

都市近郊コナラ二次林の林床植生保全に関する研究 — 東京都・武蔵野台地における事例的研究 —

The study on the conservation of stand floor vegetation of *Quercus serrata* stand in suburban district — A case study in Musashino tarrace in Tokyo —

○根本 淳* 養父 志乃夫** 中島 敦司**

Jun NEMOTO* Shinobu YABU** Atsushi NAKASHIMA**

ABSTRACT: In this study, we analysed the relationships between the plant coverage with number of species in the herb layer of *Quercus serrata* stand and the trampling pressure, the area of the stand, the land use around the stand, and population around the stands in Musashino tarrace in Tokyo. The following results were obtained. 1) The trampling pressure is the major factor cause to reduce the plant coverage with number of species in the herb layer. 2) To conserve the vegetation in the herb layer with a lot of plant species, the soil hardness should be required to maintain less than 21.9mm(*). 3) To maintain the soil hardness less than 21.9mm(*), the opened stand area should be required to keep more than 140.8 m² per a person living within 250m far from the stand.

(*) : measured by soil hardness meter designed by YAMANAKA

KEYWORDS: stand floor vegetation, plant coverage, number of species, herb layer, *Quercus serrata* stand, soil hardness, opened stand area, population around stand

1. はじめに

近年、高層湿原やブナ林等の原生的自然のみならず、身近な二次的自然に対する保全、復元の必要性が指摘されている¹⁾。

保全、復元の必要性が指摘されている二次的自然のなかには、都市近郊地域の二次林も含まれるが、その減少要因は開発による他の土地利用への転用であるとされている¹⁾。さらに、開発による直接改変を免れた林分においても、面積の減少に伴い、林分の孤立化や分断化が進んでいる²⁾³⁾⁴⁾。この結果、鳥散布型の植物の比率が増加する等²⁾、種子散布の様態の変化等に加え、路傍雑草、畑地雑草等の侵入などが指摘されている⁵⁾⁶⁾。

このように、都市近郊二次林においては、開発による林分の消失のみならず、林分の孤立化、分断化、周辺の開発等の間接的な要因によって林床植生が変質している状況にある。また、林分周囲の市街化の進行とともに周辺人口が増加した結果、住民の林分

への立ち入りによって林床に対する踏圧が強まり、これによって草本層の植被率や出現種数が著しく減少することが定性的に明らかにされている⁶⁾。しかしながら、都市近郊二次林を対象に、林床植生と踏圧、林分周囲の市街化、林分の狭小化等の相互関係を定量的に分析した研究例はみられない。このため土地利用計画、地域環境管理計画、樹林管理育成計画等において、踏圧による林床植生の衰退を防止する具体的な施策が導入されるには至っていない。

本研究は、都市近郊のコナラ二次林を対象に、林床植生と踏圧、林分面積及び林分周囲の市街化状況の関係を定量的に把握し、林床植生の保全に必要な具体的な情報を導き出すことを目的とする。このため、都市近郊コナラ二次林の一例として、市街化の進んだ東京都・武蔵野台地のコナラ二次林をとりあげ、それぞれの因果関係を定量的に解析した。なお、本研究での林床植生の保全に必要な情報とは、土地利用計画や地域環境管理計画及び樹林管理育成

* : (株)地域環境計画

Regional Environment Planning Co Ltd.

** : 和歌山大学システム工学部

Fac. of System Engineering, Wakayama Univ.

計画等の各施策に直接的に導入が可能なレベルを示している。

なお、本研究は(財)都市緑化技術開発機構の助成研究の一部をまとめたものである。

2. 林床植生の評価指標

2.1 評価指標の設定

浜端(1980)²⁾は、東京都内の武蔵野台地のコナラ二次林の林床植生に関する研究のなかで、低木層の発達は人の侵入を妨げるが、低木層が未発達な場合は人が侵入しやすいことを指摘している。この点を考慮すると、低木層が発達した林分においては、林床植生の衰退要因である踏圧の影響を受けにくいと考えられる。したがって、本研究においては低木層が発達した林分は対象としない。

また、根本ら(1998)⁶⁾は、都市近郊のコナラ二次林においては、林分周囲の市街化が林床植生の決定要因として大きく寄与し、市街化の進行に伴う踏圧の増大が、林床植生の直接的な衰退要因として甚大であること指摘している。

