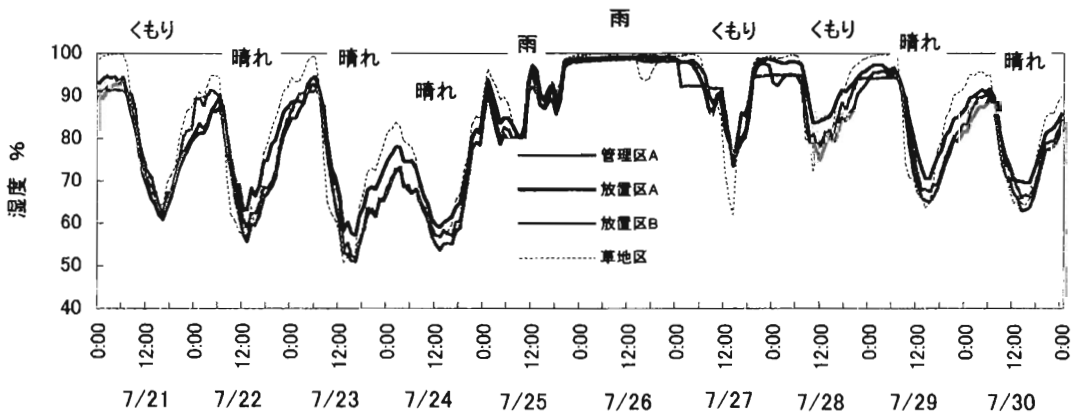


図 8 管理区Aと放置区A、Bおよび草地区における湿度の1時間平均値の変化

ら相対光量子束密度が同様な値になったと思われる。放置区Bは放棄されてからの期間が6年と短い
ため、林床からの樹木の成長が2mに達しておらず
林内の透過光を妨げる程の低木層は完成されず管
理された林と変わらないものと判断された。

昼間の林内気温は各調査区における管理の有無
による影響はあまりみられなかった。しかし、16時
から朝方までの時間帯では26年間管理されなかつた
放置区Aでは他の3区よりも気温が低くなった。この
差は、放置区A(放置26年)における昼間での光条
件が他の3区より低いために生じたと考えられる。林
内地温における放置年数の影響は、晴天日と曇天
日とも放置区Bの放置後6年という期間まで余り違
いはないが、放置区Aの放置後26年の林では他の3
区よりも一日中低い値であり、気温の場合とは異な
った。放置区Aは光条件が他の3区より低いこととO
層(リター)が厚いために、放置区Aの土壌は太陽に
よる熱エネルギーの蓄積量が少なく地温が低かつた
と考えられる。湿度は、曇天日ではあまり差はない
が、晴天日の昼間では管理区Aの方が放置区A(放
置26年)よりも低い傾向がみられた。以上のことか
ら林内の気温、地温および湿度は下刈りなどの管理
をすることにより光の透過量が増加(重松ら1985)し
て、気温と地温は高く、湿度は低い傾向になるが、
管理を長期間行っていない放置林では逆の傾向に
なることが示唆された。

重松(1983)は下刈り、光、踏圧の諸条件が林床植
生に及ぼす影響を主成分分析法により検討し、林床
植生の総量や被度の増減を制約する主要な因子は
林内光量であることを述べている。本調査でみられ
た26年間管理されなかつた放置区Aよりも管理区A、
Bや放置区B(放置6年)の光量子束密度が高いこと
と前報(その2)で認められた放置区Aよりも管理区A、
Bや放置区B(放置6年)の林床植生に多年生草本
植物の出現種数が多く被度が高いことから、光条件
が多年生草本植物の生存に影響すると推測された。

