

建築研究資料

Building Research Data

No. 110

January 2008

緩衝緑地整備における事業効果の分析と 樹林構造の評価

The Project Effect Analysis and the Evaluation of Forest Structure
in the Buffer Greenbelt

鈴木弘孝

Edited by
Hirotaka Suzuki

独立行政法人 建築研究所

Published by

Building Research Institute

Independent Administrative Institution, Japan

はしがき

独立行政法人建築研究所は、より良い住宅・建築・都市を実現するため、研究の成果を社会・国民に還元することにより、真に豊かさの実感できる国民生活の実現と経済・社会の発展に貢献することを基本的役割とし、公的研究機関として公平・中立な立場を活かした研究開発を実施しています。

近年、大都市部における都市活動の高密化に伴い、緑地・水面の減少等による自然的環境が喪失し、都市のヒートアイランド現象の顕在化等都市環境が悪化しつつある中で、都市の生活環境を保全、改善し、持続的発展可能な都市を具現していくことが必要とされています。そのためには、都市に残された緑地や水辺地の適切な保全と活用を図る等、従来に増して都市と自然との共生を推進していくための研究開発が必要と考えられます。

わが国では、かつて高度経済成長を遂げる過程で、臨海工業地帯等において産業公害が悪化し、環境保全対策として住宅市街地と工場地帯との間に緩衝帯となる緑地(緩衝緑地)が整備されました。整備された緩衝緑地は、全国で1,000ha以上にも及び、現在もなお公的な緑地として現存していることから、緩衝緑地を有する都市においては自然の再生と持続的発展可能な都市を実現していく上で、その「基盤」を形成する緑地として位置づけることができる可能性を有していると考えられます。しかしながら、整備された緩衝緑地については、これまでモニタリング調査等により緑地の現況を分析した研究ストックはほとんど見られません。

本資料は、文献調査等により緩衝緑地整備を担った事業制度の意義と当該事業のもたらした経済価値を整理するとともに、平成15年度と16年度に国土交通省からの受託調査費を基に建築研究所において実施した「大規模緑地の現況植生図等資料作成報告書」による兵庫県姫路市での植生調査結果等を基に、植栽後既に30年以上が経過した緩衝緑地内の樹林構造の変容の実態を整理し、種の多様度やアスペクト比等の指標を用いて樹林構造と樹林を構成する樹木の生長動態について評価を試みた研究成果等を取りまとめたものです。

行政や緑化産業に関わる多くの方々の今後の都市の自然再生、環境の保全に資する技術等の検討資料として役立てて頂くため、本資料を広く公開することといたしましたので、ご活用賜れば幸いです。

平成20年2月

独立行政法人 建築研究所理事長

山内 泰之

緩衝緑地整備における事業効果の分析と樹林構造の評価

概 要

本研究は、わが国が高度経済成長期にあった 1960 年代に激化しつつあった産業公害の防止を事業目的として、京浜、中京、阪神等の工業地域において住宅地と工場地帯を土地利用上明確に区分するための緩衝帯となる緩衝緑地の整備をほぼ一元的に担ってきた共同福利施設建設譲渡事業(以下「共同福利施設事業」という。)を対象として、計画的な市街地形成と生活環境の保全に果たした制度的意義と特徴を整理し、緑地の整備による事業効果について検証を試みた。次いで、制度創設から 30 年余が経過しており、整備された樹林の実態と特性の評価を行い、当初意図されていたような緑地が形成されているかどうかについて検証した。これらの検討を通じて、本研究資料は今後の自然と共生し、持続的発展可能な都市環境形成を図るための緑地計画の作成、整備された緑地の適切な保全・管理等のための基礎的資料を得ることを意図したものである。

序章では、産業公害の防止を目的に制度化された共同福利施設事業が成立した社会的背景を整理し、その後の事業の発展過程を概説した。この中で、1980 年代には自動車排出ガス等の移動発生源等から顕在化した大気汚染防止対策や 1990 年代の産業廃棄物処分場の逼迫と周辺環境対策等その時々々の環境政策上の必要性に対応して緩衝緑地整備が多様化していったことを明らかにし、本研究の位置づけの整理を行った。

第 1 章では、事業創設の社会背景を踏まえ、産業公害が激化する中で産業公害が激化する中で、住・工分離を意図した事業制度の特性を整理した。また、事業効果の早期発現について検討するため、事業期間を同等規模の都市公園事業と対比した結果、平均事業期間は 5 年未満で都市公園事業の約 1/3 で竣工していることが明らかとなった。

第 2 章では、共同福利施設事業における財政支援措置によって地方財政負担の軽減がどのように図られたかについて、都市公園事業との比較により理論値と実績値の両面から定量的に検証した。この結果、共同福利施設事業では、都市公園補助事業と比較して、事業費における地方公共団体の財政負担比率(地方負担率)は理論値、実績値とも 1/2 以下であり、建設段階における自己資金の比率(自己資金率)では実績値が 1/5 ~ 1/3 に軽減されており、理論値以上に軽減されていたことが明らかとなり、当該事業における財政支援措置は、地方財政負担の軽減にとって有効であったと判断される。

第 3 章では、前章までの検証を踏まえ、主として事業効果の側面から整備された共同福利施設事業の中で最も投資規模の大きい姫路地区を事例として、コンジョイント分析による確率効用モデルを設定して費用便益分析を行った。この結果、総便益に占める間接利用価値の割合が 7 割を占め、かつ地区全体での費用便益比が 2.53 となり、投資以上の事業効果の発現が明らかとなった。

第 4 章では、共同福利施設事業における緩衝緑地の樹林形成に適用された「パターン植栽」の手法に着目し、植栽施工後約 30 年が経過した現況の樹林構造の実態を分析し、緩衝緑地形成におけるパターン植栽手法の効果を検証した。第 3 章で検討した兵庫県姫路市の緩衝緑地内の中島地区を対象として樹木調査を行った結果、植栽時における密度の違いによる現存樹木数の相違は見られず、100 m²当り 15 ~ 20 本が残存していた。また、「パターン植栽」により、設計当初に想定されていた階層構造の樹林は形成されておらず、現況の樹林構造はパターンを構成する現存樹木の樹高と胸高直径階から三つのタイプに区分された。

第5章では、第4章に引き続き、兵庫県姫路市の中島地区を対象に、樹高と胸高直径の計測データに基づき、植栽後約30年が経過した樹林の生育特性について材積指数とアスペクト比を指標として検討した。調査の結果、アラカシ、コジイの生長が顕著であり、林冠部を占有していた。亜高木層では、高木層との組み合わせから生長状況に変化が見られた。タブノキではアスペクト比が100を上回る比率が高く、材積指数は10,000cm³以下で衰退傾向が認められるのに対して、ヤマモモではアスペクト比が50前後、材積指数は大半が200,000cm³以上に分布し、生育は良好と判断された。アスペクト比と材積指数を指標とすることで、樹林の生長動態の把握が可能となり、今後は潜在自然植生構成種であるアラカシとコジイの優占する樹林へと移行していくことが示唆された。

第6章では、第4章における樹林構造の実態、第5章における樹木の生長動態を踏まえ、樹木調査の結果に基づき、天空率、相対照度、土壤環境要因と現況の樹林との関係について分析を行うとともに、現在の樹林の生育状況を鬱閉度、多様度、活力度の指標を用いて定量的に評価した。この結果、相対照度と種数、腐植含有量と種数の間に強い相関が見られた。また、全体として樹林の鬱閉度は高く、活力度は低いことが確認できた。全体として、多様度は落葉樹が混交し、優占することにより指数が高くなることが示唆された。

The Project Effect Analysis and the Evaluation of Forest Structure in the Buffer Greenbelt

Summary

This study report aims to verify the significance and the role of Common Welfare Facilities Projects (“Greenbelt Construction Projects”) in greenery space development, from the aspect of both the project system and the project effect: a type of development that has contributed to the formation of premeditated city areas and the conservation of residential environments through the construction of buffer-green belts between housing areas and industrial areas in the Keihin, Chukyo and Hanshin areas, in order to prevent the industrial pollution which took place during the period of rapid economic growth in the 1960’s. Then the actual state and evaluation of characteristics of the forest after 30 years had passed since it was planted were verified, and the forest was surveyed to find out whether or not the greenery space intended in the initial plan has been formed. The studies reported in this research paper were undertaken to obtain fundamental data needed to prepare an open-space plan allowing people to commune with nature, to form a sustainable city environment, and to maintain the green space that had been constructed.

The foreword clarifies the social background behind the buffer greenbelt project, that was systematized to prevent industrial pollution and provides an outline of the subsequent development process. This process clarified that the greenbelt construction has been diversified to meet the need for environmental policies such as the measurement of air pollution that was caused mainly by the discharge of automobile exhaust in the 1980’s, and the lack of industrial waste disposal sites and the conservation of the surrounding area in 1980’s and so on.

Chapter 1 describes the characteristics of the project system under the social background at the time when the C.W.F. project was established, and also surveys financial support by the central government in the form of subsidies etc. Also, the period needed for the appearance of the effect of the project was verified by comparing it with city parks projects of nearly the same scale. The results have clarified that the period needed for the completion of these projects is in average of less than 5 years. This period is about 1/3 of that for the ordinary city parks projects.

Chapter 2 describes Common Welfare Facilities Projects undertaken to construct buffer greenbelts to separate residential and industrial areas to control industrial pollution during the period of rapid economic growth. The effects of financial support for these projects given to municipalities by the national government were analyzed by comparing their financial structures with those of city park construction projects. The investigation showed that the common welfare facility system reduced the expenses of local municipalities (rate of local burden) to half or less of the sum paid by the municipalities for city park construction projects. The initial construction expenses (rate of municipality’s financial contribution) were also 1/5 to 1/3 of those for city park projects, suggesting that common welfare facility projects effectively support the finances of local municipalities.

Chapter 3 describes the cost benefit analysis, mainly from the aspect of project

evaluations, using the Probabilistic Utility Model developed by the Japan Environment Corporation, and choosing the Himeji District as a case where the investment scale was the largest among the Common Welfare Facilities. As a result, the rate of indirect use value accounted for 70% of the gross benefit, and because the benefit ratio in the whole area was set at 2.53, it was clear that the enterprise effect exceeded the investment.

Chapter 4 describes the present state and characteristics of forest structures in buffer greenbelts constructed approximately 30 years ago under Common Welfare Facilities Construction Projects, and examines the effects of the pattern planting method used to plant trees in the greenbelts. All trees growing in a buffer greenbelt in Nakashima District, Himeji City, Hyogo Prefecture, were surveyed. The number of surviving trees was 15 to 20 trees per 100m² regardless of planting density. Although pattern planting was used to design forest stratification, the intended stratification was not achieved. The forest showed three forest types which differed in tree height and trunk diameter at breast height.

Chapter 5 follows Chapter 4 with a description of the growth characteristics of trees planted about 30 years ago, based on the data for their heights and diameters at breast-height and the calculated material volume index and aspect ratio values, in a buffer greenbelt in Himeji City, Hyogo Prefecture (Nakajima District). The results show that the growth of *Quercus glauca* and *Castanopsis cuspidata* was remarkable, and that these species occupied the forest crown. The growth of the subtree layer differed depending on the co-existing species of the high tall layer. With *Machilus thunbergii*, the aspect ratio usually exceeded 100, and the material volume index was less than 100,000 cm³, showing a declining tendency. On the other hand, with *Myrica rubra*, the aspect ratio was about 50, and the material volume index exceeded 200,000 cm³, showing good growth. The use of the aspect ratio and material volume index as indices clarified the growth of trees. The study suggested that *Quercus glauca* and *Castanopsis cuspidata*, that are potentially natural vegetation species will be dominant in the forest.

Chapter 6 describes the relationships between forest structure and environmental factors regulating the structures, such as canopy openness, relative light intensity, and soil conditions, which were based on the actual situation in Chapter 4 and characteristics of tree growth mechanism in Chapter 5, and the growth of trees was quantitatively evaluated using indices such as degrees of congestion, diversity, and vitality. Close correlations were found between relative light intensity and number of species, and between humus content and number of species. The forest was highly congested as a whole, and its degree of vitality was over 2. The results suggest that the forest is in poor condition and that the degree of diversity was increased by the mixing and predominance of deciduous trees.

緩衝緑地整備における事業効果の分析と樹林構造の評価

目次

	頁
はしがき	
概 要	
序 章：緩衝緑地整備の発展過程	1
1. 産業公害の激化と公害防止事業団の設置	1
2. 公害防止から環境問題への対応	1
3. 環境問題のグローバル化への対応	3
まとめ	3
第1章 共同福利施設事業の制度的意義と役割	5
1. 制度創設の社会的背景と経緯	5
2. 共同福利施設建設譲渡事業制度の特性と制度スキーム	7
3. 事業費の構成と財政支援措置の推移	8
4. 公害防止計画における位置づけ	8
5. 早期整備	13
まとめ	13
第2章 共同福利施設事業における財政支援措置	15
1. 研究の方法	15
2. 制度的特性と理論値での比較	15
3. 事業実績での比較	17
まとめ	19
第3章 共同福利施設事業の事業効果分析	20
1. 姫路地区共同福利施設事業の概要	20
2. 事業効果の計測	21
3. 考察	28
まとめ	29
第4章 緩衝緑地におけるパターン植栽と樹林の変容	30
1. 既往研究との関連	30
2. 調査の方法	31
3. パターン植栽の概要	31
4. 調査の結果	35
5. 考察	38
まとめ	38
第5章 植栽後約30年が経過した緩衝緑地の樹林構造特性	40
1. 現況の樹林構造	40
2. アスペクト比からみた樹木の生育特性	42

3. アスペクト比と材積指数からみた樹林構造特性	44
4. 考察	46
まとめ	49
第6章 緩衝緑地の樹林構造の評価	51
1. 調査の方法	51
2. 調査の結果	51
3. 樹林の評価	55
まとめ	58
終章	59
1. 結果	59
2. 今後の課題	60
参考資料	
参考資料-1 樹木調査結果	63
参考資料-2 土壌調査結果	104

序章：緩衝緑地整備の発展過程

わが国が高度経済成長を遂げる過程で産業公害による生活環境の悪化が深刻な社会問題として顕在化し、これらの産業公害の防止を効果的に推進する事業を行うことを目的に工場地帯と住宅地との間に緩衝帯となる緑地（「緩衝緑地」）が整備されている。そのストックはわが国全体で1,000ha以上に達している。緩衝緑地は、住宅地と工場地帯に土地利用を明確に分離することにより、都市の骨格を構成する緑地としての役割を担ってきたと考えられ、いわば、都市のインフラ（基盤）と位置づけることができる。この緩衝緑地は、公害防止事業団（平成4年に「環境事業団」に改組）という組織によって、ほぼ一元的に整備が推進されてきたが、2001年の特殊法人等改革の動きにより、業務の見直しが行われ、緩衝緑地の整備を支えてきた建設譲渡事業は継続中の事業を除き、2001年度に廃止が決定し、2001年度以降は新規に公害対策としての行う緩衝緑地整備は「地方の事務」として地方公共団体が推進していくこととなった。

このような現下の社会的状況を踏まえ、これまで一貫してわが国の都市における環境保全対策として実施されてきた緩衝緑地整備事業について、その成立と発展の過程を整理しておくことは、都市の自然再生、ヒートアイランド対策や地球温暖化防止対策等の都市における緑地政策上の多様な取り組みとその強化が求められている今日、有効かつ必要なことと考えられる。

1. 産業公害の激化と公害防止事業団の設置

1960年代から70年代にかけて、わが国の産業活動の急速な発展に伴い、臨海工業地帯等の産業活動が集中的に行われる地域において、工場からの排出される煤煙等による大気汚染や排水による水質汚濁等による生活環境の悪化やぜんそく等健康被害の発生がみられる等、産業公害は重大な社会問題として顕在化していた。

このような事態に対処するため、煤煙の排出の規制に関する法律、工場排水等の規制に関する法律の制定等により、工場・事業場に対する規制を実施するとともに、企業が行う公害防止施設等

の設置に対する助成策として、日本開発銀行（現日本政策投資銀行）、中小企業金融公庫等による長期低利融資のほか、税制上の優遇措置等が講じられた。

しかしながら、京阪神の工業地域を始め産業活動が集中して行われる地域では、工場の集中的な立地、工場と住宅の無秩序な混在等により、環境汚染が一層深刻化していく傾向がみられ、より強力な産業公害対策が望まれるようになった。従来の助成措置の強化に加え、さらに積極的に効果的対策を実施する必要性が、産業を維持発展させる事業者側からも、生活環境の維持改善を求める地域住民側からも高まっていった。このような状況に対処すべく、産業の集中する地域において産業公害を防止するため、1965年5月の第48回国会において公害防止事業団法が成立し、共同公害防止施設、共同利用建物の設置・譲渡、工場移転のための敷地造成、公害防止のための緩衝施設の設置・譲渡、公害防止施設に対する融資等の事業を行う組織として「公害防止事業団（以下「事業団」という。）」が同年10月1日に設置された。

事業団の業務は、設立当初においては「工場及び事業場が集中し」、かつ「これらにおける事業活動に伴う大気汚染、水質汚濁等による公害が著しく、又は著しくなるおそれがある」地域における「これらの公害の防止に必要な」ものに限定された。ここで、「これらの公害」とは、「事業活動に伴う大気汚染、水質汚濁等による公害」であり、これを同法第18条では「産業公害」と定義づけている。事業団の業務の対象を産業公害の防止に限定した理由としては、産業公害の及ぼす公害の程度・範囲が一刻の猶予も許されない緊急性を有しており、その対策が急がれたことによる。この法律において、産業公害の防止を図る目的で工場地帯と住宅市街地との間に緩衝帯となる施設として緩衝緑地を整備事業として共同福利施設建設譲渡事業（「緩衝緑地整備事業」）が位置づけされたのである。

2. 公害防止から環境問題への対応

1980年代に入りわが国の経済成長も安定成長が定着し、省資源・省エネルギー化が進むとともに、環境行政制度も整備され、かつて著し

い環境汚染をもたらした産業公害も大幅な改善が図られつつあった。

しかし、公害の発生源がこれまでの工場・事業場に加えて、新たにモータリゼーションの普及による自動車のような移動発生源や生活排水等の家庭生活に起因するものにまで広がり、いわゆる「都市・生活型公害」を含めた幅広い取り組みが求められるようになった。

一方、企業における公害防止投資額は、施設の普及による発生源対策の強化や汚染物質排出量の大きな業種の新増設の減少等により、1980年代に入るとピーク時の1970年代から大幅に減少した。このような情勢を反映して、1986年6月、臨時行政改革推進審議会の最終答申において、公害防止事業団の業務に関連して、大気汚染、湖沼等の水質汚濁、化学物質対策等新たな行政課題に対応した業務の見直しと地方公共団体との役割について、次のような提言がなされている。

「公害問題の実態が変化し、工場等を発生源とする二酸化硫黄の環境基準や人の健康の保護に関する水質汚濁の基準はおおむね達成されてきているが、大都市圏を中心とする窒素酸化物による大気汚染、湖沼等の水質汚濁、先端産業工場における化学物質対策等新たな行政課題が生じてきている状況に即応し、その業務の見直しを行うものとする。なお、同事業団がこのような新たな課題に対処するため行うべき業務は、地方公共団体との役割分担の実態を勘案し、国家的見地からみて緊急性が高くかつ大規模なもの、先行的に対処すべきものその他環境行政上特に必要と認められるものとする。」

環境庁(当時)では、この提言の趣旨を踏まえ、産業公害のみならず、都市・生活型公害対策等新たな課題に取り組むため、事業団に新規業務を追加するとともに、現行業務の見直しを行い、公害防止事業団法の改正案が環境庁より国会に提出され、1987年の第108国会で成立している。この改正において、産業公害以外の公害の防止に必要な業務の一つとして大気汚染による公害を防止するために必要な大気浄化機能をもった都市公園となる緑地を設置し、譲渡する「大気汚染対策緑地建設譲渡事業」が追加された。

1990年代に入ると、地球の温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨、熱帯林の減少等の地球環境問題に対して国民の関心も高まりを見せ、一方、開発途上国の公害問題等も顕在化する等の社会背景の下、地球環境問題へのとり組みとともに、わが国としても開発途上国等の環境保全対策を支援するため、積極的な技術協力が求められるようになった。1991年12月の臨時行政改革推進審議会答申において、「公害防止事業団に蓄積された情報・ノウハウを、関係省庁との連携の下に、途上国に対する技術協力に活用する」ことが指摘されている。

一方、国内においても、廃棄物、特に産業廃棄物の排出量が増大する中で、最終処分場の残余容量が極めて逼迫していること等を背景に、排出量の抑制、減量化、再資源化と併せて最終処分場の確保と建設を早急に進めていくことが環境行政上の緊急課題として浮上した。

こうした情勢を踏まえて、環境庁に設けられた「公害防止事業団事業検討会」において、環境行政の主要課題への適切な対処、国民のニーズを満たしていくための公害防止事業団の役割と事業について検討が行われ、1992年1月に新たに取り組むべき事業、適切な公害防止事業団の名称等の制度改正の基本的方向が環境庁に報告されている。この報告において、公害防止対策に係る事業のみならず、新規の事業として、①開発途上地域に対する環境技術協力、②産業廃棄物処理施設の整備促進、③自然公園における自然環境の保護及び適正利用の促進、④地下水汚染対策の促進、の4点を掲げるとともに、公害防止事業団が公害対策のみに限定されず広く環境行政の一翼を担っていることから、「環境事業団」への名称変更が提言された。

この提言を受けて、近年の環境問題をめぐる内外の情勢に的確に対応するため、環境庁は公害防止事業団法の改正案を国会に提出し、1992年4月第123回国会において成立した。この改正において、「公害防止事業団法」は「環境事業団法」に改められるとともに、事業団の名称も「公害防止事業団」から「環境事業団」へと改称され、事業団は公害防止のみならず、新たに自然環境の保護及び整備に必要な業務、開発途上地域の環境保全に資する情報の提供等

の業務を行うこととなった。この改正において、建設譲渡事業の中に、産業廃棄物の広域処理が必要な地域において、産業廃棄物の最終処分場とその周辺地域における生活環境の保全を図るため、最終処分場と併せてその周辺又は跡地に都市公園となる緑地を設置し、譲渡する「産業廃棄物処理施設・一体緑地建設譲渡事業」が新たに追加されている。

3. 環境問題のグローバル化への対応

1992年4月に東京で開催された地球環境賢人会議において、「地球環境と開発のための資金に関する東京宣言」が提言され、この中で「民間部門は、環境上持続可能な地球の開発をもたらす上で重要な役割を担わなくてはならない。アジェンダ21の実施において民間部門の十分な参画を図るため、…民間企業、NGO、そして民間人の参加のあり方を調整する仕組みを設けることが有益である。この仕組みは、民間からの寄付、そしてゆくゆくは政府からの任意の拠出によって支えられる。」と記されている。

この宣言を踏まえ、1992年6月にブラジルのリオデジャネイロで開催された「地球と開発に関する国際会議(地球サミット)」の場において、中村環境庁長官(当時)は政府代表演説の中で「民間の環境保全活動も大きな役割を果たすことから、民間資金を中心にした民間活動への資金支援の仕組みを整備することも考えております」と述べている。こうした状況を踏まえ、内外の民間団体(NPO)が行う環境保全に関する活動の一層の振興を図るため、環境庁では事業団に「地球環境基金」を設け、これら民間団体の行う活動に対して助成その他の支援を行うこととする環境事業団法の改正案が環境庁から国会に提出され、1993年2月の第126回国会で成立している。