さらに、一般的にコナラ二次林においては、高木層、亜高木層、低木層、草本層の4つの階層を比較すると、草本層の構成種数が最も多い。また、コナラ二次林に生息する草食性の昆虫のなかには、生息の可否・良否が草本層の状態によって決定されている種が多い。加えて、ムササビやリス等の樹上空間を主要な生息空間とする一部の例外を除くと、コナラ二次林に生息する哺乳類の多くは草本層を生息環境として選好する。したがって、コナラ二次林における草本層の保全は、草本層を構成する植物自体の保全に留まらず、草本層を生息環境とする動物の生息を保障していく上でも重要な意味をもつ。

これらの点を考慮し、本研究においては、草本層に着目していく。

次に林床植生の評価指標を定義する。

なお、本研究での評価指標とは、

①林床植生の状況を正確かつ容易に把握できる指標である。

②一定の基準を設定し、その基準を達成することで林床植生全体の保全が可能となる。

の二点の条件を満足するものと位置づける。

一般的に、林床植生の状況を表現する指標として

最も多く利用されるのは、植被率、階層高、出現種数である。このうち、植被率、階層高の2指標は植物の現存量に直接関わる指標であり、量的な指標といえる。また、出現種数についても、対象とする林分が維持している種多様性に直接関わる指標であり、量的な指標といえる。

一方、質的な指標としては、林床植生の構成植物の種特性から評価した生活形組成、種子散布形⁷⁾の組成、発芽タイプ⁸⁾による評価などがあげられる²⁾⁹⁾¹⁰⁾。

上記の量的、質的指標のうち、量的指標である草本層階層高については、下草刈り実施後の経過期間の違いにより、大きな差が生じることから、上記の評価指標の条件①を満足しない。したがって、草本層階層高は林床植生の評価指標としては不適である。

また、質的指標である生活形組成であるが、生活形については Raunkiaer の分類¹¹⁾が最も多く利用される。この分類は植物の寿命との関連が深い、一般的には2年生草本といわれているヘラバヒメジョオンが、実際には3年以上生存していたという研究報告¹²⁾もあるなど、生育環境の条件に合わせて寿命や生活形を変えている植物が存在することから、再現性の高い指標といえない。

次に、種子散布形であるが、これについても種によっては複数のタイプにまたがる種が存在するため、普遍的な指標といえない。例えば、ブナ科の植物の種子は、まず重力散布によって種子を落下させるが、カケス類やネズミ類等がこれを運んだ場合、運ばれた種子は動物散布されたことになる。しかしながら、カケス類やネズミ類等が生息していない環境においては、重力散布のみとなる。このように、必ずしも種によって一定の規則性が存在しない場合もみられるため、普遍的な指標とはならない。

発芽タイプについては、山中⁸⁾が木本植物の一部を体系化しているが、草本植物については未知の種が多く、指標とするのは困難である。

以上の理由により、生活形組成や種子散布形、発芽タイプは、いずれも前述の評価指標の条件①を満足しないことから林床植生の評価指標としては適切ではないと考えられる。このため、本研究では林床植生の評価指標に該当するものとして草本層植被率、草本層出現種数のみを設定した。

3. 評価指標の決定要因

本論では、前述の林床植生の評価指標に対する決定要因として、土壤硬度(踏圧)、植生管理頻度、林分面積、公開林分面積、宅地面積率、農地面積率、樹林地面積率、周辺人口をとりあげた。

これらを評価指標の決定要因として設定した理由は以下に述べるとおりである。

3.1 土壤硬度(踏圧)

市街化の進行に伴って増加し、植被率や種数に影響を及ぼす要因であるという知見⁶⁾にもとづき、攪乱の決定要因として扱った。

3.2 植生管理頻度

下草刈り等の植生管理により、草本層の種多様性が高まるほか⁶⁾⁹⁾、林床植生の分化に影響を与える等の知見⁶⁾¹³⁾にもとづき、攪乱の決定要因として扱った。

3.3 林分面積

市街化により減少する²⁾⁶⁾ことから、市街化を指標する決定要因として扱った。

3.4 公開林分面積

調査対象林分のうち市民に公開され、立ち入りが可能な範囲の面積を示す。公開林分面積は土壤硬度との関わりが深いことが報告されており⁶⁾、林床植生に影響を及ぼす可能性が高いと考えられることから、攪乱の決定要因として扱った。

