

氏名(本籍)	根本 淳(茨城県)
学位の種類	博士(工学)
学位授与番号	甲第3号
学位授与日付	平成17年3月25日
専攻	システム工学専攻
学位論文題目	都市化が二次林植生に及ぼす影響とその緩和手法に関する研究
学位論文審査委員	(主査)教授 平田 健正 (副査)助教授 中島 敦司 助教授 山田 宏之

## 論文内容の要旨

### 1. 緒言

#### 1) 研究の背景

樹林地は、公益機能と認知されるさまざまな環境保全機能を備えている。近年、都市域を中心に生活環境の悪化や災害の増加等が指摘されているが、その背景のひとつに樹林地の減少があげられている。

例えば、雨水浸透機能は大雨時の河川の急激な増水を緩和する効果があるなど防災上重要であるが、都市域においては、土地のコンクリート被覆化が進み、その機能を多くは期待できない状況になっている。また、近年問題となっているヒートアイランド現象を低減することにおいても、樹林地に寄せられる期待は大きい。これらの防災や生活環境の維持、向上に関与する機能に加え、保健、休養、憩いの場としての機能の重要性が認識されたことで、樹林地保全の機運は高まっている。このため、特に都市部を中心に、薪炭林、農用林としての利用がなされなくなった雑木林(コナラ二次林)を行政が買い上げたり借り上げたりし、公園として市民に開放する事例が増えている。

また、絶滅危惧種などの希少種を含む多様な生物の生息空間の維持は、樹林地の重要な役割のひとつである。上記の保健、休養、憩いの場としての機能も、樹林地の植生が健全な状態に保たれることで、より大きな効果を発揮する。すなわち、生物相及び生態系の維持機能は、単に生物に生息空間を提供するだけのものではなく、その効果が発揮されることで、他の環境保全諸機能を高めるものであると考えられる。したがって、都市内において樹林地の植生を保護、保全、維持することは意義高いものである。ただし、樹林地の存在が、そのまま生物相、生態系の維持機能を担っているわけではない点には十分に注意する必要がある。例えば、外見上は樹林地に見える場合でも、極端に狭小化している場合には、樹林地内の核心部を生息本拠とする生物の生息空間としては機能しないため、樹林地生態系としては健全ではないと考えられる。つまり、生物相及び生態系維持機能の作用の良否は、生態系としての健全性から評価できると考えられるが、その方法は確立されていない。

#### 2) 研究の目的

樹林地植生を保全する意義が高いことは前述の通りであるが、高度成長期以降の都市域における樹林地そのものの減少が著しい。このような問題を踏まえ、樹林地の狭小化が林内植生に及ぼす影響について多くの報告がなされてきた。しかし、上記の「健全性」のような樹林地植生の「質」的な評価手法は十分に確立していない。また、質的な部分が受ける影響が、具体的にどのような要因によって引き起こされるかも明確でない。このため本研究では、都市及びその近郊域の二次林を対象に、都市化が林内植生に及ぼした影響を調べることを第一の目的とし、植生の「質」の評価手法の確立と、質に影響を及ぼす環境因子の特定を行った。次に、これによって明らかになった植生への影響に対する緩和手法の提案を第二の目的とした。

### 2. 都市化が二次林植生に及ぼす影響

#### 1) 面積の狭小化と孤立化が植生に及ぼす影響

生育環境属性区分のひとつである樹林性植物種の種数比率と樹林地面積の関係を調べたところ、種数比率は面積2.5haまでは面積の増加に伴って直線的に増加し、2.5ha以上では面積増加に対する種数比率の増加割合が低下した。これとは逆に、陽地性の雑草植物種の種数比率は、2.5haまでは面積の増加に伴って直線的に減少し、2.5ha以上では減少比率が鈍化した。これらの結果、面積が2.5ha以下の林地において、さらに林地面積が減じた場合には、樹林性植物種の種数比率は急激に低下し、替わって雑草植物種の種数比率が増加する傾向を認めた。このため、狭小林では樹林性の植物種が雑草植物種に置換されるといふ、種組成の「質」の低下が急速に進むと考