1999年2月の中央環境審議会答申「今後の環境事業団のあり方について」では、「環境事業団は、環境保全対策全般を対象とする唯一の特殊法人として、廃棄物・リサイクル対策、有害物質対策、地球環境保全対策等、環境問題の今日的な課題について対応することが強く求められている」ことを指摘している。

この中央公害対策審議会答申等を踏まえ、地球温暖化防止対策等地球環境問題や廃棄物処理問

題等の環境行政上の緊急課題への的確な対応を図るため、環境庁から環境事業団法の一部改正案が国会に提出され、1999年6月の第145回国会で成立している。この改正により、新たな業務として地球温暖化対策の推進に特に資すると認められる緑地を設置し、譲渡する「地球温暖化対策緑地建設譲渡事業」が追加された。

まとめ

以上の経過から、国の環境対策に関する専門機関としての「公害防止事業団」が設立され、全国的に公害対策が社会問題化していった1960年代から今日にいたるまで、環境行政上の主要課題とに対応しつつ組織と業務の見直しが行われてきた。

事業団の設立当初は、わが国が高度の経済成長を遂げていく一方、産業公害が深刻化する中であって、産業公害の防止に必要な業務を担う中核的な専門機関としての役割を担い、わが国の公害対策の推進に寄与してきたと言える。

1980年代に入ると、都市部における窒素酸化物対策や湖沼等の周辺的生活排水対策等を必要とする「都市・生活型公害」に対応して、事業団の業務の見直しが行われ、対象とする公害の範囲も「産業公害」に加えて「都市・生活型公害」に対処するため大気汚染対策緑地事業が創設されている。

1990年代になると、増大する産業廃棄物の適正処理や地球環境問題へのとり組み等環境行政上の新たな課題への対応が求められるようになり、組織の名称も「公害防止事業団」から「環境事業団」へと改組されるとともに、産業廃棄物の広域処理に対応して産業廃棄物処理施設・一体緑地建設譲渡事業が創設されている。さらに1999年には地球環境問題や廃棄物問題等に対処するために地球温暖化対策緑地事業が追加されている。

このように、公害防止事業団の当初の目的である「産業公害の防止」から、公害対象の範囲を「都市・生活型公害」に拡大し、さらには地球環境問題や廃棄物処理問題等の近年の環境行政上の主要課題の変化に対応して、事業団として担うべき目的と業務も「公害防止」から「環境保全」へとその重点を変化させていった。

2000年には財政投融资制度の抜本改革が行われた。そして特殊法人等改革での組織と業務の「ゼロベースでの見直し」により、「民間に委ねるべきは民間に」、「地方に委ねるべきは地方に」という改革の基本理念の下で、事業団による緩衝緑地等の環境保全型緑地に関する事業は2001年度をもって廃止が決定し、2001年度に継続中であった事業も、2006年度に完了している。

1966年に設立されて以来今日にいたるまで、事業団ではその時々の環境行政上の主要課題に適時的確に対応すべく、国の環境保全対策に関する唯一の実施機関として産業公害が著しく、又は著しくなるおそれがある地域における緩衝緑地の整備等の「環境保全型緑地」の整備を通じて、都市の生活環境の維持改善、環境の保全、産業の健全な発展等に寄与してきた。これら環境保全型緑地事業はいずれも「建設譲渡方式」により整備されてきた。

事業団では、地方公共団体からの要請に基づき産業公害の著しい地域等厳しい環境下において、多年にわたる経験と専門的知見に基づく「技術的支援」と財政投融资等による「財政的支援」により、環境保全型緑地の整備を通じて地方公共団体を支援し、わが国における環境行政の一翼を担ってきたと言える。

「建設譲渡方式」の最大の利点は、環境政策上の目的に適った緑地が極めて短期間で整備され、早期に緑地の効果発現を可能とした点を指摘することができる。

この方式では、原因者負担の考え方に基づき、事業費の一部を事業者負担させるしくみを内在させている点が事業制度上の大きな特徴となっている。具体的には、共同福利施設整備における企業負担金や大気汚染対策緑地における公害被害補償予防協会からの助成金、地球温暖化対策緑地における土壌環境保全対策に要する費用の事業者負担等である。

緩衝緑地を整備する共同福利施設建設譲渡事業については、事業団が設立した1965年から既に40年以上が経過し、発生源である工場・事業場においても公害防止対策の徹底と国際的にも最先端を誇る公害防止技術を向上させており、かつ産業構造も事業発足時のように右肩上がりでも厚長大産業が生産力を高めていた時代から今日では大きく様変わりしてきている。

しかしながら、「公害防止計画」については、未

だ未達成の状況にあり、未整備の緩衝緑地もなお数百haを残していることから、引き続き地方公共団体による計画的な土地利用の誘導と生活環境の保全を図るためにも、未整備の緩衝緑地が計画的な整備されるとともに、すでに整備された緩衝緑地についても都市と自然の共生、持続的発展可能な都市の形成等を図るうえからも既に整備された緑地のストックが今後の都市の緑地政策や環境保全策の中で適切に再評価され、保全されていく必要があるものと考えられる。

参考文献

1. 厚生省環境衛生局・通商産業省企業局（1965）公害防止事業団法逐条解説，148pp
2. 厚生省・通商産業省（1965）第48回国会提出公害防止事業団法案参考資料，95pp
3. 環境省・通商産業省・建設省（1987年）第108回国会提出公害防止事業団法の一部を改正する法律案参考資料，34pp
4. 公害防止事業団（1987）第108回国会公害防止事業団法の一部を改正する法律案参考資料，46pp
5. 環境省・厚生省・通商産業省・建設省（1992）123回国会提出 公害防止事業団法の一部を改正する法律案参考資料，52pp
6. 環境省・厚生省・農林水産省・通商産業省・運輸省・建設省（1995）126回国会提出 環境事業団法の一部を改正する法律案参考資料，10pp
7. 環境庁（1999）145回国会環境事業団法の一部を改正する法律案参考資料，15pp
8. 環境事業団（2000）環境の時代に対応した緑地整備の基本方向，17pp
9. 環境事業団（2000）環境事業団の緑地整備建設譲渡事業実施要領，13pp
10. 公害防止事業団（1976）公害防止事業団10年のあゆみ，628pp
11. 公害防止事業団（1987）公害防止事業団25年のあゆみ，242pp
12. 環境事業団（2002）事業統計，145pp
13. 環境庁公健法研究会編（1988）改正公健法ハンドブック，エネギー・ジャーナル社発行，231pp

第1章 共同福利施設事業の制度的意義と役割

緩衝緑地は、戦後わが国が驚異的な経済復興と発展を遂げる過程で顕在化した産業公害を防止するため、工業地帯と住宅・市街地の間に緩衝帯となる緑地を設置し、明確な形で土地利用分離を図り、かつ地域住民に良好なレクリエーション空間を提供する緑地であり、わが国の環境行政、公園緑地行政の一翼を担ってきた。緩衝緑地整備の担い手であった環境事業団は、今般の特殊法人等改革における業務と組織の見直しにより、平成16年4月に独立行政法人環境再生保全機構へと改組され、わが国の緩衝緑地整備を担ってきた共同福利施設事業は継続中の事業を除き廃止された。

緩衝緑地に関する既往の研究としては、佐藤¹⁾が、日本の公園緑地の発達史を体系的に論じるなかで、緩衝緑地事業を概括的に論じた例、白井²⁾がわが国の緑地保全思潮の変遷において緩衝緑地の意義を論じた例、白田³⁾が播磨地域における緑地帯の発展過程を論じた例等があるが、緩衝緑地について事業制度面、事業効果面から論じた例は、ほとんど見られない。

本稿は共同福利施設事業について、制度創設時の社会的背景と経緯を踏まえ、緑地の計画的整備、ストック形成等に果たした意義と役割について事業制度面と事業効果の側面から検証を行うことにより、整備された緩衝緑地等の環境保全を目的とした緑地の有効な保全と管理に資する上での基礎的資料を得ることを目的とするものである。具体的方法としては、緩衝緑地の整備を担ってきた共同福利施設事業を対象に、既存の文献や統計資料、制度創設時の資料等に基づき、①共同福利施設事業に係る制度創設時の社会的背景と特色を整理し、②事業実績より、公害防止計画における共同福利施設事業の役割を整理するとともに、③共同福利施設事業と事業規模が概ね等しい都市公園事業について事業期間を比較することにより、緩衝緑地整備の早期効果発現について検証を行った。

1. 事業創設の社会的背景と経緯

1960年代におけるわが国の産業活動の急速な発展に伴い、臨海工業地帯等の産業活動が集中的に行われる地域において、工場からの排出される煤煙等による大気汚染や排水による水質汚濁等による生活環境の悪化やぜんそく等健康被害の発生がみられる等、産業公害は重大な社会問題として顕在化していた。高度経済成長の過程において、京阪神の工業地域を始め産業活動が集中して行われている地域では工場の集中的な立地、工場と住宅の無秩序な混在等により、産業公害が一層深刻化していく傾向がみられ、より強力な公害対策が望まれるようになった⁴⁾。

このような状況を踏まえ、産業集中地域における産業公害を防止するため、公害防止施設、工場移転のための敷地造成、公害防止のための緩衝施設の設定・譲渡、公害防止施設に対する融資等の事業を行う独立の組織を設置させるべく、1965年5月の第48回国会において「公害防止事業団法」が成立し、環境事業団の前身である公害防止事業団が同年10月1日に設置された。

わが国の産業活動の急速な発展の過程で、工場と住宅の無秩序な乱立、技術革新による大規模工場の集中立地化等に伴い、産業公害が顕在化し、生活環境の悪化が社会問題化する中で、産業集中地域における公害を防止するための効果的対策として工場地域と住宅地域間の土地利用を明確な形で分離する緩衝施設を公害防止事業団が設置し、地方公共団体に譲渡する事業が、同法第18条第1項第4号に規定された「共同福利施設建設譲渡事業」（以下「共同福利施設事業」という。）である。ここに、「産業公害」とは同法第18条第1項第1号の規定に基づき「工場及び事業場が集中し、かつ、これらにおける事業活動に伴う大気の汚染、水質の汚濁等による公害」を言う。

制度創設に当たって、環境行政を所管していた厚生省(当時)では公害被害の増大を憂慮し、年金積立原資をもとに公害防止のための投資を助成するために事業団構想を検討していた。この検討において、事業団が行う主要事業の一つとして、千葉県市原地区を具体の候補に「共同保健福祉施設」の名称で、緩衝帯となる施設が構想された⁵⁾。したがって、共同福利施設

(参考)

国庫補助緩衝緑地造成事業の実施要領⁸⁾

昭和43年6月15日 建設省

第1 採択基準

緩衝緑地造成事業として国庫補助の対象となる事業は、次の各号に該当するものとする。

- 1 都市計画法(大正8年法律第36号)第16条に規定する緑地であつて、都市計画事業として施行するものであること。
- 2 当該緑地は、火力発電所、化学工業、石油製品製造業、鉄鋼業を主体とする工業地域から発生するばい煙、騒音その他の公害を防止又は緩和するため他の地区と遮断することが都市構成上、有効かつ必要と認められるもの(以下「緩衝緑地」という)であつて、その遮断効果をあげるために必要な配置と面積(原則として20ヘクタール以上)を有するものであること。
- 3 緩衝緑地は、同時に公害防止事業団法(昭和40年法律第95号)第18条第4号に規定する施設に該当するものであつてその全部又は一部を公害防止事業団が都市計画事業の特許を受けて造成し、造成後これを地方公共団体に譲渡するものであること。
- 4 緩衝緑地造成事業に要する費用(第2、2に定める補助の対象となる費用をいう。)の4分の1以上を企業(公害対策基本法(昭和42年法律第132号)にいう事業者をいう。)が負担するものであること。

第2 実施方針

1 補助事業者

公害防止事業団に対し、補助するものとする。

2 補助対象事業費の範囲

補助の対象となる事業費の範囲は、用地の取得費、敷地の造成費、園路、広場、植栽工事費及び維持管理のため通常必要とする管理施設に要する費用とする。

3 補助率

補助対象事業費から企業が負担する額を控除した残額の3分の1を補助するものとする。

4 補助条件

補助金の交付決定にあたっては、次の旨の条件を附するものとする。

- (1) 緩衝緑地造成事業に要する費用についての地方公共団体及び企業の費用負担について費用負担協定書を締結させ、それぞれの負担金額、負担方法等を明らかにしなければならないものとする。
- (2) 当該緩衝緑地造成事業の全部又は一部が完了し、地方公共団体に譲渡するときは、公害防止事業団法第条に規定する業務方法書の定めるところに基づいて、譲渡価格及びその支払い方法等を明らかにし、譲渡しなければならないものとする。
- (3) 譲渡を受けた地方公共団体は、当該緩衝緑地を補助金の交付の目的に反して逆用し、譲渡し、交換し、貸し付け又は担保に供してはならないものとする。ただし、補助事業者が、あらかじめ建設大臣の承認を受けて承認した場合は、その限りでないものとする。

その他の事項については、他の一般補助事業に準じて取扱うものとする。

設は事業創設時においては、緩衝緑地と必ずしも同義ではなかった。このことは、共同福利施設が制度化され、事業団が発足後もその「業務方法書」において、「共同福利施設」の定義を、「共同福利施設とは、公園緑地、運動場、その他の施設であって、当該地域の工場又は事業場の従業員及び住民の福利に資するもの」とされていることから伺える。

共同福利施設が、緑地の形態を伴う上で明確に行政上の裏付けがなされたのは、1968年度から事業費に都市公園の国庫補助金が導入されたことによる。補助金の投入に際しては、市原市、四日市市、和歌山市、赤穂市、姫路市、倉敷市、徳山市、大分市の緩衝緑地の事業を抱えていた八つの地方公共団体が「緩衝緑地対策協議会」を組織し、建設省(当時)や大蔵省(当時)はじめ関係方面に強く働きかけたことが制度化に寄与したといえる。具体的には、建設省(当時)は共同福利施設事業を補助対象事業するために実施要領(p4。「参考」参照)^{補注②}を新たに定め、採択基準として「都市計画事業として施行する緑地」である旨を明記したのであった。この規定により、共同福利施設は単に緩衝帯となる空地や施設ではなく、具体的に「緑地」の形態を伴うことが補助事業採択に当たっての必要条件となった。

なお、公害防止事業団法は1992年に環境事業団法へと改正され、公害防止事業団は環境事業団へと改組されている。

2. 共同福利施設事業制度の特性と制度スキーム

2.1 事業の特性

共同福利施設事業は、環境事業団法第18条第1項に基づき、「産業公害が著しい地域、若しくは著しくなるおそれがある地域において、その発生を防止するために必要な施設であり、工場又は事業場の共同の利用に供する施設であって当該地域の工場又は事業場の従業員及び住民の福利に資する施設を設置し、譲渡する事業」と定義される。

当該事業の特色は、①事業費の一部を企業等に負担を求める仕組みとなっている点、②用地費については補助率の嵩上げ措置がなされている点、③事業団自ら

が施行主体となっている点、を指摘できる。

このうち、①については、「公害防止事業費事業者負担法」(1970年12月制定)に基づき、当該事業により整備される緑地、広場その他の空地については、事業費の一部(1/2~1/4)について公害発生源となる企業等に費用負担を求めるしくみとなっている。②については、「公害の防止に関する事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律」(1971年5月制定、以下「公害財特法」という。)により、「公害防止計画」に位置づけされた緑地整備のうち用地・補償費については、補助率を通常の1/3から1/2へ嵩上げ措置がある。③について、環境事業団は、都市計画法第59条第4項に規定する国の機関として、自ら都市計画事業の主体として事業を施行することとなる。

環境行政の主要課題であった産業公害の防止に対応するため、環境事業団という環境対策の専門機関に事業の主体性を法的に付与し、経験とノウハウを有する技術集団をプールすることによる「技術支援」と事業者負担を内包し、国費の傾斜的配分による「財政支援」により、地方財政の悪化を招くことなく、環境対策上緊急性を有する緑地の整備を効率的に遂行していくことが共同福利施設事業の特性である。

2.2 事業制度上のスキーム

1965年に制度が創設されて以来、一貫してわが国の緩衝緑地の整備を担ってきた共同福利施設事業は、「建設譲渡事業」という事業団独自の事業手法により、推進が図られてきたといえる。具体には、以下のような事業の手順で遂行される。

①環境事業団と地方公共団体との間で「譲渡契約」を締結した後に、事業団が毎年度主務大臣(環境大臣)の予算と事業計画の認可を受けて、事業を執行する。

②当該事業は、予算認可後に事業団が財政投融资資金等による予算措置を行い、都市計画事業として執行し、緑地整備として設計・用地買収・工事発注・施工管理等を行う。

③緑地が竣工した後に、事業団と地方公共団体は「確定契約」を締結し、完成した緑地は事業団より地方公共団体に譲渡される。

④譲渡された緑地は、地方公共団体が条例に基づき都市公園として供用し、管理する。

したがって、事業団では、緑地の整備を行い、完成後の緑地は都市公園として地方公共団体が維持管理を行う。

3. 事業費の構成と財政支援措置の推移

事業費の構成と事業費負担の割合を模式的に表すと表 1-1 のとおりである。事業実施段階では、事業費の 5~10%について譲渡先である地方公共団体が「地方公共団体」負担分より負担する他は、地方負担と企業負担に係る経費は、整備段階においては発生せず、事業団が国の認可を受けて財政投融资(以下「財投」と表記。)により予算措置を行い、事業を執行することとなる。

図 1-1 は、財投資金と国庫補助金並びに割賦償還金の資金フローを模式的に示したものである。財投借入れ分については、緑地が完成し、事業団から地方公共団体に譲渡された後に、地方公共団体が企業負担分と合わせて、2年以内の据え置き期間を含め、20年以内という長期かつ低利で事業団に償還されるしくみとなっていた。したがって、建設譲渡事業では、整備段階において頭金以外の地方負担は発生せず、事業団が国庫補助金の交付と財投資金の融資を国から受けて、立替え施工を行うしくみである。

表 1-2 は国の財政支援措置の推移を都市公園事業との対比によりまとめたものである。国庫補助金については、1968年度から適用となったが、前掲の緩衝緑地対策協議会を構成する八つの市以外は用地費は補助対象外であった。なお、上記の実施要領²⁾より、事業費の 1/4 以上を企業負担とすることが、公害防止事業費事業者負担法が制定されるより以前に採択要件に規定された。1971年には公害財特法による補助率嵩上げにより通常の補助率 1/3 が 1/2 に引き上げられた。

1973年度からは全地区について、用地費補助が認められた。なお、施設費については、1972年度より一般の都市公園事業において補助率が一律に 1/3 から 1/2 に引き上げられたことから、公害財特法によ

る国費の傾斜配分は生じない。

さらに 1976年 12月の特別交付税に関する自治省令の改正により、地方公共団体の負担に係る償還時の割賦金について、負担額の 1/2 を上限に財政力指数に応じた指数を乗じた額の特別交付税が交付されることとなった。一般の都市公園事業では、起債充当分(70~75%、1976年時点)の 30%を交付税措置されることと比較すると、国庫補助率の嵩上げとともに、財政上の優遇が図られることとなった。

このように、1965年度に共同福利施設事業制度が創設された後に、事業の進展に応じて公害対策として国の財政的な支援措置の強化・拡充が順次講じられていった。

以上のことから、共同福利施設事業における地方公共団体への財政支援措置としては、

①財投資金によって事業団が事業主体となって整備段階の事業予算を措置し、②都市公園の国庫補助事業が充当されたこと、③公害財特法に基づき国庫補助率は 1/2 への嵩上げ措置が図られたこと、④地方負担の割賦償還に対して特別交付税が措置されたこと、等の措置が一体的に講じられることとなり、これらの国からの財政支援措置により効率的な事業遂行が制度的に担保されたと言えよう。

共同福利施設事業の実施箇所を図 1-2 に示す。

4. 公害防止計画における位置づけ

1967年に公害対策基本法が制定され、公害防止に関する施策に係る計画として「公害防止計画」が制度化された。

同計画は、公害対策基本法が平成 5年に環境基本法に統合されたことにより、現在は環境基本法に規定されている。同計画に基づいて実施される「公害対策事業」については、上述した公害財特法に基づく国庫補助率の嵩上げが行われる。

1)表 1-3より、1965年度から 2000年度末までに事業団が整備した緩衝緑地は全体で 52地区、1,114haに及ぶ。表 1-4より、「公害防止計画」に基づいて実施された事業は、39地区、694haとなっており、事業団

表 1-1 事業費負担の内訳 (企業負担 3 分の 1 の場合)

区 分	企業負担	地方公共団体	国庫補助
A 用地及び補償費	1 / 3 A	1 / 3 A	1 / 3 A
B 施設費	1 / 3 B	1 / 3 B	1 / 3 B
C その他	1 / 3 C	2 / 3 C	

- (注) 1. 総事業費 = 用地及補償費 + 施設費 + その他経費
 その他経費 = 事務費 + 建設中の財投借入利息 (建設利息)
 2. 国庫補助分については、公害財特法による補助率嵩上げ (1/2) を適用

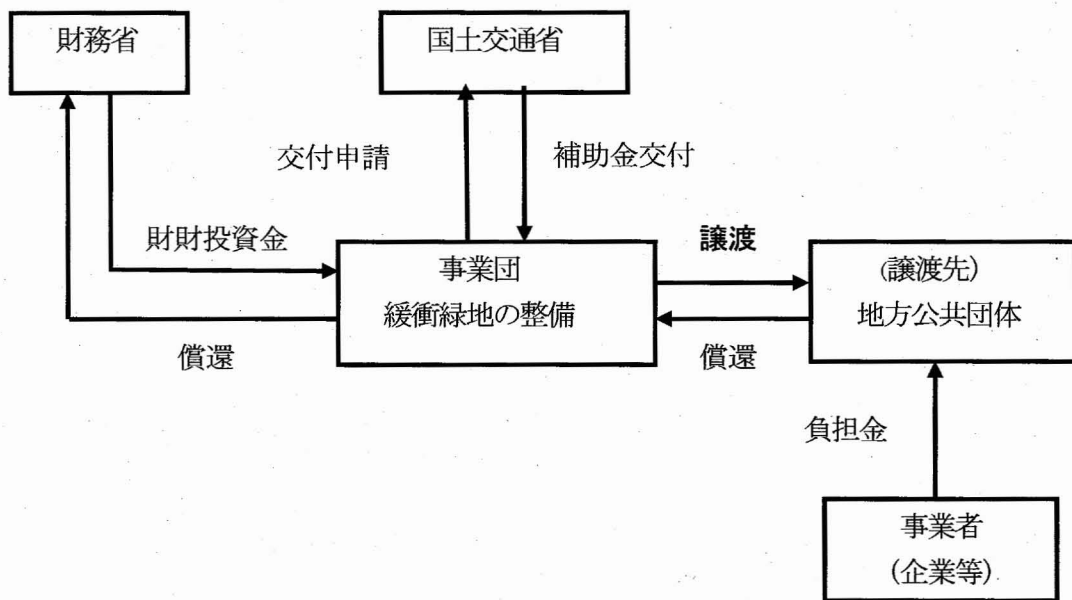


図 1-1 資金フロー図 (共同福利施設事業)