3.5 宅地面積率、農地面積率及び樹林地面積率

宅地面積率、農地面積率及び樹林地面積率は、いずれも市街化の進行によって変化する値であり²⁾⁶⁾、市街化が進行すると、宅地面積率は増加し、農地面積率、樹林地面積率は減少する。

3.6 周辺人口

周辺人口が増大することにより、土壤硬度が増加するという知見⁶⁾にもとづき、攪乱の要因として扱った。

なお、決定要因の抽出については、過去の土地利用の変遷等についても考慮することが望ましい。しかし、過去に本研究と同様の項目を調べた調査・研究は実施されておらず、土壤硬度、公開林分面積等の

情報を追跡することは困難である。

したがって、本論での分析においては、時間の変化を反映させていない。

4. 調査方法

4.1 分析の対象と調査方法

分析対象は、東京都内の武蔵野台地上に残存するコナラ二次林とした。

これらはいずれもクヌギーコナラ群集¹⁴⁾に位置づけられ、黒ボク土壌¹⁵⁾に覆われた台地上に広がる平地林分である。

対象二次林の植生調査は、1997年7月20日～10月2日の期間内の、延べ12日間に実施した。

調査は植物社会学的手法¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾によって実施し、成立立地、階層構造、各階層ごとの出現種とその被度・群度を調べた。調査規模は既往知見⁹⁾にもとづき1林分当たり5m×5mの1調査区としたが、林床植生が均一でない林分では、その各々の部分で、同一のサイズの調査区を設定し、それぞれの部分について個別に調査した。なお、調査は、林分の中で立ち入り可能な部分のみを対象とした。

調査は、全55調査区で実施したが、本論文の中で分析の対象としたのは、低木層が発達していなかった43調査区のみである。分析の対象とした調査区的位置は図-1に示すとおりである。

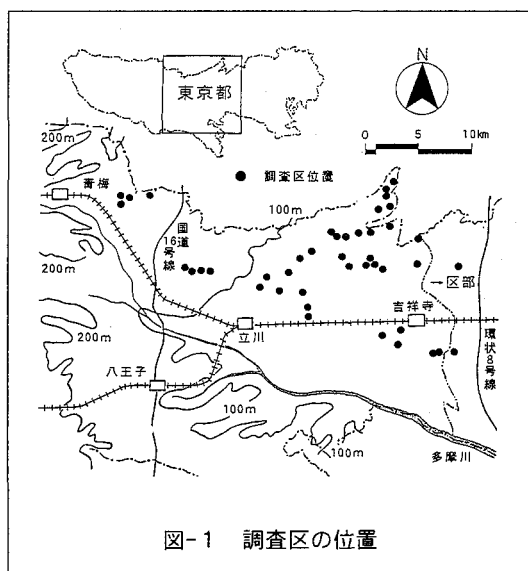


図-1 調査区的位置

4.2 決定要因の調査・測定方法

評価指標の決定要因の調査・測定方法は以下に述べるおりである。

(1) 土壌硬度

土壌硬度は植生調査時に山中式土壌硬度計によって貫入深(mm)を測定した。測点数は5地点/調査区とした。

(2) 植生管理頻度

管理者や地元住民に聞き取り調査を行い、植生調査区の下草刈り頻度を調べた。調査時点において下草刈り等の管理が停止されていた場合には、管理停止後の経過期間を調べた。

(3) 林分面積

1992年撮影の航空写真(縮尺 1:12,500)を判読するとともに、現地を踏査し、調査区を中心とする半径250mの範囲の現存植生図を作成した。次に、調査区を設定した林分全体の面積をプランメーターで計測し、これを林分面積とした。なお、調査区の周辺地域を半径250mとしたのは、日常生活の緑意識を支配する圏域がほぼ250mであるという知見¹⁹⁾にもとづく。