えられた。

## 2) 平面形状及び林縁面積比率の増加が植生に及ぼす影響

調査対象林地群の形状指数(平面形状の歪みの指標)、林縁面積比率及び植生の関係を調べた結果、林縁面積比率と林地面積との間に有意な負相関を認めた。また、林縁面積比率と雑草植物種の種数比率との間には正相関が、樹林性植物の種数比率との間には負相関がみられた。前述の林地面積の狭小化に伴う、樹林性植物種の種数比率の低下と雑草植物種の種数比率の上昇は、狭小化に伴う林縁面積比率増加の影響を受けた反応と考えられた。

## 3) 周辺土地利用の都市化が植生に及ぼす影響

樹林地の狭小化、孤立化に指標される都市化の進行過程には、農地と建蔽地が混在しつつ都市化が進行する系列と、庭園や人工植栽地と建蔽地が混在しつつ都市化が進行する系列の2タイプのあることを認めた。前者の過程で林地が狭小化した場合には雑草種の林内侵入が多くなり、後者の過程で林地が狭小化した場合には、非自生の園芸、造園植物の林内侵入が多くなることが明らかとなった。

また、種組成の質の高低を決定するコナラ二次林構成種と、これを含む樹林性植物種全体の種数比率は、林地面積との関連よりも、周辺100m以遠の圏域内の樹林地面積比率との関連性の方が強く、特に周辺1000mの樹林地面積比率との間の相関係数が最大であった。このように、林内植生を決定する環境因子としては、林地面積と同等以上に、周辺植生、土地利用状況が強く作用する可能性を認めた。

## 4) 林床植生形態が植生に及ぼす影響

調査対象林地群は、林床植生の形態から3タイプに分類された。ひとつめは、低木またはササの繁茂部分と草地状部分のみから構成される「低木繁茂 草地型」である。さらに、低木やササの繁茂部分を欠き、草地状部分と裸地化部分から構成される「草地 裸地型」、「低木繁茂 草地型」と「草地 裸地型」の双方の性質を併せ持つ「低木繁茂 - 裸地混在型」も確認された。これらのうち、「草地 裸地型」では、種数 面積曲線の傾きが緩やかであり、面積の増加による種数増加の効果は小さかった。なお、裸地化の発生は、小面積であることに加え、住民の立ち入りによる、過度な踏圧、すなわち樹林地空間のオーバーユースによって引き起こされるものであると考えられた。

# 3. 都市化による植生への影響の緩和手法

## 1) 裸地化の緩和手法

コナラ二次林内における裸地化の発生機構を推定する目的で、林床植生、土壌硬度、林地面積、周辺250m圏内の植生、土地利用及び人口の関係を調べた。この結果、面積が狭小化した樹林地周辺においては、人口が多い傾向がみられた。このような樹林地では、土壌硬度が上昇し、植生の裸地化が発生していることが明らかになった。しかし、管理が放棄されて低木類やササが繁茂し、人が侵入しにくくなった樹林地内では、狭小化と周辺の都市化が進行していても、土壌硬度上昇と裸地化の進行は見られなかった。これらのことから、樹林地の裸地化は、樹林地そのものの狭小化と都市化に伴う周辺の人口増加、低木、ササの刈払いの各条件が揃った結果、立ち入り頻度が増加して土壌が堅密化したことで引き起こされたと推察された。