表 1-2 財政支援関連法制度と補助事業等の推移

年月	法制事項等	共同福利施設事業	都市公園事業
1965年6月	公害防止事業団法制定	共同福利施設事業を制度化 (国庫補助なし)	
1967年8月	公害対策基本法 ・公害防止計画制度化 ・第一次計画は46年度が最初		
1968年6月	国庫補助緩衝緑地造成事業の実施要領	国庫補助導入(補助率1/3)、八市以外は用地費対象外	
1970年12月	公害防止事業費事業者負担法 ・企業負担を制度化	事業費の1/4~1/2を企業負担	
1971年5月	公害財特法 ・補助率嵩上げを制度化	公害防止対策事業については補助率1/2に嵩上げ	
1972年	第1次都市公園等整備五箇年計画(1972年度~86年度)		施設補助率引上げ 1/3→1/2 起債創設・充当率 70~75%
1973年 1976年	特別交付税に係る自治省令改正	全地区に用地費補助が適用される 割賦償還の1/2を上限として特別交付税措置を制度化	

表 1-3 共同福利施設整備実績

(2000年度末現在)

地区(N)	整備面積(A)	整備事業費(B)	A/N	B/N
	ha	百万円	ha	百万円
52	1,114	257,082	21.4	4,944

(注)環境事業団(2001)より作成

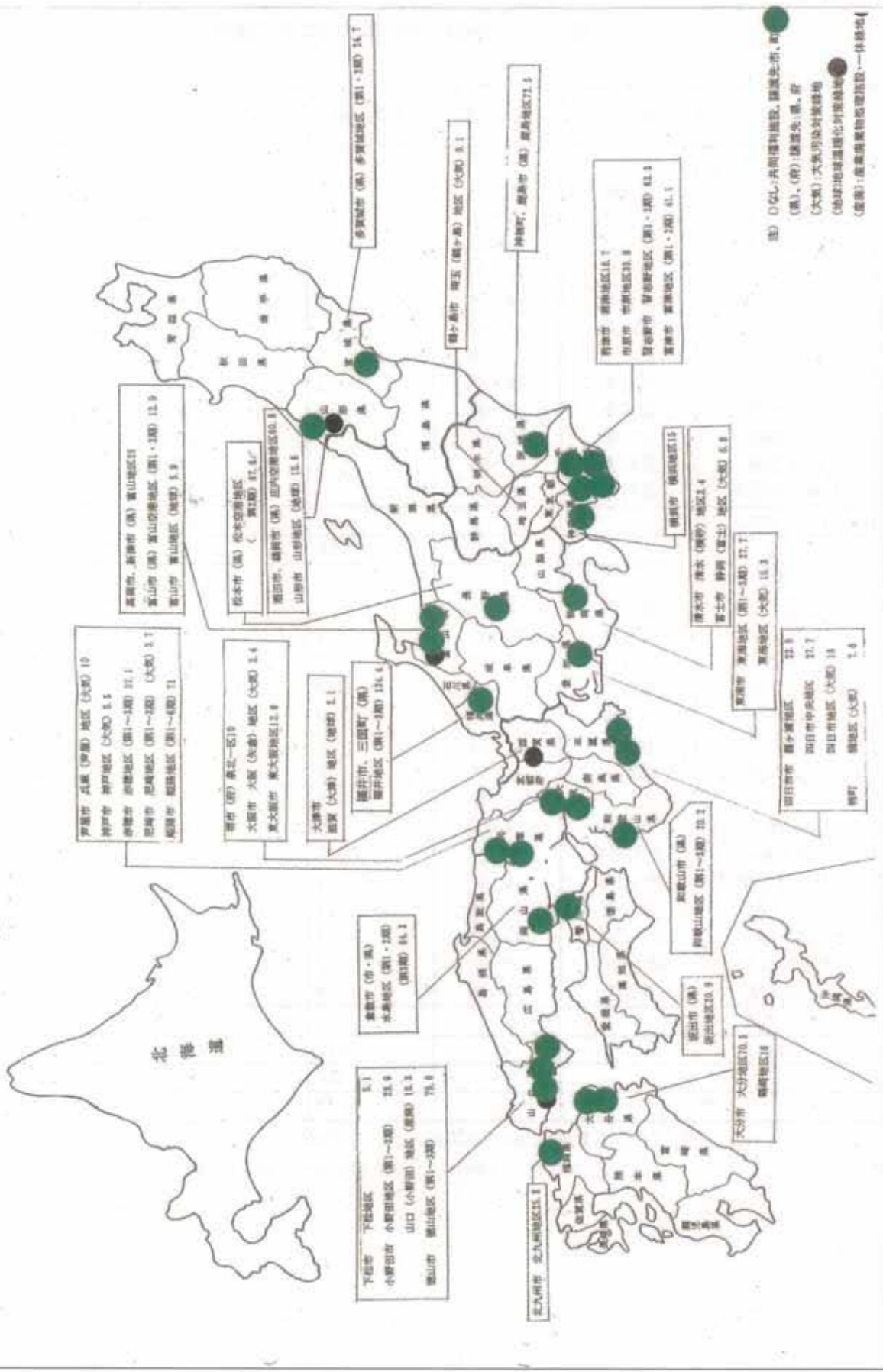
表 1-4 公害防止計画と緩衝緑地

区分	公害防止計画区域内緩衝緑地				計画区域外整備済
	計画策定以前整備済緑地		整備済緑地	未整備緑地	
事業主体	事業団	地公体	事業団	(地公体)	事業団
箇所数	6	3	39	8	7
面積(ha)	187.6	53.3	694.2	225.8	232.2

(注)1. 2000年度末現在の公害防止計画資料、並びに関係府県へのヒアリングにより作成。

2. ()書きは予定。

緑地位置図



注) 〇は、共同福利施設、健康センター、町
 (第)、(第): 緑地、第、第
 (大): 大気汚染対策緑地
 (地球): 地球温暖化対策緑地
 (環境): 環境改善施設、緑地

図 1-2 共同福利施設事業実施箇所

表 1-5 共同福利施設事業の平均事業期間

(単位:ha, 年, 百万円)

地区名	譲渡先	事業年度	事業期間	事業面積	事業費
(県事業)					
鹿島	茨城県	70～74	5	72.5	2,221
多賀城1期	宮城県	70～73	4	13.6	1,519
多賀城2期	宮城県	72～75	4	11.1	2,008
坂出	香川県	74～79	6	20.9	3,945
小野田1期	山口県	74～76	3	20.3	1,690
富山	富山県	76～82	7	25	9,142
福井1期	福井県	77～78	2	25.7	2,228
福井2期	福井県	79～82	4	58.4	5,453
福井3期	福井県	82～84	3	50.2	2,632
庄内空港	山形県	89～94	6	60.8	9,992
松本空港	長野県	91～95	5	49	19,119
松本空港2期	長野県	95～00	6	18.8	17,772
計 12 地区			56	426.3	77,721
平均			4.66	35.5ha	6,477
(市事業)					
徳山1期	徳山市	68～70	3	75.1	1,230
姫路1期	姫路市	69～72	4	21.4	1,840
四日市霞ヶ浦	四日市市	70～72	3	22.9	650
東海1期	東海市	70～73	4	18	1,397
鶴崎	大分市	71～73	3	16	1,594
水島1期	倉敷市	71～74	4	40.7	5,143
姫路2期	姫路市	73～78	6	21.2	9,227
大分	大分市	74～79	6	70.5	8,836
君津	君津市	78～80	3	18.7	3,124
北九州	北九州市	79～85	7	25.8	12,582
習志野1期	習志野市	84～87	4	21.3	8,495
富津1期	富津市	85～88	4	36.7	14,299
東大阪	東大阪市	87～91	5	12.6	7,587
習志野2期	習志野市	88～94	8	42	14,092
姫路6期	姫路市	94～00	7	11.2	8,853
計 15 地区			71	454.1	98,949
平均			4.73	30.2	7,067
合計 27 地区		—	127	880.4	176,670
平均		—	4.70	32.6	6,543

注) 1. 環境事業団(2002)事業統計¹¹⁾より作成。

2. 事業対象期間は1968から2000年度まで。事業面積は、10ha以上である。

の整備した緩衝緑地全体の約 62%を占めている。公害防止計画区域にあるが、公害防止計画以前に整備された地区は 6 地区、187.6ha。また、公害防止計画区域外の事業箇所は 7 地区 232ha となっている。

2) 地方公共団体が計画区域内において緩衝緑地を整備した例としては、宮城県塩釜市の塩釜港緑地、茨城県波崎町の若松緑地、和歌山県和歌山市の河西公園の 3 箇所整備面積は約 53ha。いずれも、公害防止計画が策定される以前に整備された緑地である。

3) これら地方公共団体が設置した緩衝緑地の中で、公害防止事業費事業者負担法に基づいて事業者負担させた例はなく、かつ公害財特法に基づく「公害防止対策事業」に位置づけ、補助率の嵩上げが行われた例もない。

4) 現行の計画に位置づけられている未整備の緩衝緑地の面積は、2000 年度末時点で公害防止計画資料と都道府県へのヒアリング結果より約 220ha となっており、これらの緑地は共同福利施設事業の廃止により、今後は地方公共団体の事務に委ねられることとなる。

以上のことから、①産業公害の防止を事業目的としてあらかじめ「公害防止計画」にその整備計画を位置づけ、かつ②事業者負担、補助率嵩上げを行い整備した緩衝緑地を地方公共団体が整備した実施例は見当たらず、これまで公害防止対策事業として公害防止計画に位置づけられ、整備された緩衝緑地は、そのほとんど全てを事業団の共同福利施設事業によって担われてきたことがわかる。

5. 早期整備

国庫補助金が投入された 1968 年度から 2000 年度までの間における事業期間、事業面積、事業規模をまとめると、表 1-5 のとおりである。

ここに、「事業期間」とは譲渡契約締結から確定契約締結までの期間を言い、この間は国庫補助金の交付を受けることから国庫補助事業の「採択期間」とほぼ一致していると思なすことができる。

1) 補助金が投入された 1968 年度から、2000 年度までの間における共同福利施設事業の事業実施箇所のうち面積 10ha 未満の比較的小規模な地区を除くと 27 地

区である。この平均事業面積は 1 地区当たり 32.6ha、平均事業期間は 4.7 年となっている。

2) 通常の都市公園補助事業の事業期間と比較するため、国土交通省の既存資料に基づき、2001 年度から 2003 年度までの最近 3 箇年間に完了した都市公園のうち緩衝緑地の事業実績を勘案し、事業面積が 10ha 以上 100ha 未満の公園、又は事業費 200 億円を超える公園、部分的な改築を除外して、補助採択から完了までの期間を事業期間としてまとめると表 1-6 のようになる。過去 3 年間に事業完了した都市公園については、平均事業面積は 1 公園当たり 29.9ha であり、平均事業期間は 15.5 年、平均事業費は 5,201 百万円となっている。臨海部に位置する立地上の特性や整備されている施設内容は公園種別の相違により緩衝緑地とは異なるため、単純に比較することは難しいが、事業面積、平均事業費ともに緩衝緑地が対象とした都市公園の平均よりも上回っているため、事業期間を比較する上においては、特段支障はないと判断した。

3) 1) と 2) の比較により、緩衝緑地の平均事業期間は、ほぼ同等規模の面積と事業費を有する都市公園における平均事業期間と比べると約 1/3 程度の極めて短期間で事業が実施され、整備効果が発現していたことが推察される。

まとめ

共同福利施設事業により整備された緩衝緑地は、わが国の環境行政、緑地行政の発展にとって極めて特異な位置を占めるとともに、生活環境の保全・改善に重要な役割を担ってきたといえる。

(1) 産業公害を防止するためにより積極的な公害対策の必要性が高まっていた中で、共同福利施設について事業当初には住・工分離を図る緩衝帯となる空地や施設であり、かつ工場側と住民側が共同で利用できる福利施設として創設されたものであった。このため、事業当初は、必ずしも施設対象は緑地に限定されたものではなく、制度のスキームとして緑地の形態に規定されたのは公園事業の国庫補助金の導入された 1968 年以降であった。

(2) 制度創設以降、国庫補助金の導入を始め、公害

表 1-6 都市公園事業の平均事業期間

(単位:ha, 年, 百万円)

完成年度	完成公園	事業期間	面積	事業費
2001	6公園	107	168.5	23,753
	1公園当り	17.8	28.1	3,959
2002	8公園	112	269.2	40,246
	1公園当り	14.0	33.7	5,031
2003	8公園	121	220.6	50,412
	1公園当り	15.1	27.6	6,302
3ヶ年計	22公園	340	658.3	114,411
	1公園当り	15.5	29.9	5,201

(注) 1. 国土交通省都市・地域整備局公園緑地課資料等より作成。

2. 2001年度から2003年度までの各年度で完了した都市公園事業を対象。

3. 事業面積10ha以上100ha未満の事業の内、事業費200億円以上の事業は除外した。

(2)1968年6月に、建設省において国庫補助事業の対象として共同福利施設建設事業を位置づけし、採択基準、補助率、補助条件等を同実施要領に規定した。

対策基本法や公害財特法、公害事業費事業者負担法等の関連法制が順次整備され、共同福利施設事業は公害防止計画に位置づけられた公害対策事業として、同計画に基づく緩衝緑地をほぼ一元的に担ってきたことが事業実績より明らかとなった。このような緑地のストック形成を可能とした事業制度が「建設譲渡事業」という整備手法であったといえる。

(3)この方式により、施設内容や立地特性の違い等により単純な比較は難しいが、同等規模の面積と事業費を有する都市公園の平均の事業期間と比べると緩衝緑地の平均事業期間は、比較対象とした都市公園の約3分の1以下の4.7年であり、緑地整備による早期の事業効果の発現が実績データからも推察された。

共同福利施設事業が廃止されるに当たり、今後は地方公共団体の事務に移管されることとなる。約1000haに及ぶこれらの緑地のストックを将来的な資産として適切に継承するとともに、共同福利施設事業によって培われた技術的知見やノウハウが円滑を地方公共団体へと継承されるとともに、今後の臨海部等での大規模緑地の造成等に有効に活用されていくことが課題と言える。

補注

(1)公害防止事業団法第20条第2項に基づき、事業団は1966年5月に「業務方法書」を定め、「緑地の設置と譲渡に関する事項」を規定した。

引用文献

- 1) 佐藤 昌(1977)日本公園緑地発達史(上巻)都市計画研究所,東京,698pp
- 2) 日本公園百年史刊行会(1978)日本公園百年史.第一法規出版,東京,690pp
- 3) 白井彦衛(1977)都市の緑地保全思潮に関する研究(その5).造園雑誌,40(3),38-45
- 4) 白田文昭(2002)播磨臨海地域における緑地帯の意義と役割に関する研究.卒業論文,86pp
- 5) 公害防止事業団(1976)公害防止事業団10年のあゆみ.628pp
- 6) 公害防止事業団(1991)公害防止事業団25年のあゆみ.242pp
- 7) 公害防止事業団(1966)公害防止事業団業務方法書第7条
- 8) 建設省都市局公園緑地課(1968)国庫補助緩衝緑地造成事業の実施要領
- 9) 厚生省環境衛生局(1965)公害防止事業団法逐条解説,148pp.
- 10) 厚生省、通商産業省(1965)第48回国会提出公害防止事業団法案参考資料,97pp
- 11) 環境事業団(2002)事業統計,145pp
- 12) 国土交通省都市・地域整備局公園緑地課監修(2002)公園緑地マニュアル.(社)日本公園緑地協会,669pp.

第2章 共同福利施設事業における財政支援措置

共同福利施設事業は、事業団^{補註(1)}が地方公共団体と譲渡契約を締結した後に、産業公害の防止を事業目的として、工場地帯と住宅市街地との間に緩衝帯となる緑地(「緩衝緑地」という。)を整備する事業であり、1960年代後半から事業が進められ、今日では約1,000haの緑地のストックが形成されている。経済の成熟化・ソフト化と産業構造の変化等社会経済環境が大きく変化を遂げる中で、1999年から2001年にかけての特殊法人等改革において公害対策として財投制度を活用した当該事業の緊急性・必要性についての見直しが行われ、現在継続中の事業をもって、約40年間にわたり公害防止計画に位置づけられた緩衝緑地の大半を整備してきた当該事業の廃止が確定した。「特殊法人等整理合理化計画」¹⁾によると、今後の緩衝緑地の整備は「地方の事務」として整理され、地方公共団体の行う都市公園事業によって遂行されることとなる。第1章において、共同福利施設事業が緩衝緑地のストック形成に果たした事業制度上の特性を明らかにするため、事業の早期効果発現について都市公園事業と比較した結果、平均の事業期間が5年未満で実施されており、同等規模の事業費と面積を有する都市公園事業の約1/3という短期間で当該事業による緑地が整備されたことを明らかにしている。このような、短期間での事業実施を可能とした要因の一つとして財政支援措置による地方財政負担の軽減が考えられる。

そこで、本章では、緩衝緑地整備に果たした共同福利施設事業の意義を検証するため、都市公園事業制度との比較により地方負担率について理論値と実績値の両面から検討を行い、当該事業制度における財政支援措置により、地方財政負担の軽減がどのように図られたかを検証する。

1. 研究の方法

研究の方法として、緑地整備事業を担ってきた共同福利施設事業の「財政支援措置」について、既存の文献や統計資料に基づき、事業の財源構成を整理し、建設事業費に占める地方財政負担の比率(地方負担率)を整理した。具体的には、①環境事業団²⁾の統計資料や文

献(公害防止事業団, 1976)³⁾等に基づき、当該事業における事業財源と特性を整理し、当該事業における譲渡先の地方負担率を理論値として算出した。次に、②国土交通省(1998)⁴⁾や都市公園の補助事業に関する既存の資料(国土交通省監修, 2002)⁵⁾等に基づき、地方公共団体の行う都市公園事業の財源構成について整理し、地方負担率を理論値として算出した。さらに、③共同福利施設事業と都市公園事業の事業実績から地方負担率を算出し、①、②の理論値との比較・検討により、共同福利施設事業における、地方の財政負担の軽減について考察した。

2. 制度特性と理論値での比較

2.1 共同福利施設事業

共同福利施設事業では、事業に要する財源として、建設段階では地方公共団体は自己資金である頭金を事業費の5~10%を負担する他は、事業団が財投資金を措置するとともに、建設省(現国土交通省)より公園事業補助金の交付を受けて、当該事業が執行されてきた。これを事業費の負担構成で示すと図2-1のとおりである。共同福利施設事業では、表2-1に示すとおり、①公害防止事業費事業者負担法(昭和46年制定)に基づく「公害防止事業」として位置づけられるとともに、同法第2条の2に基づき「事業者負担」が義務づけられ、事業費の1/4~1/2の企業負担を課している。また、②国庫補助金も公害防止に関する国の財政上の特例措置に関する法律(昭和46年制定)の適用を受けて用地費について国庫補助率1/2への嵩上げ措置が講じられている。さらに、③企業負担分以外の財投償還分については、特別交付税に関する自治省令(昭和51年12月)により、償還時に償還費の1/2を上限として特別交付税が措置されるしくみとなっている。財投の借入れ分については、事業団から地方公共団体に緑地が譲渡された後に、地方公共団体より事業団に対して企業負担分と併せて、譲渡後2年以内の据置期間を含め20年以内、元利均等で割賦償還される。

以上の制度的スキームを踏まえ、共同福利施設事業の場合の地方負担率を理論値として算出する。企業の負担率は1/3、特別交付税率は0.5、自己資金(頭金)を10%と仮定して、地方負担額(C_0)を算出した。図2-1より、総事業費(C)に対して、 $C_0 = 0.217C$ となり、地方負担率(ϕ)は、

$$\phi = C_0 / C \times 100 = 21.7 \%$$

表 2-1 共同福利施設事業の事業者負担と財政支援措置

事項	内容	根拠法令
事業者負担	事業者負担により、事業費の1/4～1/2を企業が負担	公害防止事業費事業者負担法第7条
補助率高上げ	国庫補助率の1/2への高上げ(用地費1/3→1/2に高上げ)	国の財政上の特別措置に関する法律第6条
特別交付税措置	地方公共団体からの償還費の1/2を上限に特別交付税を措置	特別交付税に関する自治省令

表 2-2 都市公園事業の国庫補助率と起債充当率

区分	都道府県事業	市町村事業
国庫補助率	施設費 1/2 用地費 1/3	施設費 1/2 用地費 1/3
起債充当率	70%	75%
地方交付税	30%	30%
地方負担率(理論値)	施設費 39.5% 用地費 52.7%	施設費 38.7% 用地費 51.7%

2.2 都市公園事業

次に、図 2-2 は都市公園補助事業の財源構成の制度スキームを模式的に示したものである(建設省, 1998)。都市公園補助事業は、都市公園法第 19 条において国庫補助についての法的規定がなされ、同法施行令第 25 条に補助率について、施設費 1/2、用地費 1/3 の規定がなされている。これより、事業費は、国費(国庫補助金)と地方費に区分され、このうち地方費は自己資金と起債に区分される。国庫補助金について、施設費の場合は補助対象施設について補助率が 1/2、用地費については 1/3 である。補助対象施設は、都市公園法施行令第 25 条に限定されているが、理論値の算出において、施設費の 100%を補助対象として検討した。また、1995 年度までは補助率とともに、補助対象施設に対する補助対象率が設定されていたが、理論値の検討では、補助対象率は 100%と仮定した^{補注(2)}。

1985 年度から 2002 年度までの起債充当率は、都道府県事業の場合は 70%、市町村事業の場合は 75%であり、理論値の算出においてこの率を適用した。なお、起債充当分の 30%は地方交付税が措置される。

以上の条件の下で、市町村が事業主体の場合の都市公園事業での用地費の地方負担率を算出すると、図 2 より地方負担額(C_0)は、 $C_0 = 0.517C$ となり、地方負担率(ϕ)は、

$$\phi = C_0 / C \times 100 = 51.7\%$$

次に、施設費についても、同様の方法で算出すると地方負担率(ϕ_p)は、38.7%となる。このうち、建設段階での自己資金の比率(自己資金率)については、用地費で 16.7%、同様に施設費で 12.5%となる。

一方、都道府県事業の場合は、起債充当率が 70%となり、同様の方法で地方負担率を算出すると、用地費で 52.7%施設費で 39.5%となる。このうち、建設段階での自己資金率は、用地費で 20.0%、施設費で 15.0%となる。

これらの算出結果は、表 2-2 のとおりである。以上のことから、制度上の理論値として算出した地方負担率について共同福利施設事業と都市公園事業とを比較した場合、表 2-3 より共同福利施設事業の地方負担率は、県事業、市事業とも都市公園事業の約 4～6 割であった。また、建設段階に必要な自己資金率については、都市公園事業の場合と比較して県事業(譲渡先が県の場合)では約 5～7 割、市事業(譲渡先が市の場合)では 6～8 割であった。