(4) 公開林分面積

前述の現存植生図作成時に、調査対象林分内の立ち入り可能な部分についても記録した。この部分の面積をプランメーターで計測し、公開林分面とした。

(5) 宅地面積率・農地面積率・樹林地面積率

前述の現存植生図から、それぞれの面積比率を算出した。

(6) 周辺人口

半径250mの対象範囲内の人口を既存資料²⁰⁾から調べた。

4.3 分析方法

分析は、前述の評価指標を目的変量とし、決定要因を説明変量とする重回帰分析によって行った。

重回帰分析によって分析を行ったのは以下の理由による。

①関係が導出される回帰式や説明変量のそれぞれについて、有意性を検討できる。

②標準偏回帰係数の絶対値の大小から、決定要因の影響力の大小を比較することが可能である。

③評価指標と決定要因の関係が回帰式で得られることにより、土地利用計画や地域環境管理計画、樹林管理計画等の各施策に应用可能な定量的情報が得られる。

5. 結果及び考察

5.1 林床植生区分

前述のように、分析は43調査区を対象としたが、これらは種組成の特徴により4区分に識別された(表-1)。また、これらの草本層植被率、草本層出現種数は図-2に示すとおりである。

これらを参照すると、まず、区分A、区分Bの2区分はノガリヤス、ミツバツチグリ、ヌスビトハギ、ニガナ、ホソバヒカゲスゲ、シラヤマギク等によって特徴づけられ、その他の種を含めた出現種数が多く、植被率も高かった。

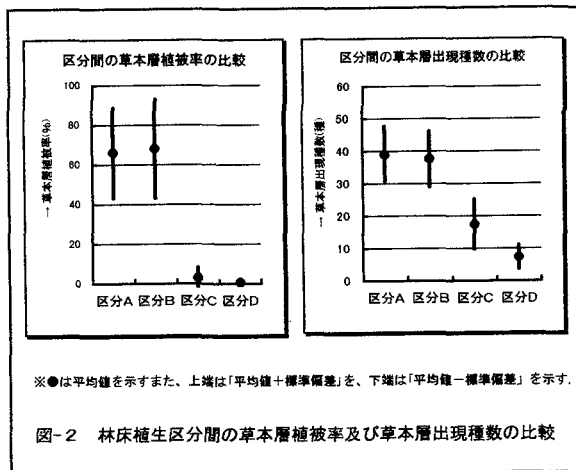
一方、区分C、区分Dの2区分では、区分Cで、オオバコ、イヌタデ、コナスビ、ツユクサ、ハナタデ、カタバミ等の路傍雑草、畑地雑草²¹⁾の生育がみられたに留まり、草本層の植被率は低く、出現種数は少なかった。

以上の結果、区分A及び区分Bは、草本層が良好な状態で残存している区分であり、区分C及び区分Dは裸地化が進んだ区分であると考えられる。以下では、区分A、Bの2区分を「草本層残存型」と定義し、区分C、Dの2区分を「裸地型」と定義する。

なお、既往の知見等において、草本層植被率及び草本層出現種数について、林床植生保全上どの程度の値で維持されるべきかを論じている例はみられない。しかしながら、草本層残存型の方が裸地型よりも、草本層における植物の現存量、種多様性が高く、林床植生が良好な状態で保全されていると評価できる。また、前述のように、草本層を保全していくことにより、コナラ二次林を生息環境とする動物の生息環境も保全されることが考えられることから、林床植生の保全、復元の目標としては、草本層残存型を目標とする必要があると考えられる。

表-1 林床植生区分

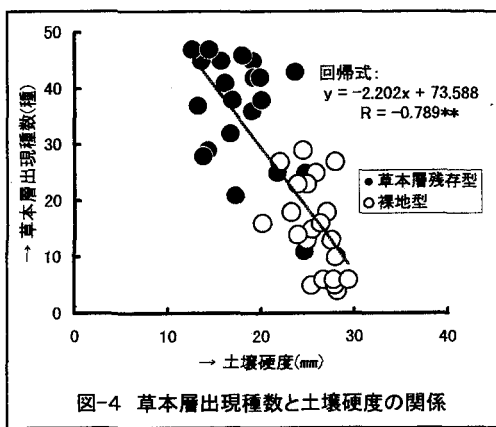
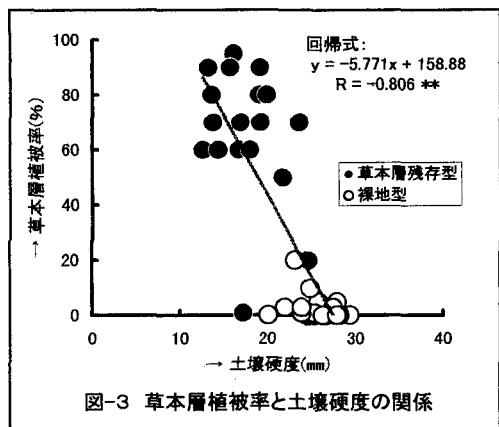
区分A	区分B	区分C	区分D
闊別種群 ノガリヤス ミツバツチグリ スズビトハギ ニガナ ホソバヒカゲスゲ シラヤマギク アキノキリンソウ ヤマハッカ ノハラアザミ リンドウ			
闊別種群 ヤマコウバシ カマツカ ミズキ コマユミ ゴンズイ ツタ アオキ ウグイスカグラ トウネズミモチ			
闊別種群 オオバコ イヌタデ コナスビ ツユクサ ハナタデ ヒナタイノコズチ ヨウシュヤマゴボウ カタバミ			