以上、冬期の下刈りと落葉掻きの管理と放置年数
が都市近郊の雑木林内の光、温度および湿度条件
を大きく変えて、植生に大きな影響を与えているこ
とが示唆された。

5. まとめ

前報で武蔵野台地の雑木林で冬期に下刈りや落
葉掻きなどの管理によって、低木層の減少と葉面積
指数の減少、多年生草本植物の出現種数の増加や
被度が高いことが明らかになり、管理が種の多様性
や景観を維持するのに有効であることが認められた。
本研究では、管理によって林床への光の透過量が
高くなることが明らかになり、そのことが前報(久野ら
2002)で示された植生の変化における重要な要因で
あると推察された。6年間放置された林は光、気温お
よび地温は管理された林と変わらないが、26年間放
置された林は低木層の個体数が多くなり、林床への
光の透過量が著しく減少し、多年生草本植物の減少
や林床植生の被度の低下をもたらしたと考えられ
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いた。また、本研
究を行うにあたり細木大輔氏、深田健二氏、桑木野
基氏、伊藤由美子氏にご協力いただいた。ここに感
謝の意を表わす。

引用文献

- 橋詰隼人・坂本大輔・和田弘次(1987)鳥取大学蒜
山演習林の広葉樹林における微気候の観測、広
葉樹研究 4: 223-256
- 久野春子・寺門和也・宮田和恭(1985)都市工コナ
ラ林と環境への影響、人間と環境 11: 31-44
- 久野春子・新井一司(2000)人工コナラ、クヌギ林の
創造による成長過程とCO₂固定量の推測、第41
回大気環境学会年会講演要旨集 354
- Nakata, K. (1983) Simulation model of the cycling of
soil organic carbon in forest ecosystems disturbed
by human activities 1. Cutting undergrowths or
raking litters. Jap. J. Ecol. 33:169-181
- 重松敏則・高橋理喜男(1982)レクリエーション林の

- 林床管理に関する研究—アカマツ林における下刈りが現存量に及ぼす影響—、造園雑誌 45 (3) : 157-167
- 重松敏則 (1983) レクリエーション林における下刈り光、踏圧の諸条件が林床植生に及ぼす効果、造園雑誌 46 (5) : 194-199
- 重松敏則・高橋理喜男・鈴木 尚 (1985) 二次林林床における光条件の改良が野生ツツジ類の着花に及ぼす効果、造園雑誌 48 (5) : 151-156
- 下村康彦・廣野慎・山本聡・増田昇 (1999) 都心業務区における緑の集積が果たす環境保全に係わる効果に関する研究、ランドスケープ研究 62 (5) : 639-642
- Takenaka, A. (1986) Comparative ecophysiology of two representative *Quercus* species appearing in different stages of succession. Ecol. Res. 1 : 129-14042 : 125-136
- 鷲谷いづみ・矢原徹一 (1996) 保全生態学入門、文一総合出版、東京、pp.9-128
- 山田宏之・丸田頼一 (1990) 小規模樹林内における夏季の気温の低減について、造園雑誌 53 (5) : 163-168
- 横山仁・久野春子 (1995) 都市近郊緑地の大気保全機能、東京都農業試験場研究報告 25 : 35-41

Effects of alteration of management to forest floor vegetation and environment of secondary coppice forests in suburban area, Tokyo III. Light quantity and temperature

KUNO Haruko and ARAI Kazushi

Tokyo Metro. For. Exp. Sta.

Abstract : An appropriate management of the secondary coppice forests is necessary to maintain various functions of the forest. The influences of managed and abandoned coppice forest to environmental conditions have been studied in suburban area of Tokyo. In the coppice forest managed with rough removal of litter and undergrowth in winter, the intensity of penetrated of light to the forest floor was high. But air temperature in daytime of fine day was approximately the same between managed and abandoned coppice forests. However, in nighttime, air temperature in coppice forest abandoned for a long term was lower than both in managed coppice forest and in coppice forest abandoned for a short term. The temperature of ground in the coppice forest abandoned for a long term was low through the day. Therefore, it was suggested that rough removal of litter and undergrowth in winter improve the diversity of species and keep the landscape. It was thought that such a management influenced micrometeorology of the forest, too.

Key words : coppice forest, vegetation management, optical quantum, temperature, moisture