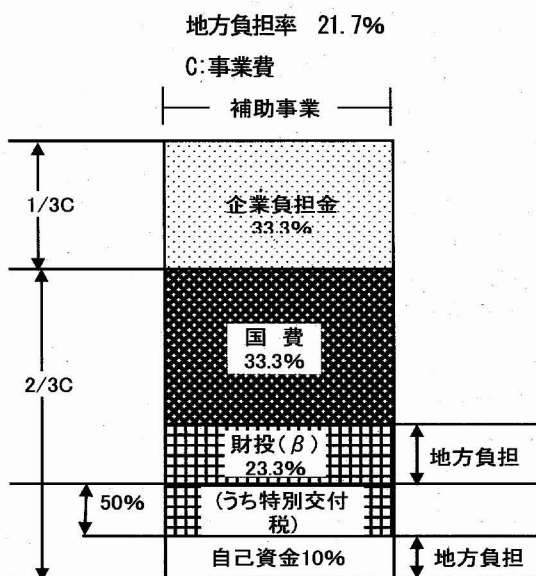


図 2-1 共同福利施設事業の事業者負担^{補注(3)}
(企業負担率 1/3 の場合)

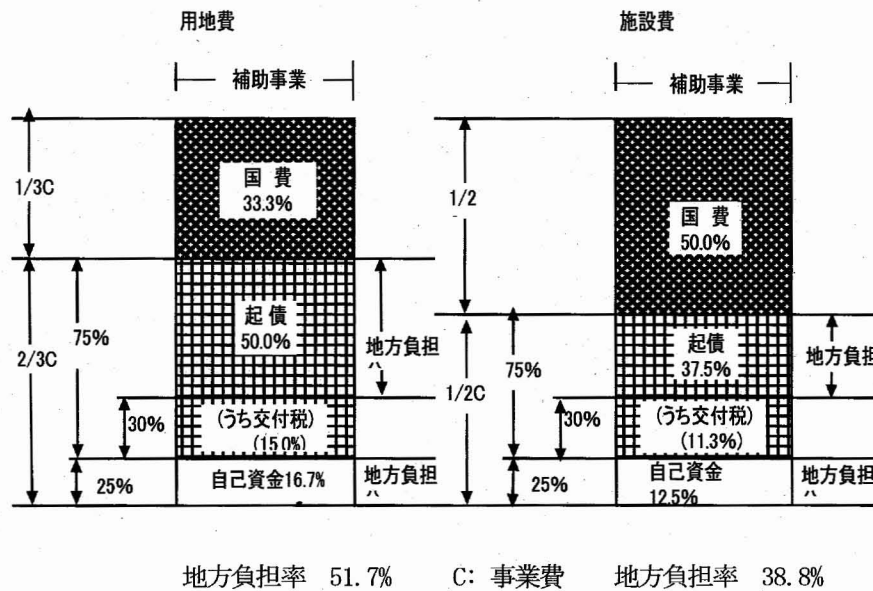


図 2-2 都市公園事業の財源構成(市町村事業の場合) 補注(4)

3. 事業実績での比較

次に、共同複利施設建設譲渡事業と全国の都市公園事業の財源構成を事業実績から整理し、地方負担率を比較・検討する。

3.1 共同福利施設事業

表 2-4 は、共同福利施設事業について、国庫補助金が投入されることとなった 1968 年度以降に事業に着手し、完了した事業、及び 2000 年度末現在で事業実施中の事業の全 48 地区の事業費とその財源内訳を環境事業団の資料²⁾と関係県・市へのヒアリングにより、とりまとめたものである。これより、県事業では、地方負担率(県負担分)は 38.8%となっている。また、市事業においては、地方負担率(市負担分)は 34.5%となっている。

企業負担の割合は、県事業よりも市事業の方が若干低くなっているが、これは公害防止事業費事業者負担法により企業負担は 4分の1 から 2分の1 と幅があることに起因しているものと考えられる。なお、建設段階における地方公共団体の自己資金は頭金のみであり、表 2-5 より自己資金率は市事業の場合は 6.7%、県事業の場合は 7.5%であり、理論値の 6~7 割であった。

3.2 都市公園事業

表 2-6 は、国土交通省の資料(国土交通省、2002)⁵⁾等に基づき、都道府県事業と市町村事業との別に財源構成の集計が可能で 1996 年度から 2002 年度までの全国の都市公園事業を対象に集計し、都市公園補助事業についての財源構成についてとりまとめたものである。都道府県事業については、国庫補助金は 19.1%、都道府県費が 27.9%、市町村費が 2.4%、借入金である地方債(起債)が 49.4%、都市計画税等が 1.1%となっている。これより、都道府県事業が事業主体の場合の地方負担率は、都道府県費と地方債、都市計画税等の合計で 78.4%となる。建設段階における自己資金率は都道府県費の 27.9%となる。

一方、市町村事業については、表 2-6 より、国庫補助金は 20.9%、市町村費が 25.0%、都道府県費が 1.7%、借入金である地方債が 44.8%、都市計画税等が 7.6%となっている。これより、市町村が事業主体の場合の地方負担率は、合計で 77.4%となっている。建設段階における自己資金率は、市町村費の 25.0%である。

地方負担率、自己資金率とも理論値よりも実績値が上回っているが、これは理論値では補助対象施設、補助対象率をいずれも 100%と仮定したことによるものと考えられ。また、実績値においては、地方交付税の

表 2-3 理論値での比較

区分	事業対象		地方負担率	自己資金率
(A) 共同福利	県事業		21.70%	10.00%
	市事業		21.70%	10.00%
(B) 都市公園	都道府県	(用地)	52.70%	20.00%
		(施設)	39.50%	15.00%
	市町村	(用地)	51.70%	16.70%
		(施設)	38.80%	12.50%
(A)/(B)	県事業	(用地)	0.41	0.5
		(施設)	0.55	0.66
	市事業	(用地)	0.42	0.6
		(施設)	0.56	0.8

表 2-4 共同福利施設事業の事業費負担(実績)

(単位：百万円)

譲渡先	地区数	総事業費	事業費負担			
			国費	県	市	企業
県	16	95,949	25,313	37,260	2,580	31,575
		100.0%	26.4%	38.8%	2.7%	32.9%
市	32	136,465	38,951	8,578	47,121	41,788
		100.0%	28.5%	6.3%	34.5%	30.6%

表 2-5 共同福利施設事業の財源構成(実績)

(単位：千円)

譲渡先	地区数	総事業費	事業費負担		
			国費	頭金	財投
県	16	95,949	25,313	7,180	63,456
		100.0%	26.4%	7.5%	66.1%
市	32	136,465	38,951	9,124	88,390
		100.0%	28.5%	6.7%	64.8%

表 2-6 都市公園事業の財源構成

(単位：百万円)

区分	国費	都道府県費	市町村費	起債	都市計画税 他	計
都道府県事業	331,346 (19.1%)	484,215 (27.9%)	41,571 (2.4%)	856,082 (49.4%)	19,858 (1.1%)	1,733,073 (100.0%)
市町村事業	526,915 (20.9%)	42,785 (1.7%)	632,046 (25.0%)	1,131,960 (44.8%)	192,036 (7.6%)	2,525,743 (100.0%)

表 2-7 実績値での比較

区分	事業対象	地方負担率	自己資金率
(A) 共同福利	県事業	38.80%	7.50%
	市事業	34.50%	6.70%
(B) 都市公園	都道府県	78.40%	27.90%
	市町村	77.40%	25.00%
(A)/(B)	県事業	0.49	0.27
	市事業	0.45	0.27

交付分が控除されていないが、共同福利施設事業の場合においても、特別交付税分を控除しておらず、当該事業の交付率が都市公園事業を上回るため、交付税控除後の地方負担軽減の程度は、より大きくなると考えられる。

事業実績での地方負担率と自己資金率をまとめると、表 2-7 のとおりである。これより、地方負担率については、共同福利施設事業の場合は、県事業、市事業とも都市公園事業の場合と比べ、1/2 以下の負担率となっており、理論値とほぼ同様の傾向であった。また、自己資金率については、県事業、市事業とも都市公園事業と比較して 27% であり、理論値の場合よりも軽減率は大きくなっていた。

共同福利施設事業では、事業費の 1/4~1/2 の企業負担を課しているが、公害防止事業費事業者負担法により地方公共団体の行う都市公園事業についても、「公害防止事業」として位置づけることにより事業者負担を求めることは制度上可能である。共同福利施設事業では、この企業負担分が財投で措置されており、建設段階では企業の財政負担とならない。一方、都市公園事業により公害防止事業を行った場合には、企業負担分は起債対象外となるため、企業自ら建設段階で多額の事業者負担金を自己調達することが必要となり、都市公園事業において企業負担を伴う緩衝緑地整備事業を成立させることは、実際には困難と考えられる。したがって、共同福利施設事業においては、事業者負担として企業負担を事業制度に内部化するとともに、用地費の嵩上げ措置等による国費の傾斜的配分が行われ、整備段階では自己資金以外は財投予算により財源措置が図られる等の当該事業における財政支援措置が、地方公共団体の財政負担の軽減に有効であり、事業効果の早期発現に寄与したものと考えられる。

まとめ

緩衝緑地の整備を担ってきた共同福利施設事業における地方の財政負担の軽減について、制度スキームと事業実績に基づき、都市公園事業との対比により比較・検討を行った。この結果、共同福利施設事業においては、都市公園事業と比較すると、

- (1) 理論値と事業実績値のいずれにおいても、地方負担率については県事業、市事業ともに 2 分の 1 以下となっていた。
- (2) 建設段階の自己資金については、実績値が理論値よりも大幅に下回り、初期投資は理論値よりも軽減されていた。

これらのことから、環境保全対策として、早期の効果発現が望まれる緑地を整備する上において、共同福利施設事業における財政支援措置は、地方の財政負担軽減に有効に作用したものと考えられる。

補注

- (1) 公害防止事業団は、1994 年に環境事業団となり、2004 年 4 月に組織・機構の見直しにより、独立行政法人環境再生保全機構に再編されている。
- (2) 補助対象率は、1996 年度以降は廃止されている。
- (3) 環境事業団(2000)⁶⁾より、作成した。
- (4) 建設省(1998)⁴⁾より、作成した。

引用文献

- 1) 閣議決定(2001) 特殊法人等整理合理化計画
- 2) 環境事業団(2002) 事業統計, 145pp.
- 3) 公害防止事業団(1976) 公害防止事業団 10 年のあゆみ, 628pp.
- 4) 建設省都市局公園緑地課(1998) 平成 10 年度予算概要, 53pp.
- 5) 国土交通省都市・地域整備局公園緑地課監修(2002) 公園緑地マニュアル。(社)日本公園緑地協会, 東京, 307~316
- 6) 環境事業団(2000) 環境事業団の緑地整備建設譲渡事業実施要領, 13pp.

第3章 共同福利施設事業の事業効果

分析

前稿では、共同福利施設事業成立の社会的背景と事業制度としての意義について、建設譲渡事業という独自の整備手法により効率的に行われ、かつ緑地という形態を確保する上で、国庫補助金の導入が重要な役割を果たしたこと、国からの財政支援措置により、事業期間が同等規模の都市公園と比較して、短期間で実施されたことを明らかにした。

本稿では、緩衝緑地の緑地整備における意義と役割を事業効果の側面から、具体の事業箇所として整備が完了している共同福利施設事業の中でも最も事業費の投資規模が大きい姫路地区を事例として、環境事業団において開発された計測モデルによる緩衝緑地の費用対効果分析の方法を用いて経済価値の分析・評価を行う。

公園緑地に関する事業効果分析については、国土交通省が面積 10ha 以上の大規模公園について、「大規模公園費用対効果分析手法マニュアル」¹⁾ をとりまとめ、2004 年 4 月に改訂²⁾ がなされている。公園の利用に伴う直接利用価値をトラベルコスト法により、都市環境改善等の間接利用価値については、代替法により計測を行うこととしていたが、本年の改訂では、間接利用価値について新たにコンジョイント手法により計測する手法を提示している。

同じく、国土交通省では、「小規模公園費用対効果分析マニュアル」³⁾ において、小規模公園を「歩いていける範囲の公園」とし、公園の有する一般的な価値をコンジョイント法により計測する方法を提示している。

緑地の環境保全に資する経済的価値を定量的に計測するためには、代替法によって市場材の価値に換算することは困難であり、改訂されたコンジョイント手法においても、都市公園整備によって生じる一般的な環境の維持・改善、都市景観、都市防災効果について計測することを目的としたものであり、本研究の対象緑地である緩衝緑地の事業効果を計測する手法としては適切とは言えない。

一方、公園緑地を対象とした経済価値分析に関する既往の研究例としては、庄司^{4),5)} が、国定公園内にある湿原を対象として自然公園の適正管理を行う目的で環境価値を仮想的市場評価法(CVM)を用いて算出した例、レクリエーション価値をトラベルコスト法(TCM)

とCVMにより比較・評価した例、太田ら⁶⁾ が、近隣公園の管理運営について公園利用者や周辺住民にアンケート調査を行い、CVMを用いて維持管理費用との比較により便益評価を行った例、武田ら⁷⁾ が身近な公園の価値について、コンジョイント分析を用いて公園の要素毎の評価を周辺環境と被験者の属性との関係で検証した例等があるが、緑地の環境保全効果に着目して計測・分析を行った事例は、ほとんど見られない。

これに対して、環境事業団では、財投制度の抜本的改革や政策評価の動きに対応して、平成12年度より独自の経済価値分析手法の検討に着手し、平成14年度に有識者の意見を踏まえた費用効果分析手法をとりまとめている。

そこで、本稿では、完成した緩衝緑地の経済価値を分析するために、緩衝緑地の直接利用価値については、都市公園としての利用がなされていることを踏まえ、旅行費用法により検討を行い、間接利用価値については環境事業団が開発した計測モデルを準用して、総便益を算出し、事業効果の定量的な分析を行うこととした。

1. 姫路地区共同福利施設事業の概要

本稿では、環境事業団が共同福利施設事業として整備した緩衝緑地のうち、投資規模が最も大きい姫路地区(兵庫県姫路市)^{概注(1)} を事例として、事業効果について経済的価値を定量的に評価する。

姫路市の臨海部には、戦後新日本製鐵を始め製鉄化学、関西電力等相当数の企業が進出し、一大工業地帯を形成し、工業都市としての発展を遂げた。一方、これら企業の生産活動に伴い、煤じん、騒音等による各種公害の発生が懸念されたことから、後背地への公害防止対策として地域の環境整備が急務となった。

全国的に公害が社会問題化していた当時の社会状況下において、1970年に策定された姫路市総合基本計画においては、産業公害や工場等から発生する災害を未然に防止し、市民の生活環境を保全していく上で、緩衝緑地により工場地帯と住宅市街地を明確に分離することが有効であり、必要との見解を表明している。

図3-1は、対照とする姫路地区の位置を示したものである。当該緑地は、1968年7月に都市計画決定され、緑地の計画面積は71.3ha、総延長5.5km(最終計画面積83.8ha、総延長10.2km)、幅員は100~130m

である。当該緑地は、全体の事業計画が7期に区分され、第1期から第VI期までは継続して、共同福祉施設事業としての整備が続けられ、第VI期は2001年3月に完了している。2000年度末の時点で72.8ha、緑地の総延長8.9kmが完成されている。今回の事業効果分析については、事業完成後5年以上のV期地区までを、対象として検討を行うこととした。対象地区の事業費、面積、事業年度、主な施設内容をまとめると表3-1のとおりである。

2. 事業効果の計測

2.1 間接利用価値の計測

1) 計測の手法

本稿では、上述したとおり、間接利用価値の計測に当たって、環境事業団⁹⁾でとりまとめた確率効用モデルによる効果計測手法を準用している。このモデルは環境事業団において、新たに整備する緩衝緑地の費用便益を算出することを目的に、学識経験者（座長：一橋大学根本敏則教授）で構成された委員会の審議を踏

まえて、独自に開発されたものである。

すなわち、このモデルは特定の事例地のみでなく、共同福祉施設建設譲渡事業等環境事業団の緑地整備事業に広く適用することを前提に検討が行われている。

表3-2は、今回の評価対象とする価値の種類と計測方法をまとめたものである。このうち、「都市環境維持・改善」については、効用関数を2つに区分し、大気浄化、騒音緩衝を対象としたものを「環境改善(a)」、動植物生育の場提供、二酸化炭素吸収、ヒートアイランド緩和を対象としたものを「環境改善(b)」としている。緩衝緑地の整備に伴う環境改善効果としては、環境改善(a)が事業目的の達成に必要な効果と見なすことができる。NO₂緩和量は、表3-3示す数値を用いて計測した。「遺贈価値」については、環境改善等の間接利用価値に含めて計測されており、単独にはモデル化されていない。計測に使用した効用関数は(1)に示すとおり確定項(V)と確率項(ϵ)の和で構成される。効用関数の形状として、各項全てを一次関数とした基本形に、対数、2乗、平方根を施して設定した5種類の式からパラメータを推計した上で、①パラメータ符号が

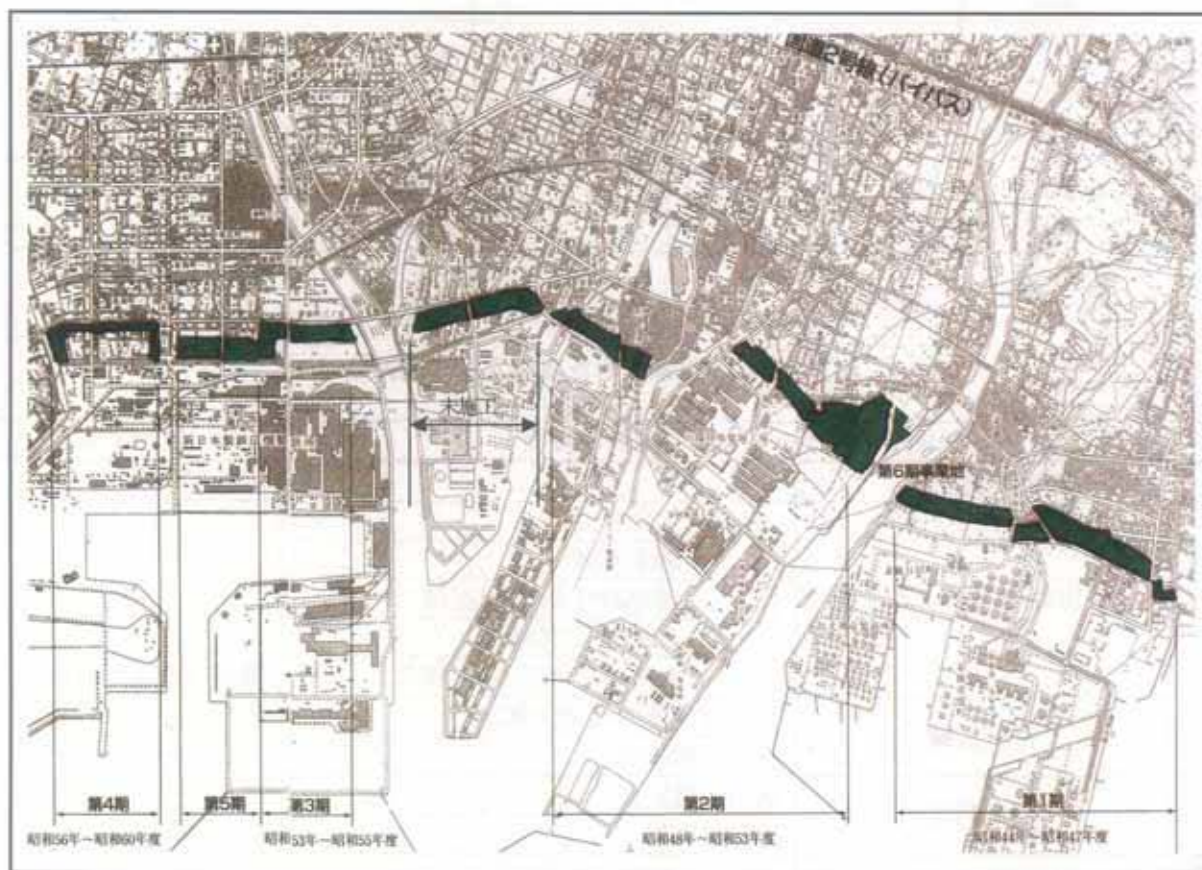


図3-1 姫路地区の位置図

実情に合致していること、②各価値間の関数形を統一できること、③尤度比の高いこと、等から(2)式が選択されている。

<効用関数の形>

$$U = V + \varepsilon \quad (1)$$

$$V = \{a_1(x_1) + a_2(x_2) + a_3\sqrt{x_3} + a_4\sqrt{x_4} + a_5(x_5)^2 + C\} \delta(x_6) + a_6(x_7) \quad (2)$$

ここで、U；効用、V；効用関数の確定項、ε；効用関数

の確率項、C；定数項、 a_i ；パラメータ、 X_1 ；NO₂濃度の緩和量、 X_2 ；騒音レベルの緩和量、 X_3 ；緑地奥行き、 X_4 ；緑地の長さ、 X_5 ；ゾーン中心から緑地までの距離、 X_6 ；緑地整備の有無、 X_7 ；緑地整備の負担金、 δ ；NO₂濃度・騒音レベルが関係する価値項目(X_6, X_7) = 1 関係しない価値項目 = 0、 δ ；緑地整備の有無(X_6)の項目：緑地整備を行う場合 = 1 緑地整備を行わない場合 = 0、各項の単位：NO₂濃度緩和量 [ppb]，騒音レベルの緩和量 [dB]，緑地の奥行き [m]，緑地の長さ [m]，ゾーン中心から緑地までの距離 [m]，負担金 [円/月]

表 3-1 対象地区の整備概要

地区名		事業費	面積	事業年度	施設内容
第1期	白浜地区	1,839,987	22.1ha	1969～72年度	芝生広場、野球場、テニスコート、ゲートボール場、駐車場等
	妻鹿地区				芝生広場、駐車場等
第2期	中島地区	6,629,000	21.0ha	1971～78年度	芝生広場、野球場、駐車場等
	構・細江地区				芝生広場、駐車場等
第3期	広畑東地区	4,217,000	7.5ha	1978～80年度	芝生広場、噴水広場、駐車場等
第4期	広畑西地区	5,788,810	5.0ha	1981～85年度	芝生広場、休憩広場、駐車場等
第5期	広畑鶴町地区	8,366,120	6.0ha	1986～93年度	芝生広場、野球場、テニスコート、多目的広場、駐車場等

表 3-2 計測対象とした価値及び計測方法

緩衝緑地整備によって生じる価値の種類		計測方法
直接利用価値		旅行費用法
間接利用価値	都市環境維持・改善	(a) 大気浄化 騒音緩衝
		(b) 動植物生育の場提供 二酸化炭素吸収 ヒートアイランド ^① 緩和
	都市景観	良好な景観の保全・創出 都市形態規制
		都市防災
遺贈価値		

表 3-3 緑地規模によるNO₂ 騒音緩和量

緑地の奥行き (m)	NO ₂ 濃度緩和量 (ppb)	騒音レベル緩和量 (dB)
0<奥行き<100	5	8
100≤奥行き<200	8	12
200≤奥行き	11	13