5.2 分析の結果及び考察

重回帰分析の結果、草本層植被率、草本層出現種数ともに、土壌硬度に強く依存している指標であることが明らかになった(図-3、4)。

また、図-3、4を参照すると、土壌硬度の増加に伴い、林床植生は、草本層残存型から裸地型へと推移することが分かる。



次に土壌硬度値を説明変量として判別分析を行った結果、草本層残存型と裸地型は、土壌硬度値が21.9mmで判別されることが明らかになった(表-2、図-5)。

したがって、林床植生を草本層残存型として維持していくためには、少なくとも土壌硬度を21.9mm以下に維持していく必要があると考えられる。

しかしながら、土壌硬度は立ち入りを制限する等の施策を実施しなければコントロールすることは困難であると考えられる。このため、林分面積、公開林分面積、宅地面積率、農地面積率、樹林地面積率等の、土地利用計画、地域環境管理計画等の諸施策のなかで制御することが可能であると考えられる決定要因により、土壌硬度が制御可能かどうかを検討した。

その結果、以下の回帰式及び図-6 示されるように、土壌硬度は公開林分面積と周辺人口に依存していることが明らかになった。

$$y = -1.582\ln(x) + 25.999$$

$$r = -0.462(\text{有意水準 } 1\% \text{ で有意}) \cdots (A)$$

(y:土壌硬度 x:公開林分面積/周辺人口 r:相関係数)

上記(A)式より、草本層残存型と裸地型を判別する土壌硬度値21.9mmのときの、1人当りの公開林分面積は140.8㎡/人と算出される。したがって、林床植生を保全していくためには少なくとも140.8㎡/人(林分周囲250m圏内)以上の公開林分面積が確保されるべきであると考えられる。あるいはそれが不可能である場合、樹林内への立ち入りを制限するなど、樹林の管理または公開の方法を変更していくべきであると考えられる。

表-2 判別分析結果

判別値	21.923
誤判別率	7.35%
判別の中率	90.70%
相関比	0.687

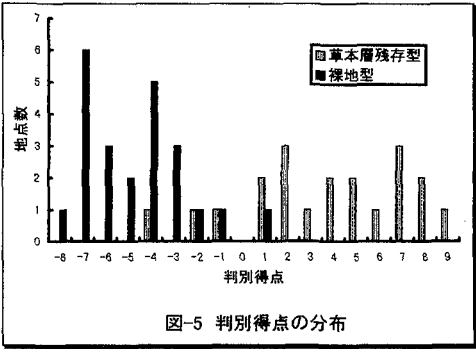


図-5 判別得点の分布

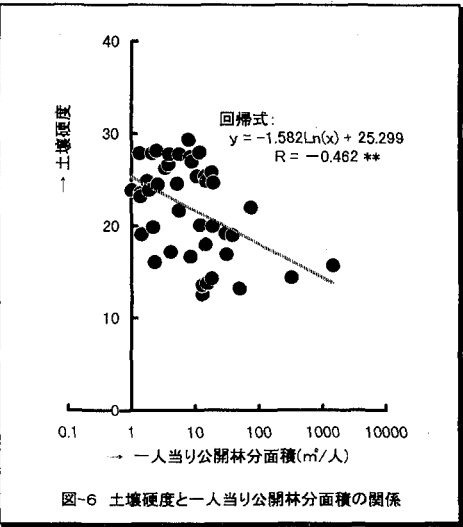


図-6 土壌硬度と一人当り公開林分面積の関係

6. おわりに

本研究の結果、評価指標として設定された草本層植被率、草本層種数ともに、決定要因は土壤硬度に集約されることが明らかになった。

さらに、土壤硬度は周辺人口一人当たりの公開林分面積で回帰されることが明らかになったが、これは、都市計画や土地利用計画、地域環境計画等のなかで、制御していくことが可能な指標であると考えられる。また、もしも都市計画や土地利用計画、地域環境計画等のなかで、草本層保全のための基準値となる一人当たりの公開林分面積140.8㎡を確保するのが不可能であれば、草本層を保全するために林内への立ち入りを制限する等の施策も必要であると考えられる。