低木及びササが刈り払われ、立ち入りが容易な林内では、土壌硬度と草本植物の種数及び植被率の間には有意な負相関がみられた。また、林地周辺250m圏人口一人当たりの林地面積と、土壌硬度の間には有意な正相関がみられたことから、周辺250m圏人口一人当たりの林地面積を説明変数として土壌硬度の予測式を立てた。そして、この土壌硬度の予測式と、上記の土壌硬度と草本植物の種数及び植被率の関係から、林床植生の裸地化が発生する臨界条件値(林地面積/周辺250m圏人口)を算出した。その結果、林地面積/周辺250m圏人口がこの臨界条件値を下回る場合に裸地化が発生することが明らかとなり、臨界条件値未満の規模の林地で植生保全を図る場合には、林地の公開停止や、保全と利用のエリアを使い分ける施策等が必要と考えられた。

次に、既に林床植生が裸地化した林地を対象に、林床植生の復元実験を実施した。この結果、種数の復元量は大面積の樹林地ほど増加した。また、コナラ二次林構成種の種数比率は、大面積の樹林地ほど高くなった。これとは逆に、雑草植物種の種数比率は、狭小化と周辺開発が進行した小面積林地ほど高くなった。したがって、大面積の林地ほど裸地化した林床植生の質的復元能力が高いと判断された。

## 2) 種組成変化の緩和手法

園芸、造園植物由来の逸出植物種と、雑草植物の種数比率の増加による種組成変化の緩和手法を検討した。

逸出植物種には鳥散布の木本種が多く、放置して成長が進んでからの除去には多大な労力を要する。したがって、実生の段階での抜き取りが有効であるが、周辺から絶えず種子が供給される状況下では、根絶を目指すのであれば、林地全体を対象に永続的に管理を続ける必要があり、現実的ではない。検討の結果、種子散布を担う鳥類が滞留しやすい植生構造を意図的に創出することで、種子散布を特定箇所に集中させ、除去の効率を高めると

いう方法が有効であると考えられた。

次に雑草植物種であるが、その多くは林縁等の陽地的な環境に生育する種である。検討の結果、林縁部に遮蔽性の高い樹木を植栽し、照度を低下させる方法が雑草植物種の侵入抑制に効果的であると考えられた。また、雑草植物種は窒素分に富んだ富栄養土地を好む種が多いことから、落ち葉掻きによる林内土壌の富栄養化防止も有効であることがわかった。なお、雑草植物は一年生または越年性草本あるいは多年生草本から構成される。一年生または越年性草本については、結実前の刈り取りで種子生産を断つことが可能になる。また、多年生草本では地下部に栄養を蓄える性質を有する。この性質を利用し、春季に新芽を成長させるために前年に蓄積した養分を使い切った初夏と、夏季までに蓄積した養分を、地下部に転流させる直前の晩夏から初秋季にかけて刈り払うことで、根絶は不可能でも生育量を減じる管理が可能になると考えられた。

### 論文審査結果の要旨

本論文は、都市における樹林の実情を検討し、都市樹林における公益機能を最大に発揮できる適正な配置を生態学的な視点から明らかにしたものである。最大の成果としては、樹林の面積が増えれば多様性が比例的にあがるという、これまでの都市生態学で常識化されていた仮説が必ずしも正しくないことを生態学的に明らかにしたことにある。これによって、都市における適切かつ生態系保全に効果的な樹林の配置論、自然再生の理論を格段に進歩させたと評価された。また、最先端の手法である地理情報システム(GIS)に、労力のかかる現地調査を組み合わせ、しかも、10年にも及ぶ長期間のデータをまとめあげた上での結果であり、結果や考察の新規性、適切性に加え、資料としての価値も非常に高い。このような研究スタイルは、近年は少なくなってきたものであり、信頼性は極めて高い。以上の結果、本論文は、自然環境の保全から都市計画まで、環境工学、都市工学などの幅広い分野に応用できる成果をまとめた有意義な研究論文であると評価された。

### 最終試験結果の要旨

公聴会においては、論文の論旨にかかわる指摘はなく、語句の補足説明を求められた程度であった。論文審査、公聴会の結果の双方を総合的に検討した結果、本論文は博士号を授与するにふさわしいものであると判断した。