表 3-4 パラメータ値

パラメータ	環境改善(a) (+遺贈価値)	環境改善(b) (+遺贈価値)	都市景観 (+遺贈価値)	都市防災 (+遺贈価値)
a1	1.470E-1	—	—	—
a2	1.935E-2	—	—	—
a3	1.762E-1	9.027E-2	6.961E-2	1.657E-1
a4	3.483E-3	1.758E-2	2.193E-2	1.882E-2
a5	-2.540E-6	-1.290E-6	-1.330E-6	-1.260E-6
a6	-1.761E-3	-9.061E-4	-1.453E-3	-1.223E-3
C	3.387E+0	6.120E-1	1.430E+0	2.167E-1

出典：環境事業団（2002）緑地整備事業の費用対効果分析手法に関する調査報告書⁹

表 3-5 各地区の整備規模

	地区	横幅 (m)	奥行き (m)
第1期	白浜地区	975.0	143.0
	妻鹿地区	819.0	91.0
第2期	中島地区	1209.0	286.0
	溝・細江地区	741.0	104.0
第3期	広畑東	672.0	130.0
第4期	広畑西	784.0	130.0
第5期	広畑鶴町	560.0	110.0

表 3-6 間接価値の計測結果 (千円/年)

地区区分		環境改善(a) (+遺贈価値)	環境改善(b) (+遺贈価値)	都市景観 (+遺贈価値)	都市防災 (+遺贈価値)	合計
1期	白浜	191,989	115,501	97,652	111,071	516,213
	妻鹿	58,986	32,166	28,816	29,211	149,179
2期	中島	268,934	171,100	136,963	189,383	766,380
	溝・細江	189,742	110,604	94,981	100,324	495,652
3期	広畑東	99,122	55,162	48,420	54,319	257,023
4期	広畑西	254,645	146,289	127,426	142,554	670,914
5期	広畑鶴町	79,902	44,151	37,927	40,604	202,584
合計		1,143,320	674,973	572,184	667,468	3,057,945

表 3-7 各地区の年間利用者数

地区区分	年間利用者	
1期	白浜地区	46,804
	妻鹿地区	74,285
2期	中島地区	46,047
	溝・細江地区	8,923
3期	広畑東地区	5,271
4期	広畑西地区	2,949
5期	広畑鶴町地区	50,418

出典：建設省建築研究所(1999)浜手緑地利用実態アンケート調査⁹⁾

表 3-8 時間価値算出結果

項目	データ	年度	出典
人口(a)	5,550,574人	H12	国勢調査
総労働時間(b)	1858時間	H11	兵庫労働局
生産額(c)	19417566百万円	H11	県民経済計算
時間価値 (d=c/a/eb/60)	31.4円/分		

表 3-9 パラメータ推定値

地区区分		a_i	b_i	a_i のt値	b_i のt値
1期	白浜	-1.39E-04	5.80E-01	-2.97	4.71
	妻鹿	-2.11E-02	2.36E+01	-※	-※
2期	中島	-1.12E-03	3.62E+00	-6.06	8.21
	溝・細江	-1.51E-04	1.16E+00	-2.52	4.99
3期	広畑東	-6.05E-04	7.59E-01	-2.97	3.91
4期	広畑西	-1.52E-04	5.86E-01	-1.39	2.37
5期	広畑鶴町	-1.94E-04	9.14E-01	-3.23	5.86

※妻鹿地区はデータサンプルが2点のみのためt値は得られない。

表 3-10 直接利用価値による年間便益額

地区区分		年間便益額 (千円/年)
第1期	白浜地区	101,693
	妻鹿地区	24,494
第2期	中島地区	305,338
	溝・細江地区	28,231
第3期	広畑東	965
第4期	広畑西	3,058
第5期	広畑鶴町	260,444
合計		724,223

表 3-11 各地区別事業費 (千円)

地区区分		用地費・補償費	工事費	その他	総額
1期	白浜地区	1,142,143	470,204	227,640	1,839,987
	妻鹿地区				
2期	中島地区	4,137,000	1,355,000	1,137,000	6,629,000
	溝・細江地区				
3期	広畑東地区	3,217,889	546,942	452,239	4,217,070
4期	広畑西地区	4,516,751	493,650	778,409	5,788,810
5期	広畑鶴町地区	6,230,074	935,927	1,200,119	8,366,120
合計		19,243,857	3,801,723	3,795,407	26,840,987

またパラメータの導出においては、2001年度時点で事業中だった10地域と周辺住民を対象に緑地整備の選好についてアンケートを実施し、表3-4のパラメータ値を推定している。変数間相互の独立性について、 X_3, X_4, X_5, X_7 については、パラメータ推定に利用したアンケート票作成時、直交表により変数間が独立な変数であることを確認した。 X_1, X_2 については、表3-3に示すとおり X_3 と従属性のある変数として設定されているが、共同福利施設建設譲渡事業の環境改善価値を定量化していく上においては有効な変数と考えられる。さらに、事業団において特定の地区に適用してモデルによって算出された額について実情に合致していることが確認されている⁸⁾。

本稿は、姫路市において過年度環境事業団によって整備された共同福利施設建設譲渡事業の効果分析を行うものであり、以上の検討を踏まえ、同モデルを適用して効用計測を行うことが妥当と判断した。この効用関数を用い、緑地整備によって生じる世帯の満足度 S は(3)式のとおり定義される。

$$S = \ln \{ 1 + \exp(V) \} \quad \dots (3)$$

等価変分 (EV: Equivalent Variation) の考え方にに基づき、各世帯の支払い意思額 (限界支払い意思額) は、(4)式のとおりとなる。

$$\text{各世帯の支払い意思額} = \frac{S}{a_6} \quad \dots (4)$$

a_6 は、効用関数内における負担金のパラメータ

この支払い意思額に世帯数を乗じたものが便益額となる。

2) 計測に用いた基礎データ

(1) 各地区の整備状況

各地区の整備状況各地区別の平均的な幅員を計測した。計測結果は表3-5のとおりである

(2) 緑地とゾーン間の距離

上記の調査報告によると概ね3kmで支払い意志は0となることから、各緑地から直線距離で3kmの地域を対象とし、緑地とゾーン間距離の計測を行った。ただし、過大評価を避けるため、最短の距離の緑地からのみ効果が発現すると仮定して計測を行った。

(3) 世帯数

姫路市総務局総務部情報政策課「町別人口」(平成15年9月30日現在)を用いた。

3) 計測結果

これらの効果について、各地区の計測を行った結

果は表3-6の通りである。

2.2 直接利用価値の計測

環境事業団(2002)では、直接利用価値は、一般都市公園の計画手法を準用するように設定されている。そこで、本論文では建設省建築研究所が行った「浜手緑地利用実態アンケート調査」(1999)等において、地区別に利用者数、利用者の居住地調査結果を用いて、各地区別の需要関数を導出し、旅行費用法を用いて、利用効果の計測を行った。

2.2.1 データの収集・整理方法

(1) ゾーニング

姫路市内は町丁目を1ゾーンとし、ゾーン中心をゾーンの地理的中心とした。また姫路市外は市町村を1ゾーンとし、ゾーンの中心を市町村役場とした。

(2) 各地区の利用者数

上記の利用実態調査によると、各地区の年間利用者数は表3-7のとおりとなっている。この利用者を、利用実態調査による居住地比率に従って、各ゾーンに割り振り、ゾーン別利用者を算出した。

(3) 移動速度

上記利用実態調査による各地区の利用交通手段データと各交通手段別速度を用いて、各地区の平均移動速度を算出した。移動速度について、徒歩、自転車の速度は、上述した国土交通省の「大規模公園費用対効果分析手法マニュアル」¹⁾を参考にそれぞれ4.8km/h、9.6km/hとした。自動車については、30km/hとした。

(4) 旅行費用

ゾーン中心から浜手緑地の各地区までの最短経路における移動距離を計測し、この経路を上記速度で移動するとして、所要時間を算出した。算出した所要時間を、表3-8に示す基礎データに基づき、所得接近法により算出した時間価を用いて、旅行費用を算出した。

なお、自動車利用分については燃費を10円/kmとして、旅行費用に加えた。

2.2.2 需要関数の推定

(5)式に示すような需要関数を想定し、上記2.2.1のデータを利用し、最小二乗法を用いてパラメータ値を表3-9のように推計し、需要関数を導出した。

<需要関数の形>

$$y_{ij} = a_i \times t_{ij} \times b_j \quad \dots (5)$$

ここで、 y_{ij} : 緩衝緑地地区 i におけるゾーン j からの人口一人当たり利用者数、 t_{ij} : 緩衝緑地地区 i とゾーン j 間の旅行費用、 a_i , b_j : パラメータ

表 3-12 費用便益算出前提

項目	設定した条件
プロジェクトライフ	50年
割引率	4%
基準年	平成15年
事業費	実績値を利用
維持管理費	第5期の整備終了時点である平成5年以前は実績値、それ以降は平成5年と同額が発生すると仮定。
各年の便益額	便益額は各地区供用後、発生することとした。
用地費	プロジェクトライフ終了後、購入価格と同額で売却できるとした
計測ケース	ケース1：衝緑地の事業目的にあった効果項目である、「環境改善(a)」、「都市景観」、「都市防災」の3項目で便益算出 ケース2：全項目を対象として便益額算出

表 3-13 費用便益分析結果

地区区分		費用 (千円)	ケース1		ケース2	
			便益 (千円)	B/C	便益 (千円)	B/C
1期	白浜	14,014,189	35,680,651	2.55	54,554,199	3.89
	妻鹿					
2期	中島	32,959,935	58,427,126	1.77	95,097,108	2.89
	溝・細江					
3期	広畑東	12,975,278	10,376,842	0.80	13,262,081	1.02
4期	広畑西	9,589,675	24,118,542	2.52	30,984,464	3.23
5期	広畑鶴町	14,142,584	6,043,557	0.43	17,662,553	1.25
合計	合計	83,681,661	134,646,717	1.61	211,560,405	2.53

表 3-14 各地区から発生する項目別便益額 (ケース2の場合)

(千円)

地区区分		間接利用価値				直接利用価値	合計
		環境改善(a)	環境改善(b)	都市景観	都市防災		
1期	白浜	13,231,533	7,960,145	6,729,974	7,654,813	7,008,472	42,584,935
	妻鹿	4,065,224	2,216,849	1,985,915	2,013,192	1,688,083	11,969,263
2期	中島	16,028,345	10,197,461	8,162,932	11,287,171	18,198,026	63,873,935
	溝・細江	11,308,563	6,591,967	5,660,819	5,979,296	1,682,529	31,223,173
3期	広畑東	5,095,454	2,835,629	2,489,070	2,792,319	49,610	13,262,081
4期	広畑西	11,706,759	6,725,319	5,858,157	6,553,626	140,603	30,984,464
5期	広畑鶴町	3,047,908	1,684,172	1,446,762	1,548,886	9,934,823	17,662,553
合計		64,483,786	38,211,542	32,333,628	37,829,303	38,702,146	211,560,405

2.2.2 直接利用価値の計測

需要関数を用いて、各地区の直接利用による便益額を計測した。計測方法は、(6)式により行った。
<便益計測方法>

$$B_i = \sum_j \int_{T_{ij}}^{T_{i0}} (a_{ij}t + b_i) dt \quad \dots (6)$$

B_i : 地区の便益額

T_{i0} : 利用目的が0とする旅行費用 ($= -\frac{b_i}{a_{ij}}$)

T_{ij} : 地区-ゾーンj間の旅行費用

2.2.5 計測結果

各地区の直接利用価値による年間便益額を計測した結果は表3-10の通りである。

2.3 費用便益比の算出

2.2で算出した単年度便益額、また、表3-11に示した発生費用実績値を用いて費用便益比を算出した。算出式は(7)式のとおりである。算出に際して、緩衝緑地の事業目的にあった効果項目である「環境改善(a)」、「都市景観」、「都市防災」の3項目でのみに限定した場合(ケース1)、全項目を対象として便益額算出(ケース2)のケースで費用便益比を算出した。

また、プロジェクトライフ、割引率については、都市公園に準拠し、50年、4%とした。これらを含めた計測の前提は表3-12の通りである。

分析結果を表3-13に示すとともに、地区別の価値項目別便益額を表3-14にまとめる。

また、プロジェクトライフ、割引率については、都市公園に準拠し、50年、4%とした。これらを含めた計測の前提は表3-12の通りである。

分析結果を表3-13に示すとともに、ケース2の場合における地区別の価値項目別便益額を表3-14にまとめる。

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^m B_t / (1+i)^{-n}}{\sum_{t=0}^m C_t / (1+i)^{-n}} \quad \dots (7)$$

ここで、 P_t : t年に生じる便益、 C_t : t年に生じる費用、 i : 割引率、 n : 基準年、 m : プロジェクトライフ

3. 考察

環境事業団のモデル式を用いて、緩衝緑地の事業効果について、姫路地区のI期からV期までの経済価値

の計測を行った結果、以下のような点を指摘できる。

7) 便益額の比較・評価

(1)表3-14より、全地区の総便益は2,115億円となった。これを間接利用価値と直接利用価値について比較すると、間接利用価値が1,729億円となり、便益全体の約8割を占めている。間接利用価値のうち、環境改善(a)が便益全体の約3割で最も多くなっている。緩衝緑地が工業地帯と住宅・市街地間の緩衝帯として、騒音・振動の防止、煤塵防除等環境保全を事業目的としていることから、妥当な結果と考えられる。

(2)地区別に見ると各地区の施設特性により、直接利用価値の占める比率に変化が見られ、第II期中島地区や第5期の広畑鶴町地区では直接利用価値の比率が他の地区と比較すると高くなっている。これらの地区では、野球場、テニスコート、野球場等の運動施設が緩衝緑地内に整備されており、市内の各種大会等の利用者が多いことがその要因と考えられる。

その一方で、III期(広畑東)地区、IV期(広畑西)地区は、樹林帯の中に園路と芝生広場が配置されている程度であり、直接利用価値も1%以下と極端に低くなっている。

2) 費用便益比の比較・評価

表3-13より、全地区の総費用は836億8千万円であり、費用便益比は、2.53となっている。地区別に見ると、便益比が1.02~3.89とばらつきがあるが、いずれも1.0は上回っている。

これを緩衝緑地の事業目的である産業公害の防止、生活環境保全に直接関係すると考えられる環境改善

(a)、都市景観(都市形態規制)、火災延焼防止についてまとめたものが、表3-13のケース1である。全地区では、便益比が1.61となっており、緩衝緑地の整備による事業効果は経済価値分析上得られたものと言える。

ただし、地区別に見るとIII期(広畑東)地区とV期(広畑西)地区では、便益比が1.0を下回っている地区がある。本稿での計測に置いては、複数の地区から効果があると考えられるエリアについては、最も近傍地区からのみ効果が発生するとしたため、互いに隣接している3期、5期のB/Cが1を割る結果となったと考えられる。

今回の分析に使用した環境事業団の効果測定モデル式は、緩衝緑地の奥行きと長さを緑地の構造を規定する要因としたが、緑地内の樹木の規模や樹種等の特性は、モデル式には反映されておらず、今後の環境保全に資する緑地の経済価値評価に当たって、これら緑地

内の特性を如何に定量化すべきかは今後の研究課題と言えよう。

まとめ

以上の検討の結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 総便益の中で環境保全等間接利用価値の占める割合が約7割強を占めていること。
- (2) 費用便益比がいずれの地区も1.0を上回っており、地区全体では2.53となっていること。
- (3) 間接利用価値のうちでも緩衝緑地の事業目的である産業公害の防止・生活環境保全に資する価値として、大気浄化、騒音振動の緩和、火災延焼の防止等「環境改善(a)」の便益比についてみると、全地区で1.61となっており、投資に見合う事業効果を発現していること。

緑地の持つ環境保全効果についての経済価値を定量的に評価・分析する方法については、本章において使用した効用関数を用いた方法により、今後環境保全を目的とする緑地の経済価値についての定量的解析・評価への応用が可能であることが示唆されたと言えよう。

国民の環境保全への意識が高まる中、緑地の持つ環境保全効果の経済価値を定量的に分析し、事業の効果を評価・検証する手法の確立が必要であると考えられる。

補注

- (1) 姫路地区共同福祉施設事業は環境事業団による建設譲渡事業の名称であり、現在は姫路市により「浜手緑地」として管理されている。

引用文献

- 1) 国土交通省都市・地域整備局公園緑地課 (1999) 大規模公園費用対効果分析手法マニュアル, 日本公園緑地協会, 東京, 42pp.
- 2) 国土交通省都市・地域整備局公園緑地課 (2004) 改訂大規模公園費用対効果分析手法マニュアル, 日本公園緑地局公園緑地課, 東京, 56pp
- 3) 建設省都市局公園緑地課 (2000) 小規模公園費用対効果分析手法マニュアル, 日本公園緑地協会, 東京, 33pp.
- 4) 庄司 康(1999) 自然公園管理に対する CVM(仮想的

市場評価法)を用いたアプローチ, ランドスケープ研究, 62(5), 699-702

- 5) 庄司 康 (2001) トラベルコスト法と仮想評価法による野外レクリエーション価値の評価とその比較, ランドスケープ研究, 64(5), 685-690.
- 6) 太田晃子、蓑茂寿太郎 (2001) CVMによる近隣公園の経済的価値評価の研究, ランドスケープ研究, 64(5), 679-684.
- 7) 武田ゆうこ (2004) コンジョイント分析による都市公園の経済的評価に関する研究, ランドスケープ研究, 67(5), 709-712.
- 8) 環境事業団 (2002) 緑地整備事業の費用対効果分析手法に関する調査報告書, 日本公園緑地協会, 東京, 139pp.
- 9) 建築研究所 (1999) 都市における緑地の配置計画に関する調査中間報告会資料 (浜手緑地利用実態アンケート調査結果), 日本緑化センター, 東京, 27pp.

第4章 緩衝緑地におけるパターン植栽と樹林の変容

高度経済成長期に顕在化した産業公害の防止を目的として、1960年代の後半以降わが国の臨海部の主要な工業地域において、住宅市街地と工場地帯との間を土地利用上明確に分離する緩衝緑地が整備されてきた。緩衝緑地の整備においては、短期間に大規模な緑地の整備を行うため、施工時において「パターン植栽」という手法を用いて高密度な植栽が施された。この緩衝緑地の大半は共同福利施設事業によって、整備され、現在では当該事業により1000ha余の緑地のストックが形成されている。しかしながら、産業構造の変化、発生源対策の徹底等の社会環境の変化により事業の見直しが行われ、現在実施中の事業の終了をもって当該事業の廃止が確定した¹⁾。このような社会背景の下で、緩衝緑地が緑地整備に果たした意義と役割を再評価し、今後とも緩衝緑地を都市の環境保全や身近な自然とのふれあいの場等として有効に保全と活用を図っていく必要があると考えられる。

共同福利施設事業は「建設譲渡事業」という用語が指し示すとおり、旧公害防止事業団²⁾によって緩衝緑地が整備された後、地方公共団体に譲渡され、都市公園として管理が行われている。初期に整備された緩衝緑地では、施工されてから既に30年余の年月が経過しているが、緩衝緑地の時間経過に伴う樹林構造の変化についての基礎的資料はほとんど蓄積がない状況である。

そこで、本章では、緩衝緑地の早期・大規模な樹林形成を図るために適用された「パターン植栽」の手法に着目し、設計時に構想された多種多層林が意図通り形成されているかについて、前章の事業効果分析で扱った兵庫県姫路市の緩衝緑地を対象として、樹林の施工後約30年の時間経過に伴う樹林構造の変容の実態を調査し、緩衝緑地整備におけるパターン植栽の効果について検証する。

1. 既往研究との関連

これまで、工場地帯で施工された樹林の実態調査としては、ポット苗を用いて施工されたエコロジー緑化³⁾について、中島⁴⁾が兵庫県姫路市の発電所敷地での緑地を対象として、施工後18年の試験地において林分構造の調査により、林分の階層構造は形成されているが種組

成は植栽時とほとんど変化していないことを報告し、その理由として既存自然林とのネットワークの分断を指摘している。夏原⁴⁾は、同じくエコロジー緑化の方法で植栽された大阪府堺港発電所他において、比較的林内が放置されている林床の実生の種組成を比較検討し、枯死や先枯れによるギャップや階層構造が形成され、鳥散布型の実生が多いこと、等を指摘している。

また、長尾⁵⁾は、東京湾埋め立て地の火力発電所構内の環境保全林を対象として、間伐が環境保全林の構造に及ぼす影響を調査した結果、間伐区においては萌芽枝が伸長し、群落構造が多層化しつつあることを報告し、多層構造を維持するための上層木の間伐の必要性を指摘している。一方、公園緑地における樹林構造を扱った既往の研究としては、塩田⁶⁾が大阪府の万博記念公園で造成され約30年が経過した樹林内で、伐採強度の違いが出現種数、個体数に与える影響を調査した結果、早期の群落形成には天空率0.4以上の強度の伐採が有効であることを報告している。その他、石井⁷⁾や岡村⁸⁾の研究を始めとして、都市公園内において植生管理を目的とした研究例は多数報告されているが、いずれも緑地内における既存樹林を対象として、間伐等の管理行為や踏圧等の度合いによる樹林の変化を検証

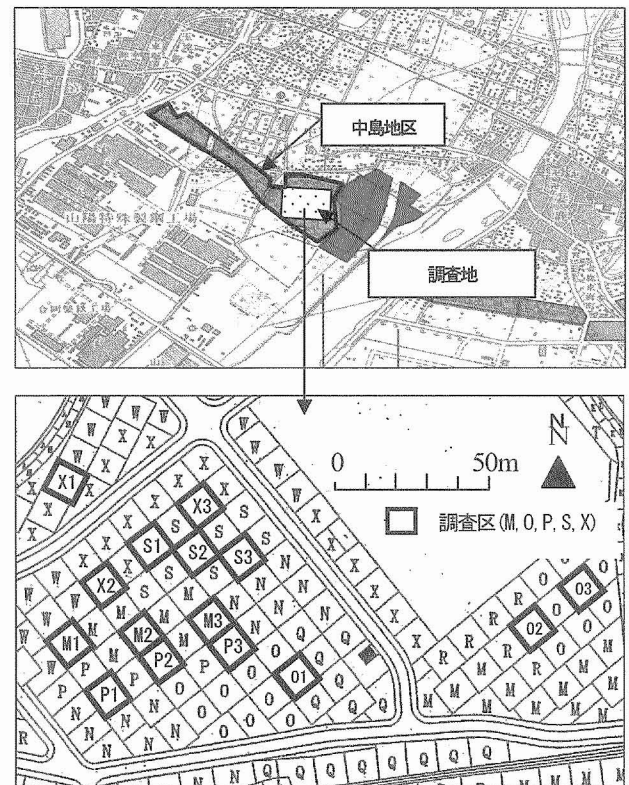


図4-1 調査地と調査区の位置

している例が多く、都市公園において人工的に植栽した樹林を対象として樹林の樹林構造の推移をモニタリングし、検証した例は少なく、中でも工場地帯と住宅市街地を分離し、都市の骨格を形成する緩衝緑地を対象としてパターン植栽により施工された後の樹林の変容の実態について追跡調査した研究例はほとんど見られない。