本研究は、市街化が進行した東京都内の武蔵野台地に残存するコナラ二次林を対象としたが、本研究

での、

現況把握 → 衰退要因抽出 → 衰退要因の制御策検討
という分析のプロセスは、他の都市近郊地域においても、またコナラ二次林以外の二次林植生についても応用可能であろう。

しかしながら、本研究で評価指標としてとりあげた草本層植被率及び草本層出現種数は、いずれも林床植生の量的な記述指標であり、生活形組成、種子散布形、発芽タイプ等をはじめとする質的な指標による分析を実施するためには、さらに詳細な生物学的・生態学的手法による調査が必要である。今後は、生活形組成、種子散布形、発芽タイプに替わる質的評価指標を考案していくとともに、これを用いた評価手法を開発し、都市近郊二次林の保全手法を確立していくことが重要である。

参 考 ・ 引 用 文 献

- 1) 我が国における保護上重要な植物種および植物群落研究委員会 植物群落分科会：植物群落レッドデータ・ブック，(株)アポック社出版局，1344pp. + 付録171pp.，1996
- 2) 浜畑悦治：都市化に伴う武蔵野平地部二次林の草本層種組成の変化，日本生態学会誌 30, pp.347-358.，1980
- 3) 服部保・上甫木明春・小館誓治・熊懷惠美・藤井俊夫・武田義明：三田市フラワータウン内孤立林の現状と保全について，造園雑誌 Vol.57(5)，pp.217-222.，1994
- 4) 奥富清・星野義延・永島幸夫・小栗太郎・辻誠治・山口洋毅：所沢市の植生，所沢市，169pp.，1987
- 5) 根本淳・養父志乃夫：武蔵野台地におけるコナラ二次林の林床植生と土壤硬度の関係，ランドスケープ研究，vol.61(5)，pp.531-534.，1997
- 6) 根本淳・養父志乃夫・中島敦司：都市近郊コナラ二次林の林床植生と踏圧，植生管理，林分面積及び周辺環境の関係，環境システム研究 Vol.26，pp.1-11.，1998
- 7) 沼田真編：種子の科学 - 生態学の立場から -，研成社，214pp.，1981
- 8) 山中寅文：植木の実生と育て方，誠文堂新光社，256pp.，1975
- 9) 重松敏則：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 Vol.46(5)，pp.194-199，1983
- 10) 石坂健彦：植生管理下における二次林の群落構造の立地間差異について，造園雑誌 Vol.50(5) pp.102-107，1987
- 11) 植物生態の観察と研究，東海大学出版会，275pp.，1978
- 12) 矢野悟道編：日本の植生 - 侵略と攪乱の生態学 -，東海大学出版会，226pp.，1988
- 13) 重松敏則：市民による里山の保全・管理，信山社サイテック，74pp.，1991
- 14) 奥富清・奥田重俊・辻誠治・星野義延：東京都現存植生図(1987年版)，東京都，35pp.，1987
- 15) 国土庁土地局：土地分類図(東京都)，東京都，39pp.，1976
- 16) 鈴木兵二・伊藤秀三・豊原源太郎：生態学研究講座3 植生調査法II - 植物社会学的研究法 -，共立出版，188pp.，1985
- 17) 自然環境アセスメント研究会：自然環境アセスメント技術マニュアル，(財)自然環境研究センター，638pp.，1995
- 18) 菅原久夫：植物群落，ニューサイエンス社，112pp.，1985
- 19) 高橋理喜男・野田秀俊：都市環境における快適性の指標としての緑の量的質的基準化に関する研究，造園雑誌 Vol.39(5)，pp.10-19.，1975
- 20) (財)日本統計協会：平成2年度国勢調査に関するメッシュ統計
- 21) 沼田真・吉沢直人編：新版 日本原色雑草図鑑，全国農村教育協会，414pp.，1983