2. 調査の方法

2.1 調査地の概要

調査対象の中島地区は、1973年度から1978年度にかけて事業団の共同福利施設事業によって整備された緩衝緑地であり、地区内は「パターン植栽」の方法によって整備された樹林帯の他に、野球場2面の運動施設や園路・休憩広場等も整備されている¹⁰⁾。緑地完成後は、事業団から姫路市に譲渡され、同市がこれまで都市公園として管理してきた。緑地は主に野球などの地域のスポーツ大会等の場として利用されるほか、近隣住民の散策等の場として日常的な利用に供している。樹林は緑地完成後約30年が経過しており、姫路市では樹林管理として枯死木の除去と2000年度に主として緑地内の安全管理面から枝下2m以下の枝を除却した以外は、林内の間伐や下草刈り等の管理は特に行っていない。図4-1に今回の調査対象とした中島地区の位置を示す^{補注③}。

2.2 樹木調査の実施

現況の樹林構造について、以下の方法で検討を行った。

- 1) 既存文献¹¹⁾から、「パターン植栽」の設計の考え方を整理し、設計図面より代表的なパターン植栽の事例として5種類を選定して、設計時の樹種、樹高、数量を整理した。
- 2) 設計図面より選定した5種類の植栽パターンに対し、現地にて10m×10mの方形区を各パターンにつき3区画の計15区画を設置し、0.5m以上の立木に対し階層別（高木・亜高木・低木）に種名、胸高直径、樹高を記録する毎木調査を行った。ラウンケアの生活型区分を参考に¹²⁾、8m以上を高木、3~8mを亜高木、3mm未満を低木として分類した。現地での樹木調査の期間は、2004年8月21日から24日までの4日間である。現地において行った樹木調査のデータを、(参考資料-1)に示す。
- 3) 樹木調査の結果から、階層別の樹林構造について、施工時の植栽密度の相違による樹林構造に相違が見られるか、また設計当初に想定されていた樹林の階層構

造が形成されているか、について検証した。

- 4) 胸高直径階と樹高階のヒストグラム(度数分布)を作成し、現況の樹林構造の特性について分析を行った。

3. パターン植栽の概要

3.1 パターン植栽の基本的考え方

共同福利施設事業によって整備された緩衝緑地に適用された「パターン植栽」は、環境事業団(2000)によれば、10m×10mを基本モジュール(原単位)として、上木(樹高3m以上)、中木(樹高1mを超え3m未満)、下木(樹高1m以下)に区分した樹種を複合的に組み合わせ、この複数のモジュール・パターンをモザイク状に連続させることにより、大規模な緑地における早期植栽を行う方法である。工場緑化の手法として、ほぼ同時期に製鉄所や火力発電所等の工場敷地において、ポット苗の密植により環境保全林の形成を意図した「エコロジー緑化」²⁾があげられる。

パターン植栽の方法とエコロジー緑化の方法を、選定樹種、樹種構成、植栽規格、配植方法等について比較すると表4-1に示すとおりである。後者では2~3年生のポット苗を㎡当たり2本植栽するのに対して、前者では0.4~0.8本を標準としており、エコロジー緑化に対して約1/5~2/5の植栽密度となっている。使用する樹種の数も両者ともほぼ同じであるが、前者が潜在自然植生を構成する樹種であるのに対して、後者では臨海部の海岸林などの現存植生を構成する樹種の他、パターンによっては花木等の緑化樹木を混植させている。また、樹木の規格では、後者が30~80cmの苗木であるのに対して、前者では上木、中木、下木の幼木が主体で構成され、苗木は1モジュール当たり約30%にとどまっている。

以上により、両者の緑化工法には、大きな違いが見られるが、これはエコロジー緑化が工場緑化として民有地が主たる対象であるのに対して、パターン植栽は共同福利施設事業により整備され、都市計画に位置づけられた公共緑地が対象地であり、緑地の完成後は地方公共団体に譲渡され、都市公園として広く地域住民の利用に供することから、事業効果の早期発現とより完成度の高い緑地が求められたことによるものと考えられる。

環境事業団¹¹⁾によるパターン植栽の将来樹木構成をまとめたものが、表4-2である。「上木」は将来とも高木を形成する樹木であるが、「中木」には将来高木と中木を形成する樹木を含み、「下木」には、高木を

表 4-1 エコロジー緑化とパターン植栽との比較

区分	エコロジー緑化(高木帯)	パターン植栽
対象地	工場敷地内緑化、空港、港湾	共同福利施設(緩衝緑地)
樹種選定	潜在自然植生を構成する高木種	臨海部の現存植生構成種+緑化樹木(花木)
樹木の種類	主木種 2~3種 その他 2~5種	上木 2~3種 中木 2~3種 下木 2~5種
樹木の構成	主木種 60% その他 40%	上木 約10% 中木 約30% 下木 約60%
植栽木の規格	2~3年生ポット苗 (樹高 30~80cm)	上木 3m以上 中木 1~3m 下木 1m以下
植栽密度	2本 / m ²	0.4~0.8本/m ²
配植方法	同一種毎に小集団植え、または均等に混植	10m×10mを1ユニットとして、複数種のユニットを連続配置。ユニット内は混植。
マルチング	稲わらによるマルチング	特に行わない

表 4-2 パターン植栽の構成^{補注②}

区分	植栽本数	平均植栽本数	将来樹木構成	将来樹木本数
上木	3~7本	5本	高木 100%	高木 5.0本
中木	11~21本	16本	高木 50% 中木 50%	高木 8.0本 中木 8.0本
下木	21~48本	35本	高木 50% 中木 25% 低木 25%	高木 17.5本 中木 8.8本 低木 8.8本
計	35~76本	56本	高木 54% 中木 30% 低木 16%	高木 30.5本 中木 16.7本 低木 8.8本

表 4-3 浜手緑地第一期地区の緩衝緑地帯の構成区分の考え方

区 分	特 性	幅員
「Belt I」	①塩風に対して庇陰物(地形、樹林、建物等)が全くなく、強風時塩水飛沫をかぶるところ。 ② 砂浜、崖地など乾燥の甚だしいところ。	(臨海側) 10m (市街地側) 10m
「Belt II」	①塩風は受けるが、樹林、地形などにより直接塩水飛沫をかぶることはないところ。 ② 壤土、腐殖質などで乾燥の程度が緩和される場所。	50m ~70m
「Belt III」	①樹林、丘陵などの後方で平常は塩風の影響を殆ど受けないところ。 ② 海岸性樹木には富んでいるが植生は内陸とあまり変わらないところ。 ③ 乾燥の殆どないところ。	30m ~

(注)「姫路地区共同福利施設緩衝緑地基本設計報告書」(昭和 69 年 8 月)より作成

表 4-4 設計における各パターンの樹種構成^{補注(3)}

区 分	パターン	階層	樹種名	数量(本)
グループ I	M	上木	クスノキ・マテバシイ	7
		中木	クスノキ・マテバシイ	5
		下木	クスノキ・マテバシイ・マサキ・カナメモチ	35
	O	上木	シイノキ・タブノキ	7
		中木	シイノキ・タブノキ	5
		下木	シイノキ・タブノキ(苗)・アオキ・イボタ	35
	P	上木	アラカシ・ヤマモモ	7
		中木	アラカシ・ヤマモモ・エノキ	5
		下木	アラカシ(苗)・トベラ	35
グループ II	S	上木	アラカシ・ナンキンハゼ	8
		中木	アラカシ	10
		下木	ネムノキ・モッコク	12
	X	上木	オオシマザクラ・トウカエデ	10
		中木	ヤブツバキ	8
		下木	ヒイラギ	12

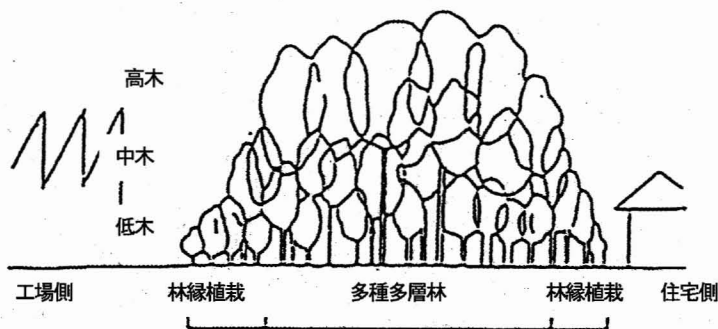


図 4-2 多種多層林形成の概念図¹³⁾

表 4-5 樹木・植生調査結果総括表

パターン	調査区	植栽本数	現存本数	階層別現存本数			階層別植被率				平均樹高		胸高幹直径 (cm)	材積 (m ³)
				高木層 (本)	亜高木層 (本)	低木層 (本)	高木層 (%)	亜高木層 (%)	低木層 (%)	計 (%)	高木層 (m)	亜高木層 (m)		
M	M1	47	12	10	2	0	80	5	0	85	11.5	6	13.4	1.4
	M2	47	18	4	13	1	10	50	1	61	8.6	6.7	10.9	0.8
	M3	47	16	1	15	0	5	60	0	65	8.1	5.6	10.4	0.7
	平均	47	15	5	10	0	32	38	0	70	9.4	6.1	11.6	1.0
O	O1	47	18	18	0	0	90	0	0	90	12.2	-	16.4	2.8
	O2	47	18	11	7	0	90	60	0	150	10.7	6.7	14.6	2.3
	O3	47	21	11	10	0	90	60	0	150	11	5.7	12.9	1.9
	平均	47	19	13	6	0	90	40	0	130	11.3	6.2	14.6	2.3
P	P1	47	17	12	5	0	90	10	0	100	11.7	7.2	15.3	2.8
	P2	47	19	17	2	0	90	5	0	95	11.2	4.1	14.3	2.0
	P3	47	17	13	4	0	90	20	0	110	11.5	6.3	16.8	2.2
	平均	47	18	14	4	0	90	12	0	102	11.5	5.9	15.5	2.3
S	S1	30	20	17	3	0	90	20	0	110	14.6	7.7	15.7	3.5
	S2	30	19	14	5	0	90	20	0	110	10.9	8.9	11.7	1.6
	S3	30	17	12	5	0	90	20	0	110	10.3	5.9	13.4	1.5
	平均	30	19	14	4	0	90	20	0	110	11.9	7.5	13.6	2.2
X	X1	30	20	2	17	1	20	60	10	90	9.5	5.5	8.4	0.8
	X2	30	20	4	16	0	50	50	0	100	9.4	6	9.8	0.8
	X3	30	22	8	14	0	70	40	0	110	9.9	5.6	8.8	0.9
	平均	30	21	5	16	0	47	50	3	100	9.6	5.7	9	0.9

形成する苗木を主体に、中木・低木を構成する樹木で構成されている。同資料では、「高木」、「中木」、「低木」についての明確な定義づけはなされていないが、将来の緩衝緑地の樹林を構成する樹木の林分階層を意図したものと解することができる。そこで、本稿では「高木」を高木層、「中木」を亜高木層、「低木」を低木層と解釈した。表 4-2 より、将来の樹林を構成

する高木層、亜高木層、低木層の構成割合は、1 モジュールあたりそれぞれ 54%、30%、16%となる。環境事業団(2001)によれば、「多種多層林形成の技術」として、「緑地が有する機能の効果的発現により、植栽基盤の造成、様々な種類・規格を有する樹木を選定し、多種多層の環境保全緑地を形成」と記述されていることから、将来的には図 4-2 に示

すとおりの高木層、亜高木層、低木層の階層構造によって構成される樹林形成を目指したことが理解できる。

緩衝緑地形成のための植栽手法として、浜手緑地の第Ⅰ期(1969-1972年)に施工された白浜地区を例に取り上げ、多種多層林を構想した緩衝緑地植栽設計の考え方を整理する。

公害が社会問題化していたこの当時においては緩衝緑地の整備を担っていた事業団の緩衝緑地事業についても、臨海部の工業地帯等において大規模な緑地を造成していく手法は確立されておらず、試行錯誤を重ねている段階にあったといえる。¹²⁾

当時の基本設計図書から緩衝緑地の設計に当たっては、表4-3に示すとおり、海浜部の植生を調査して、その林分組成を参考として樹林帯を海浜側より「Belt I」から「Belt III」の3タイプに分類して、各々のBeltの標準的な幅員をまとめている。工場地帯側と住宅側には林縁植栽が施されるよう設計されている。このように、緩衝緑地の立地する臨海部においては、潮風害に対する樹林への影響を緩和する技法として、高密度の植栽手法が選択されたものと推察することができる。

一方、吉田(1983)¹³⁾によると、「混植林にし樹種によって害に弱い季節と、種類が異なることを利用し、一部に害が出ても他の樹木を保護し、生育していく」ことができるように留意したことを指摘している。

したがって、初期の緩衝緑地の設計では、海浜部の植生調査に基づく海岸部の樹林帯を参考として、樹木の規格も苗木や幼木を高密度に植栽し、過酷な海浜部における潮風害や病虫害等から樹木を保護しつつ、特定樹種に特化させることなく、ある樹種が被害により枯死しても別の樹種が生育することにより、将来的に樹林が形成され、公害対策に対応できるよう多種多層林の技法が構想されたと考えられる。

一方、植栽後の多層な樹林形成の方法は、自然の樹種間競争に委ねられ、人為が介在しての植生管理の考え方は明確にされないまま、事業団からは「メンテナンスフリー」を前提として地方公共団体に譲渡され、地方公共団体による都市公園としての管理に委ねられた。公害対策としての緊急性を必要とされた当時においては、まずは工場地帯と住宅地との遮断帯となる緑地の早期整備が急がれ、将来的に樹林を育成管理していくための具体的な手だてについての検討はほとんどなされるこ

となく、時間の遷移に委ねられた。

自然の海岸林と緑化樹木を主体として人工的に植栽された樹林とは、その遷移や樹林形成メカニズムが同一とは考えられないのであるが、当時は、樹林管理に対する手法は確立されておらず、自然林と同様自然の遷移に委ねることにより、多種多層の樹林帯が形成されると考えられたと思われる。

したがって、整備された緩衝緑地について事業団による植栽後のモニタリングもほとんど行われてはおらず、このことは事業団では建設を担い、管理は地方公共団体に委ねられる「建設譲渡方式」の制度上からくる限界性を有していたものとも考えられる。

3.2 中島地区のパターン植栽と調査区の設定

浜手緑地において第Ⅱ期に施工された中島地区のパターン植栽についてみると、全体では24のパターンに区分され、図4-1下段に示すとおり、各パターンがモザイク状に組み合わせられ、樹林帯が構成されている。主として臨海側では、1モジュール(100㎡)当たり47本を植栽するパターン(以下「グループⅠ」とする。)によって構成され、また市街地側では、1モジュール当たり30本のパターン(以下「グループⅡ」とする。)が適用されていた。調査対象として植栽されたパターンのうち植栽された位置が地区内の比較的近傍にあり、土壌、地勢、日照等がほぼ同一の条件下にあると考えられたパターンを対象に、グループⅠからM・O・Pの3パターンを選定し、グループⅡからS・Xの2パターンを選定した。園路沿いと調査区相互の隣接を避けて、各パターン毎に3箇所の調査区を設定した。

いずれの調査区も、1977年から1978年にかけて植栽されている。表4-4は設計図面より、選定した植栽パターンに適用された上木・中木・下木を構成する樹種をまとめたものである。これより、「グループⅠ」を構成するパターンM・O・Pについては、いずれも上木7本と中木5本で、下木は35本の構成となっており、植栽樹木の約7割が樹高1m以下の下木で構成されていた。これに対して、「グループⅡ」を構成するパターンSとXでは、上木と中木で18本、下木は12本となっており、下木の占める割合は4割にとどまっていた。

4. 調査の結果

表4-5は、各調査区の当初の植栽本数と現存の樹木数、平均樹高、階層別現存本数内訳、階層別植被率、胸高

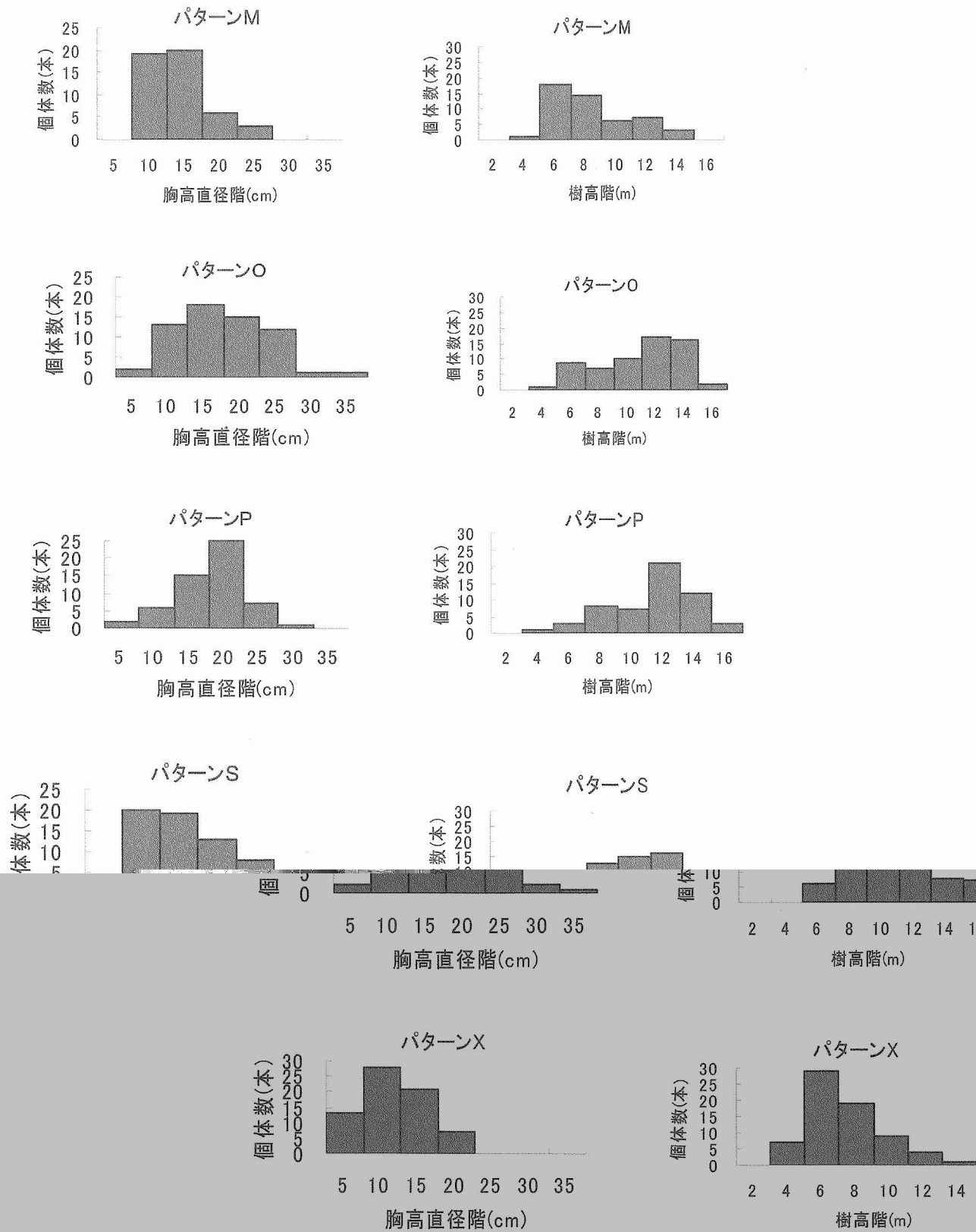


図4-3 各パターン別の樹高階と胸高直径階

表4-6 調査区における現況林分のタイプ分類

タイプ	胸高幹直径階	樹高階	植栽パターン
I	逆J型	逆J型	M, X
II	N型	J型	O, P
III	逆J型	J型	S

幹直径、材積を一覧にまとめたものである。ここで、植被率とは、各階層別の樹冠投影面積の調査区100㎡に占める割合を示し、植被率合計は各階層の植被率を合計した値である。

4.1 樹木数量と樹林構造の変化

表4-5より、100㎡当たり47本が植栽された「グループI」のパターンMについて、現存本数は平均15本で、合計植被率の平均は70%であった。現況の樹林構造は、高木層はクスノキが主、亜高木層はマテバシイが主で、低木層は形成されていなかった。

調査区の平均では、高木層に比して亜高木層の現存本数の占める割合が高くなっていった。パターンOの現存本数の平均は19本で、合計植被率の平均は130%であった。樹林構造は、高木層はシイノキが主、亜高木層はタブノキが主で、低木層は形成されていなかった。調査区の平均では、亜高木層に比して高木層の現存本数の占める割合が高くなっていった。パターンPの現存本数は18本で、合計植被率の平均は102%であった。樹林構造は、高木層はアラカシが優占、樹冠部にヤマモモが混在し、亜高木層は被圧され、ヤマモモ、エノキ、カナメモチが残存していた。低木層は形成されていなかった。調査区の平均では、亜高木層に比して高木層の現存本数に占める割合が高い。

一方、100㎡当たり30本が植栽された「グループII」についてみると、パターンSの現存本数は19本で、合計植被率の平均は110%であった。樹林構造は、高木層はアラカシが優占し、ナンキンハゼが混在、亜高木層はアラカシ、モッコクで、高木層が発達し、亜高木層の植被率は低い。低木層は形成されていなかった。また、パターンXの現存本数は21本で、合計植被率の平均は100%であった。樹林構造は、高木層がオオシマザクラ、トウカエデに対して、亜高木層にはオオシマザクラ、トウカエデに加え、ヒイラギ、ヤブツバキが混在していた。低木層はX-1でヤブツバキが確認できたのみで、他の調査区では形成されていなかった。

以上の結果から、「グループI」と「グループII」の間で、パターン植栽の植栽密度の違いによる樹木の現存本数については顕著な差異は認められず、100㎡当たり15~20本が残存していた。また、調査区X-1以外の調査区では低木層が消失していた。これは、植栽後約30年が経過し、この間都市公園の管理として樹木の間伐等の間引きは一切行われなまま推移した結果、現在は樹冠部が閉塞することにより、低木層の生育できる受光量が確保されなくなったためと考えられる。高木層の植被率については植栽パターンによる相違が見られ、パターンO・P・Sでは高木層の植被率が90%以上を占め、亜高木層は40%以下であるのに対して、パターンM、Xでは亜高木層の植被率が38~50%を占め、高木層の植被率を上回っていた。

4.2 胸高直径階・樹高階による樹林の構成

図4-3は、各パターンの調査区における樹木の胸高直径と樹高とを階級区分し、ヒストグラムで表示したものである。各パターンの数値は、3地区の合計値である。これより、胸高直径階についてみると、パターンMとS、Xは直径10~20cmの階級の度数が高くなっており、分布の形状も「逆J型」を示しているのに対して、パターンOでは10~15cm、Pでは15~20cmの階級が最も多くなり、正規分布(「N型」)を示している。

胸高直径階の分布からみた現況樹林構造については、「グループI」と「グループII」の間で、植栽密度の違いによる林分特性の相違は認められなかった。次に、樹林構造の特性を樹高階の分布についてみると、パターンMとXは4~6mが最も多く、樹高が高くなるにつれて、度数も少なくなる「逆J型」を示していた。これに対して、パターンO・P・Sは10~12mの階級が最も多く、樹高が高くなるにつれて樹木本数も多くなる「J型」を示している。樹高階の分布についても、胸高直径階同様、グループIとIIの植栽密度の違いによる林分特性の相違は認められなかった。また、樹高4m以下の樹木は、いずれのパターンにおいても、欠如

していた。以上の結果、胸高直径階と樹高階分布を併せてみると、表4-6に示すとおり、両者ともに「逆J型」を示したパターンMとX、前者が「N型」、後者が「J型」を示したパターンO、P、前者が「逆J型」、後者が「J型」の傾向を示したパターンSの三つのタイプに分類された。

なお、胸高幹直径と樹高との関係からみた樹木の健全度、閉塞状況についての定量的な評価については、今後の課題として別の機会に論じることとしたい。

5. 考察

以上の樹木調査の結果と胸高直径階、樹高階での分布状況から、タイプIに分類されるパターンM・Xでは亜高木層が高木層の現存樹木数を上回っていた。一方、タイプIIに分類されるパターンO・PとタイプIIIに分類されるパターンSでは、高木層が亜高木層の現存樹木数を上回っていた。これらの現況の樹林構造の相違について、考察する。パターンMは、高木層をクスノキ、亜高木層をマテバシイまたはクスノキが優占する樹林を形成していたが、園路に近い位置にある調査区と樹林帯内にある調査区によって、平均樹高に差異がみられた。これは、隣接するパターンの構成する樹冠部の影響等により、受光環境の相違が生じているためと考えられる。また、パターンXは、オシマザクラ、トウカエデの落葉広葉樹が主体の樹林であり、他のパターンのように常緑樹主体の樹林と比較すると林内環境も明るく、樹冠部が閉塞しても、林内一定の受光量が確保され、亜高木層の生育も可能な環境が維持されていると考えられる。

一方、高木層が亜高木層に優占するパターンO・Pでは、シイノキ、アラカシなどの樹木が高木層に優占し、樹冠部の閉塞により亜高木層を形成する樹木を被圧され、亜高木の成育が困難な林内環境を形成しているものと考えられる。同じく高木層をアラカシが優占するパターンSでは、ナンキンハゼやネムノキの落葉広葉樹がアラカシと共存することにより、胸高直径階分布も10~20cmの階層が多くなり、タイプIIとは異なる分布を示したものと考えられる。

これらのことから、現況の樹林構造の変化は、植栽密度の違いによっては生じておらず、植栽パターンにより区分された三つのタイプより、高木層を形成する樹種の樹冠部の閉塞状況と樹冠下への被圧状況、落葉広葉樹の混在による受光条件の相違等によって生じたものと考えられる。なお、現況林分では、いずれのパターン

においても当初に植栽した樹木により低木層は形成されていなかった。これは、樹冠部の閉塞に伴って、林内が被圧され、低木層として生育できないまま、枯死したものと推察され、長尾ら(1998)、塩田ら(2003)が指摘するように、低木層の形成を図るためには、高木層の抜開等による林内ギャップの形成を人為的に行う必要があると考えられる。

以上の結果、パターン植栽が施工当初に想定していた高木層・亜高木層・低木層の階層構造により構成される「多種多層林」は形成されていなかったと言える。多種多層林の階層構造を有する樹林へと回復していくためには、これまでのように時間の推移に委ねて放置するのではなく、樹木の間伐による樹林内のギャップの形成等により受光条件を変化させる等の人為による維持管理の具体化が今後の課題と考えられる。

まとめ

パターン植栽を適用し、施工後約30年が経過した緩衝緑地における樹林構造の実態と特性について、以下のような結果が得られた。

- ①樹木の現存本数について、植栽密度の違いによる相違は認められず、1モジュール(100 m²)当り15~20本が残存していた。
- ②樹冠部の閉塞に伴って、現況林分では低木層はほとんど形成されておらず、パターン植栽の設計時に当初想定していた階層構造による「多種多層林」は形成されていなかったと言える。
- ③樹木調査の結果、胸高幹直径階と樹高の度数分布の形状から、高木層と亜高木層の優占度合いの相違により、現況の樹林特性は、三つのタイプに区分された。
- ④アラカシやシイノキ等地域の現存植生を構成する樹木のパターンが生長量が良好であることが推察された。

以上の結果を踏まえ、今後階層構造を有する樹林帯へと移行させるためには、間伐等による樹冠部の閉塞状況を変化させ、意図的にギャップの形成を図るなど、人為的な関与をより強めるとともに、樹林の推移について定期的なモニタリングを継続する必要があると考えられる。

補注

- (1) 公害防止事業団は、1994年に環境事業団に改組され、2004年4月には、独立行政法人環境再生保全機構に再編されている。

- (2) 環境事業団(2000)より作成した。
- (3) 建築研究所(1999)より作成した。

引用文献

- 1) 閣議決定 (2002) 特殊法人等整理合理化計画
建設省建築研究所(1999)都市における緑地の配置計画に関する調査, 55pp.
- 2) 前中久行(1989) エコロジー緑化, 『最先端の緑化技術』, PP286-294, ソフトサイエンス社, 東京
- 3) 中島敦司, 養父志乃夫, 山田宏之, 駒走裕之 (1995) 湾岸工場地での「エコロジー緑化」植栽地における施工年目の林文構造. ランドスケープ研究, 61(5), 505~510
- 4) 夏目由博, 國友淳子, 山崎一夫 (2000) 大阪府内の都市人工林における実生の種組成. 日本緑化工学会, 25(4), 607~610
- 5) 長尾忠康, 原田洋 (1998) 間伐が環境保全林の構造に及ぼす影響. 日林論 109, 255~257
- 6) 塩田麻衣子, 中村彰宏, 安井祥二, 平田清, 森本幸裕 (2003) 万博記念公園の植生管理における間伐強度の違いが実生の種多様性に及ぼす影響. 日本緑化工学会, 29(1), 289~292
- 7) 石井正人, 中越信和(1997) 森林公園計画における二次林の樹冠木個体群構造と植生管理に関する研究. ランドスケープ研究, 60(5), 543~546
- 8) 岡村譲, 佐藤篤美, 林進(1999) 名古屋市南部の都市公園・緑地の樹種の多様性に関する研究. ランドスケープ研究, 62(5), 613~616
- 9) 姫路市 (1981) 市政概要. 142~145
- 10) 公害防止事業団 (1969) 姫路地区共同福利施設緩衝緑地基本設計報告書
- 11) 環境事業団 (2000) 環境事業団積算基準書, 142pp.
- 12) 沼田真(1969) 図説植物生態学. 朝倉書店, 東京, 286pp.
- 13) 環境事業団 (2001) 環境事業団の緑地整備技術, 58pp.
- 14) 吉田輝彦(1983) 共同利用施設(緩衝緑地)について, ベース設計資料No. 14 公園・体育施設編, 53~58, 建設工業調査会, 東京

第5章 植栽後約30年が経過した緩衝緑地の樹林構造特性

前章において、姫路市の緩衝緑地を対象に植栽後約30年が経過した樹林の毎木調査を実施した結果、設計当初に想定していたような高木層・亜高木層・低木層より成る階層構造の樹林は形成されていないことを明らかにし、樹高と胸高直径の階級区分から樹林構造についてのパターン分類を行ったが、樹林を構成する樹木の生育特性についての分析が課題として残された。

パターン植栽を適用した樹林の経年変化については、大阪府の万国博記念公園内の樹林において強度を変えた下刈等の伐採を行い、伐採地での出現種数は増加^{1),2)}を確認した例や市街地における夏緑広葉樹二次林において種々の管理を実施して階層分化を観測³⁾した例等があるが、樹木の生育状態についての検証は十分なされていない。また、中島ら⁴⁾は植栽後約18年が経過した企業緑地内におけるモニタリングを行い、ギャップ形成の影響によって階層構造が形成されていることを明らかにしたが、対象は企業緑地であり、植栽手法はポット苗を使用したエコロジー緑化であり、緩衝緑地に適用された植栽パターンの手法と大きく異なっている。

樹林の生育特性の分析例として、目黒は、東京電力発電所内5箇所の環境保全林において、樹高および胸高直径を測定し、アスペクト比による樹林の生育環境について報告するとともに⁵⁾、島根県出雲市に形成された環境保全林を対象として、ポット苗による植栽樹木の生育状況を調査した結果、材積指数による生長特性と生長予測が可能となること⁶⁾を報告している。

そこで、本研究は、目黒らの行ったアスペクト比と材積指数を用いて、パターン植栽の方法によって公害防止対策として形成され、植栽後約30年を経過した兵庫県姫路市の緩衝緑地（浜手緑地：中島地区）を対象に、過年度実施した毎木調査の結果を基に、アスペクト比と材積指数を指標として、現況の樹林構造の生育特性について検証を試みた。

1. 現況の樹林構造

毎木調査の際に、各植栽パターンについて三つの調査区を設定して、樹高・幹周を調査するとともに、各

調査区毎に1カ所づつ、樹冠投影図を作成した。以下に、樹冠投影図と毎木調査の結果から、各植栽パターンの現況の樹林の構成と樹木の生育特性について、述べる。

パターンM(調査区M-2)

図5-1に植栽パターンMのうち調査区M-2の樹冠投影図を示す。高木層はクスノキが優占しているが、クスノキの投影面積は13.07㎡と調査区の1割強を占有しているに過ぎない。亜高木層ではマテバシイの投影面積が55.29㎡と調査区内の過半を占め、クスノキよりも優占度は高くなっていた。また、マテバシイの中でも一部の樹木の樹冠の占有が大きく、他の樹木の生長を抑制している状態と推察された。これらのことから、クスノキが高木層として十分な林冠部を構成できず、亜高木層ではマテバシイが林内で次第に優占度を強めている状態にあると考えられる。

パターンO(調査区O-2)

図5-2に植栽パターンOのうち調査区O-2の樹冠投影図を示す。高木層にはコジイ、亜高木層にはタブノキが生育している。高木層のコジイの投影面積は93.8㎡と調査区を占有しており、タブノキの投影面積は2.5㎡であった。コジイの中でも、二本の樹冠の占有が突出しており、投影面積61.93㎡を占め、コジイ全体の約2/3を占めていた。

これらのことから、高木層のコジイが優占し、亜高木層にあるタブノキが被圧されて後退しつつあり、同じコジイの中においても種内競争の結果、特定の樹木が林冠部を占有しつつ、樹冠層が閉塞の状態を呈していると考えられる。

パターンP(調査区P-2)

図5-3に植栽パターンPのうち調査区P-2の樹冠投影図を示す。高木層には樹高8.3~14.0mのアラカシが優占している。高木層でのアラカシの投影面積は80.2㎡、ヤマモモは13.6㎡であった。亜高木層はエノキとカナメモチの2本が残っていたが、合計で3.4㎡であり、生育も良好とは言えない。林冠部を形成するアラカシの優占度が高く、樹種間の競争により、亜高木層にあるエノキとカナメモチは被圧されて後退状況にあると考えられる。

パターンS(調査区S-2)

図5-4に植栽パターンSのうち調査区S-2の樹冠投影図を示す。高木層には、樹高8.5~12.8mのアラカ

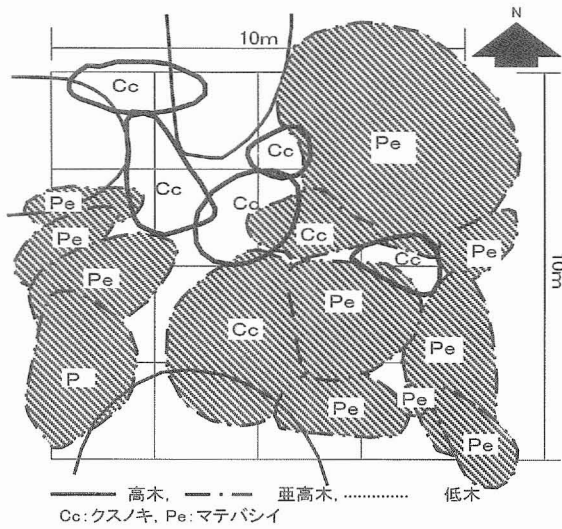


図5-1 樹冠投影図(調査区M-2)

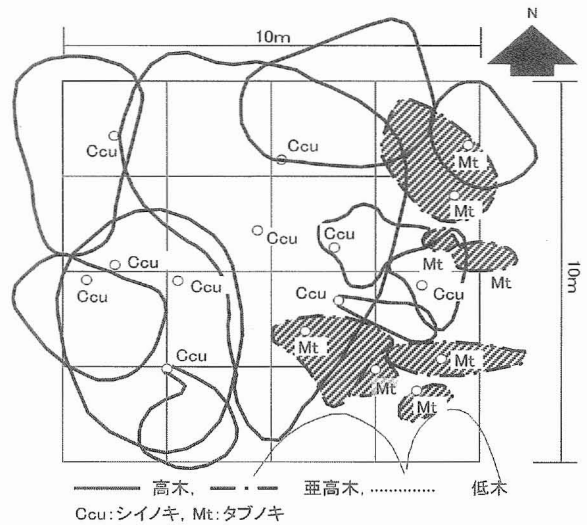


図5-2 樹冠投影図(調査区O-2)

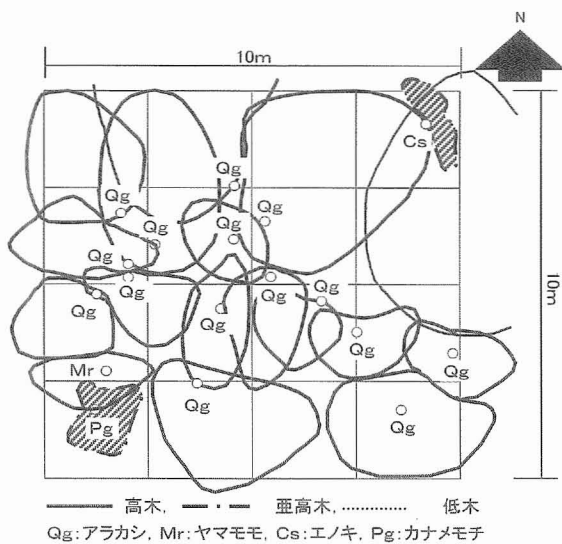


図5-3 樹冠投影図(調査区P-2)

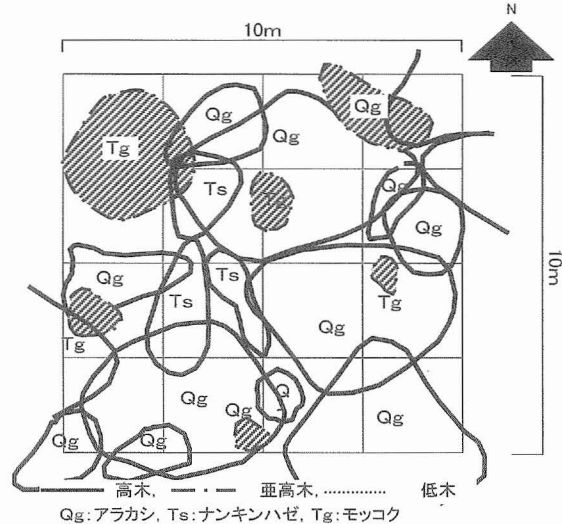


図5-4 樹冠投影図(調査区S-2)

シ、樹高10.0~13.0 mのナンキンハゼが生育しているが、高木層でのアラカシの投影面積は69.7㎡、ナンキンハゼは8.7㎡であり、アラカシが林冠部をほぼ占有している状態であった。亜高木層にはアラカシとモッコクが生育し、アラカシが3.9㎡、モッコクが13.1㎡であり、モッコクの生育状況は比較的良好であった。パターンPに比して、亜高木層の占有率が相対的に高い数値を示したのは、パターンSでは常緑広葉樹のアラカシと落葉広葉樹のナンキンハゼの混在によって林内の日照条件がパターンPよりも良好な環境であったことによるものと推察される。

パターンX (調査区X-2)

図5-5に植栽パターンXのうち調査区X-2の樹冠投影図を示す。高木層には樹高9.4~9.8mのトウカエデ・樹高8.2~10.0mのオオシマザクラで構成され、樹冠投影面積はトウカエデが31.32㎡、オオシマザクラが15.91㎡であり、トウカエデが優占しているものの、樹冠部は閉塞しておらず、高木層の樹高も10m未満の樹木が多く、植栽後約30年の経過を勘案すると高木層の生育状況は良好とは言えない。亜高木層にはオオシマザクラ14.63㎡、トウカエデ12.77㎡、ヒイラギ10.36㎡、ヤブツバキ17.86㎡が混在していた。残存樹種が他

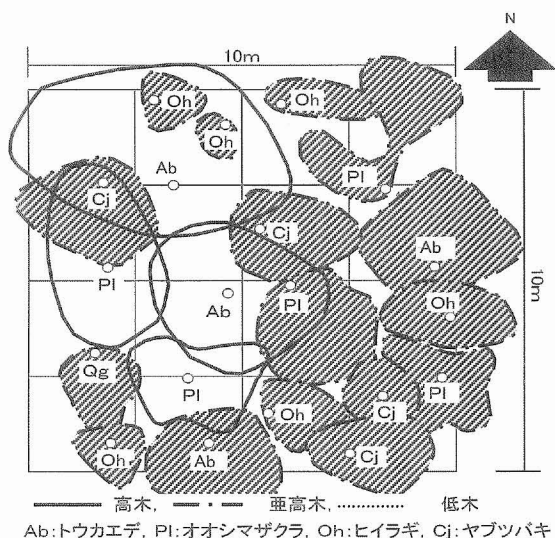


図5-5 樹冠投影図(調査区X-2)

のパターンよりも多く、高木層に対して亜高木層の樹冠投影面積が大きくなっているのは、高木層の発達が十分発達していないことによるが、落葉樹が主体に構成された樹林であることから、日照条件が他のパターンよりも良好であり、枯死木も少ないことから、樹木相互に生長を抑制した結果と考えられる。

2. アスペクト比から見た樹木の生育特性

計測した樹木の樹高(H)と胸高直径(D)との関係から、アスペクト比(H/D)を算出して、現況の樹林を構成する樹木について、痩せ具合を評価した。アスペクト比は、樹木の形態及び物質生産された伸長生長と肥大生長の分配比を測る指標とされ、この値が大きいほど

樹木は相対的に細長くなり、値が小さいほどずんぐりとした形状を示すとされている⁶⁾。

目黒⁵⁾は、東京電力の発電所敷地内における環境保全林内のタブノキとコジイを調査した結果、樹木の生長が安定してくるとアスペクト比は、100前後を示すとし、その後は樹木の壮年期から老年期には伸長生長が弱まり、肥大生長が継続することから、アスペクト比も減少していくとしている。また、マテック⁷⁾によると、近くに競争相手のいない単木の場合では、アスペクト比が50以上になると風圧に対して倒壊の比率が高くなるとしている。

本稿で対象とした緩衝緑地では植栽後既に約30年が経過した状態にあることから、これらの知見を踏まえると植栽した樹木は既に老齢木の生育段階にあると考えられることから、健全な生育状態にあれば、伸長成長が安定し、肥大成長を継続している状態にあると考えられる。樹木のやせ具合について既往の研究で明確に定義されたものは見られないため、本稿では目黒らの研究^{5),6)}を参考に、アスペクト比が100を目安として樹木の痩せ具合について検討し、アスペクト比が100を上回った状態にある樹木を「痩せ木」と見なして、生育状態について検討を行った。

具体的には、各パターン毎に現存する樹木について、縦軸に樹高(H) [m]、横軸に胸高直径(D) [m]を取り、アスペクト比(H/D)との関係から現況の樹木の生育状況を検討した。図5-6は、各植栽パターン別のアスペクト比について、構成比をまとめたものである。

パターンM

図5-6より、パターンMでは、アスペクト比が50未満が19.1%、50以上100未満が76.6%、100を上回る樹木が4.3%となっていた。

図5-7は、パターンMを構成する現況樹木の種類毎に、胸高直径と樹高の関係をもとめたものである。樹高が10m以上の高木層ではクスノキがほとんどであり、8m未満の亜高木層ではクスノキとマテバシイが混在している。アスペクト比が100を大幅に上回る痩せ木はほとんどなく、平均で見ると、クスノキでは65.7、マテバシイでは68.6となっており、樹種別の違いは見られなかった。

パターンO

図5-6より、パターンOでは、アスペクト比が50未満が8.1%、50以上100未満が80.6%、100を上回る樹木が11.3%となっていた。

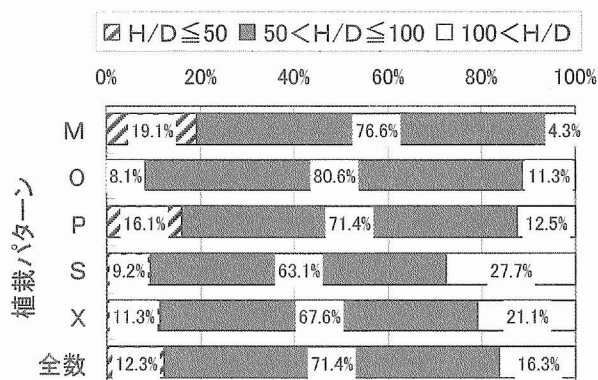


図5-6 植栽パターン別アスペクト比の構成

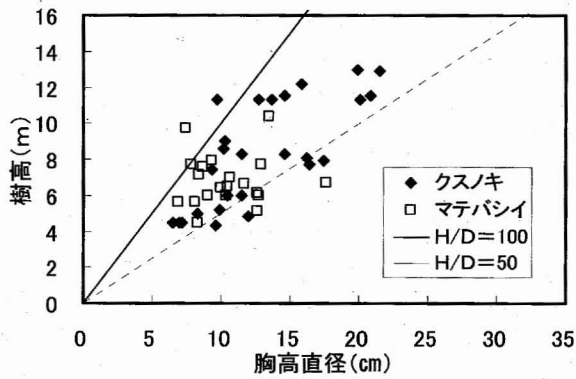


図5-7 胸高直径と樹高の関係(パターンM)

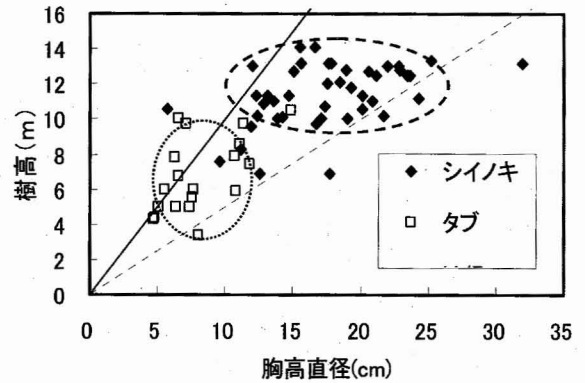


図5-8 胸高直径と樹高の関係(パターンO)

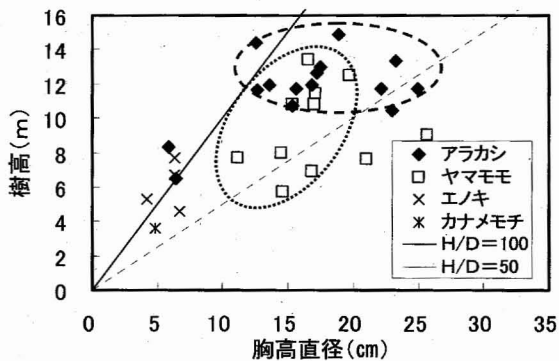


図5-9 胸高直径と樹高の関係(パターンP)

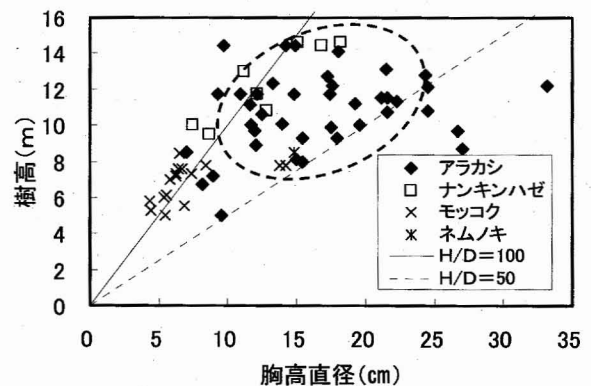


図5-10 胸高直径と樹高の関係(パターンS)

図5-8より、高木層を形成するコジイと亜高木層を形成するタブノキに階層分化している様子が見てとれる。樹高について見ると、コジイでは大半が10~14mに分布しているのに対して、タブノキは5~10m以下に分布している。胸高直径についても、コジイでは大半が15~25cmの間に分布しているのに対して、タブノキでは5~15cmの間に分布している。アスペクト比で見ると、コジイでは平均65.7に対して、タブノキでは平均87.7と高く、100を上回る樹木ではタブノキが大半を占め、コジイにより林冠部の閉塞に伴い亜高木層を形成するタブノキが被圧され、痩せ木が増加しつつある状況にあると考えられる。

パターンP

図5-6より、パターンPでは、アスペクト比が50未満が16.1%、50以上100未満が71.4%、100を上回る樹木が12.5%となっていた。図5-9より、樹高10m以上の高木層では、アラカシが優占しつつ、ヤマモモが介在し

ている。亜高木層では、逆にヤマモモが優占しつつアラカシ、エノキが介在している。胸高直径では、樹高10m以上の高木層では、10~25cmに分布しているが、亜高木層を構成するヤマモモの胸高直径も10~20cmに分布しており、アスペクト比でも50を下回っている樹木の数が多くみられることから、ヤマモモは肥大生長が持続し、安定した亜高木層を形成していると考えられる。これに対して、亜高木層に位置するアラカシ、エノキのアスペクト比は、100を上回っている樹木がみられ、特にエノキの生育状況は良好とは言えない。

パターンS

図5-6より、パターンSでは、アスペクト比が50未満が9.2%、50以上100未満が63.1%、100を上回る樹木が27.7%となっており、アスペクト比100を上回る樹木の構成比が相対的に高くなっていった。図5-10より、高木層と亜高木層の明確な分化は見られず、樹高8m以上の高木層ではアラカシが優占し、林冠部の一部にナン

キンハゼが混在しているが、樹木数はアラカシが圧倒している。アスペクト比でも、アラカシが71.8に対して、ナンキンハゼは平均100.4を示し、生育状態も良好ではなく、痩せ木化が進行していると考えられる。亜高木層では、アラカシの他に、モッコクの生育がみられるが、アスペクト比では、100を上回る樹木が多く、生育状態は不良ではないことから、痩せ木化の傾向にあると考えられる。

これに対して、アラカシでは、高木層と亜高木層に樹高と胸高直径も様な分布状態であり、一部はアスペクト比も50を下回る樹木がみられることから、パターンSを構成する樹林は、高木層、亜高木層ともにアラカシの生育が勝り、林冠部を占有し、樹冠層が閉塞の状況を呈していた。

パターンX

図5-6より、パターンXでは、アスペクト比が50未満が11.3%、50以上100未満が67.6%、100を上回る樹木が21.1%となっており、パターンSと同様、アスペクト比が100を上回る樹木の割合が相対的に高くなっていた。

図5-11より、高木層はトウカエデとオオシマザクラで構成され、トウカエデが優占している。樹高は10m以下のものが大半を占め、高木層の平均樹高も9.8mにとどまり、他の植栽パターンの調査区と比較すると、低くなっていた。亜高木層では、オオシマザクラとヒイラギ・ヤブツバキが主体であるが、アスペクト比の分布で見るとオオシマザクラが50前後に主に分布し、平均60.3を示しているのに対して、ヒイラギ・ヤブツバキでは100前後に偏在しており、アスペクト比が100を上回る比率が他の調査区よりも高くなっている要因と考えられる。

3. アスペクト比と材積指数からみた樹林構造特性

次に、アスペクト比(D/H)を横軸に、材積指数(D²H)を縦軸に取り、各パターン植栽毎の樹林構造の特性を検証した。材積指数は、胸高直径の2乗に樹高を乗じることにより、樹木の総合的な物質生産量を測る指標とされている¹⁰⁾。分析の対象とした樹木は、各植栽パターン毎に設定した三つの調査区のすべての樹木である。

パターンM

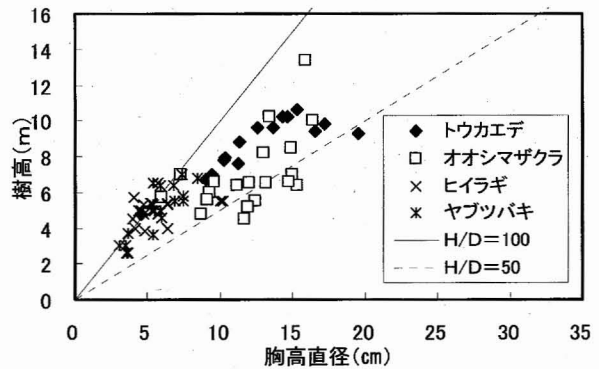


図5-11 胸高直径と樹高の関係(パターンX)

図5-12より、パターンMではアスペクト比50~100、材積指数0~200,000 cm³の範囲に、全体の約6割が分布している。樹種別にみると、クスノキでは、材積指数が400,000~600,000 cm³の範囲に4本分布し、アスペクト比も50~70の範囲にあることから、これらの樹木が林冠部で優占した状態にあると考えられる。これに対して、材積指数が200,000 cm³以下では、マテバシイとの間で、樹種間での競争が行われ、林冠部の鬱閉に伴い、陽樹のクスノキでは十分な日照が確保されずに、マテバシイが優占していることが推察される。

植栽パターンMの調査区における総材積指数は6,365,661 cm³であった。このうち、クスノキ全体の材積指数は総計で4,741,810 cm³であり全体の約74%を占めた。また、1本当たりの平均は175,623 cm³/本であった。マテバシイ全体の材積指数は総計で1,593,860 cm³/本、1本当たりの平均は79,693 cm³であった。クスノキが、総材積指数の約75%を占めていた。

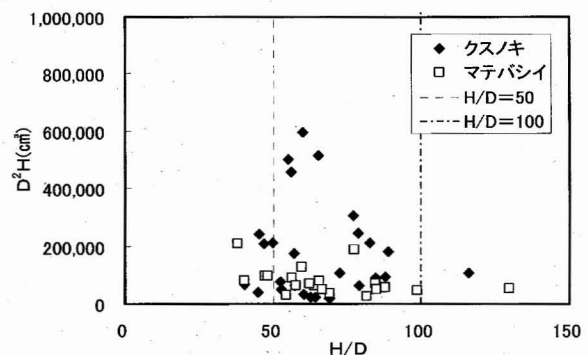


図5-12 アスペクト比(H/D)と材積指数(D²H) (パターンM)

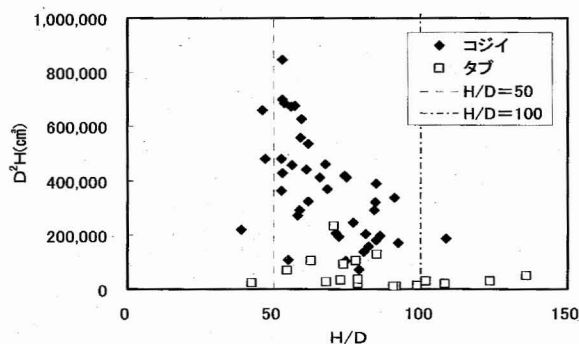


図5-13 アスペクト比(H/D)と材積指数(D²H)
(パターンO)

パターンO

図5-13より、パターンOではアスペクト比50~100、材積指数0~800,000 cm³の範囲に、全体の約8割が分布している。樹種別にみると、コジイでは、材積指数が200,000~800,000 cm³の範囲に全体の約72%が分布している。これに対して、タブノキでは、材積指数が200,000 cm³以下に分布しており、樹種別に階層分化している様子が見られる。アスペクト比が100を上回っている樹木については、材積指数も50,000 cm³以下にとどまっており、痩せ木として生育も良好ではないと考えられる。

植栽パターンOの調査区における総材積指数は17,729,281 cm³であった。このうち、コジイ全体の材積指数は総計で16,661,799 cm³であり全体の約94%を占めた。また、1本当たりの平均は387,484 cm³/本であった。タブノキ全体の材積指数は総計で1,067,481 cm³/本、1本当たりの平均は56,183 cm³であった。

パターンP

図5-14より、パターンPではアスペクト比50~100、材積指数0~800,000 cm³の範囲に、全体の約7割が分布している。樹種別にみると、アラカシでは、材積指数が200,000~800,000 cm³の範囲に全体の約75%が分布している。一方、ヤマモモでは、材積指数が200,000~600,000 cm³の範囲に全体の約64%が分布するとともに、アスペクト比では50を下回っている樹木が全体の約36%を占めていた。ヤマモモでは、伸長生長から肥大生長に移行しつつあると考えられる。

これに対して、エノキは材積指数もすべて50,000 cm³未満であり、アスペクト比も平均で105.5であり、100を上回る樹木数が多く見られることから、痩せ木

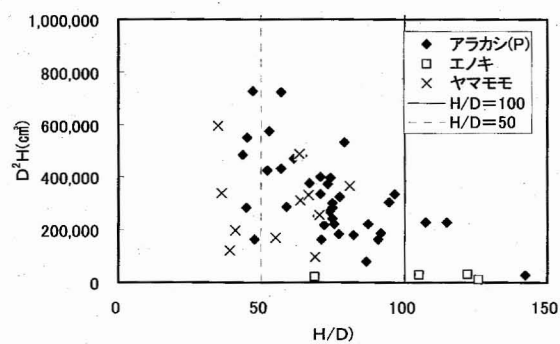


図5-14 アスペクト比(H/D)と材積指数(D²H)
(パターンP)

として生育も良好ではないと考えられる。植栽パターンPの調査区における総材積指数は16,157,425 cm³であった。このうち、アラカシ全体の材積指数は総計で12,787,496 cm³であり全体の約79%を占めた。また、1本当たりの平均は311,890 cm³/本であった。ヤマモモ全体の材積指数は総計で3,273,754 cm³/本、1本当たりの平均は297,614 cm³であった。アラカシが、総材積指数の約79%を占めていた。1本当たりの材積指数で見ると、アラカシとヤマモモの間には大差は見られなかった。

パターンS

図5-15より、パターンSではアスペクト比50~100、材積指数800,000 cm³以下の範囲に、全体の約6割が分布している。樹種別にみると、アラカシでは、材積指数が200,000~800,000 cm³の範囲に全体の約60%が分布し、アスペクト比も50以下の樹木が6本見られ、これらの樹木は伸長生長から肥大生長に移行しつつあると考えられる。

これに対して、ナンキンハゼでは、材積指数が200,000 cm³以上が3本分布しているが、大半は200,000 cm³以下であり、かつアスペクト比も100を上回っており、生育は良好とは言えない状態と考えられる。亜高木層を形成しているモッコクも、材積指数は50,000 cm³以下であり、大半の樹木のアスペクト比も100を上回っていることから、痩せ木として生育は良好とは言えないと考えられる。植栽パターンSの調査区における総材積指数は16,536,258 cm³であった。このうち、アラカシ全体の材積指数は総計で13,812,405 cm³であり、全体の約84%を占めた。また、1本当たりの平均材積指数は345,310 cm³/本であった。また、ナンキンハゼ

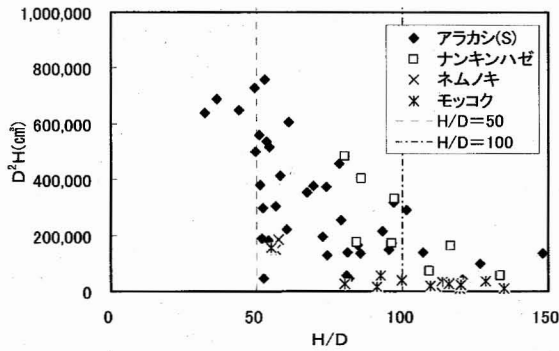


図5-15 アスペクト比(H/D)と材積指数(D²H)
(パターンS)

全体の材積指数は総計で 1,859,532 cm³/本、1 本当たりの平均材積指数は 232,441 cm³であった。亜高木層を形成するモッコクでは、全材積指数は 677,914 cm³で、1 本当たりの平均材積指数は 42,370 cm³であった。これより、アラカシが、総材積指数の約 84%を占めていた。

パターンX

図5-16より、パターンXではアスペクト比50~100、材積指数0~400,000 cm³の範囲に、全体の約7割が分布している。他のパターンに比べ、総材積指数は低くなっている。樹種別にみると、トウカエデでは、材積指数が 200,000 cm³以上の範囲に 5 本あり、アスペクト比も 50 付近に分布しているが、アスペクト比が低いのは、樹高が低いことが要因と考えられる。

一方、オオシマザクラでは、材積指数が 200,000 cm³以上が同じく 3 本分布しているが、大半は 200,000 cm³以下となっている。アスペクト比で 50 以下が 20%を占めており、分布も 50 付近に集まる傾向が見られる。アスペクト比が低く、材積指数も低いことから、肥大生長も不十分であり、生育状態は良好とは言えない。しかしながら、枯死木の本数は少ないことから、樹木相互に生長を抑制している状態にあると考えられる。さらに、亜高木層にあるヒイラギでは、材積指数もほとんどが 10,000 cm³以下であり、かつアスペクト比も 100 を上回る樹木が 10 本あり、100 以上に偏在する傾向が見られることから、生育は良好とは言えず、衰退傾向にあると考えられる。植栽パターンXの調査区の総材積指数は 5,387,347 cm³で他のパターンの調査区と比較して最も低い値であった。

このうち、トウカエデの材積指数は合計で 2,413,396 cm³であり、1 本当たりの平均材積指数は 16

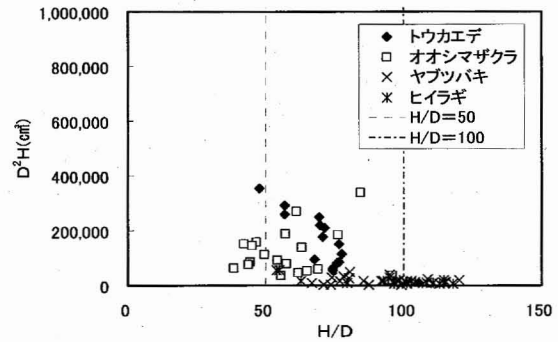


図5-16 アスペクト比(H/D)と材積指数(D²H)
(パターンX)

0,893 cm³/本であった。オオシマザクラ全体の材積指数は合計で 2,321,849 cm³/本、1 本当たりの平均材積指数は 116,092 cm³であり、総材積指数では両者の間にほとんど差は見られないが、1 本当たりの平均材積指数で見ると、トウカエデの方がオオシマザクラよりも約 39%程上回っていた。

4. 考察

姫路市の緩衝緑地を事例として、植栽後約 30 年が経過した中島地区において適用されたパターン植栽のうち 5 パターンを抽出して、過年度行った毎木調査の結果を基に、樹林内の林分構成と樹木の生長状況について、樹冠投影図・アスペクト比・材積指数を基に検討を行った。

第一に、樹冠投影図より樹林の階層構造と樹幹層の閉塞状況について検討した。パターンOではコジイによって、またパターンPとSではアラカシによって、樹冠層は閉塞した状態であった。これに対して、クスノキが優占するパターンMでは、高木層のみでは閉塞せず、亜高木層のマテバシイが林冠部を共有することで、樹冠層が閉塞した状態を形成していた。これより、同じ常緑広葉樹でも、コジイ・アラカシの優占度が高く、生育が比較的良好であったのに対して、クスノキの優占度は十分ではなく、生育も良好とは言えず、生育環境として適応していないことを示していると考えられる。これに対して、コジイ・アラカシは当該地域の代表的な潜在自然植生構成種⁸⁾であり、当該地域の生育により適応した樹種であることを示唆している。

また、パターンOの亜高木層を形成するタブノキのアスペクト比は 100 を上回る比率が高く、材積指数も

大半が 100,000 cm^3 以下であり、生育状態は良好とは言えず、衰退傾向にあると考えられる。これは、調査地は埋め立てによって造成された平坦な地形であり、かつ樹冠層の閉塞等より低木層も消失していることから、基盤となる土壌表層は本来タブノキの自生地に見られる斜面凹地と比較して乾燥傾向にあると考えられ、コジイの優占度が高まるにつれて、被圧されて衰退傾向を強めていることが要因と考えられる。

これに対して、高木層を落葉広葉樹であるトウカエデとオオシマザクラで構成されたパターンXでは、亜高木層に残存する樹木の本数と種数は他の調査区よりも多くなっていた。これは、高木層の発達が十分でなく、樹冠層の閉塞が不十分なこと、落葉広葉樹を主体として構成されたことから、林内の日照条件が他の常緑広葉樹を主体として構成された樹林よりも相対的に良好であったことが要因と考えられる。

第二に、アスペクト比(H/D)を用いて、樹木の痩せ具合について検討を行った。本稿においては、アスペクト比が 100 を指標として、100 以上への樹木の分布状況から樹木の痩せ具合を評価した。伸長生長が盛んな若齢木では、肥大生長よりも伸長生長が上回り、アスペクト比も高くなる傾向が見られるのに対して、壮齢木から老齢木になるにつれて伸長生長がなくなり肥大生長が持続することによって、アスペクト比は次第に低減していく傾向にある⁶⁾。調査区の植栽木は、植栽時では樹高が 1~3m 前後の幼木が主体であったが、植栽後約 30 年が経過していることから、現在は壮齢木から老齢木へと移行する時期にあると考えられる。

調査の結果、各パターンとも調査区内樹木の 70~80%がアスペクト比 50~100 の範囲に収まっていることはこのことを裏付けていると考えられる。この結果、高木層ではパターンOのコジイ、パターンP・Sのアラカシでは、アスペクト比 50 未満の樹木も見られ、林冠部を占有することにより、現在は伸長生長から肥大生長へと移行している状況にあることが推察される。これに対して、パターンSのナンキンハゼでは、アスペクト比も 100 を上回った樹木への分布が見られ、アラカシとの種間競争の結果、被圧され、痩せ木化が進んでいると考えられる。

亜高木層では、パターンMのマテバシイ、パターンPのヤマモモでは、アスペクト比も 50 以下の樹木の分布状況から、伸長生長が抑制され肥大生長が継続していると考えられ、今後も亜高木層として持続していく可能性が高いと考えられる。これに対して、パターンOのタブノキ、パターンPのエノキ、パターンSのモ

ッコクとネムノキ、パターンXのヒイラギは、いずれもアスペクト比 100 を上回る樹木の分布状況を示し、今後放置した場合は、肥大生長を期待することはできず、樹林内の高木層の優占により樹冠層が閉塞し、衰退していくものと推察される。

表 5-1 は、調査結果より、高木層と亜高木層を形成する樹木について、1 本当たりのアスペクト比と材積指数の平均をまとめたものである。これより、ナンキンハゼ、モッコク、エノキの平均アスペクト比は 100 を上回っており、ヒイラギも 100 に近い数値を示しており、一方、林冠部を占有しつつあるコジイ、アラカシの平均アスペクト比が 60~70 台を示していること、また各樹木のアスペクト比の分布の状況を踏まえると、樹木の痩せ木としての評価指標としてアスペクト比 100 により評価することは概ね妥当と判断される。

第三に、樹木の生長度合いについて、材積指数(D²H)により比較・検討した。図 5-17 は、各パターンにおける樹木毎の材積指数の構成を示したものである。総材積指数の最も高かったのは、パターンOの調査区であり、1 ユニット(100 m^2) 当たり約 17,729 千cm^3 を示し、このうち約 9 割をコジイが占めた。次いで、パターンSが約 16,536 千cm^3 、パターンPが同じく約 16,157 千cm^3 の順で、パターンPとSでは、約 8 割をアラカシが占めた。これに対して、パターンMでは、総材積指数が約 11,078 千cm^3 、パターンXでは約 5,387 千cm^3 となっており、パターンOに対してパターンMでは約 6 割、パターンXでは約 3 割程度にとどまり、生長量に大きな差異が見られた。

表 5-1 より、1 本当たりの材積指数の最も大きい樹種は、パターンOのコジイで 387,484 cm^3 /本であり、次いでパターンSのアラカシで 345,310 cm^3 /本、パターンPのアラカシで 311,890 cm^3 /本、パターンSのナンキンハゼで 232,441 cm^3 /本の順であった。パターンPとSとの間で、アラカシの材積指数に差が生じた主な理由として、パターンSでは、落葉広葉樹のナンキンハゼとの樹林構成によりパターンPよりも日照条件が相対的には良好であったこと、パターンPでは、亜高木層を形成するヤマモモが肥大生長を続け、生育状態が比較的良好である分、アラカシの生長を抑制したことが推察される。

これに対して、同じ常緑広葉樹の高木層でも、クスノキの材積指数は、175,623 cm^3 /本にとどまり、コジイ、アラカシの 1/2 程度であった。パターンMにおけるクスノキとマテバシイの組み合わせでは、クスノキが林冠部を優占しているものの、植栽後約 30 年が経過して

表5-1 樹木別アスペクト比と材積指数の比較

区分	樹種名(学名)	平均アスペクト比 (H/D)	材積指数(D ² H) (cm ³ /本)
高木層	コジイ (<i>Castanopsis cuspidate</i>)	65.7	387,484
	アラカシ(S) (<i>Quercus glauca</i>)	71.8	345,310
	アラカシ(P) (<i>Quercus glauca</i>)	74.5	311,890
	ナンキンハゼ (<i>Triadica sebifera</i>)	100.4	232,441
	クスノキ (<i>Cinnamomum camphora</i>)	65.7	175,623
	トウカエデ (<i>Acer buergerianum</i>)	71.3	160,893
	オオシマザクラ (<i>Prunus lannesiana</i> var. <i>speciosa</i>)	60.3	116,092
	亜高木層	ヤマモモ (<i>Myrica rubra</i>)	56.3
マテバシイ (<i>Pasania edulis</i>)		68.6	79,693
タブノキ (<i>Machilus thunbergii</i>)		87.7	56,183
モッコク (<i>Ternstroemia</i> var. <i>gymanthera</i>)		104.1	42,370
エノキ (<i>Celtis sinensis japonica</i>)		105.5	21,935
ヤブツバキ (<i>Camellia japonica</i>)		87.8	18,787
ヒイラギ (<i>Osmanthus heterophyllus</i>)		96.8	17,441

(注) (S) : パターンS, (P) : パターンP

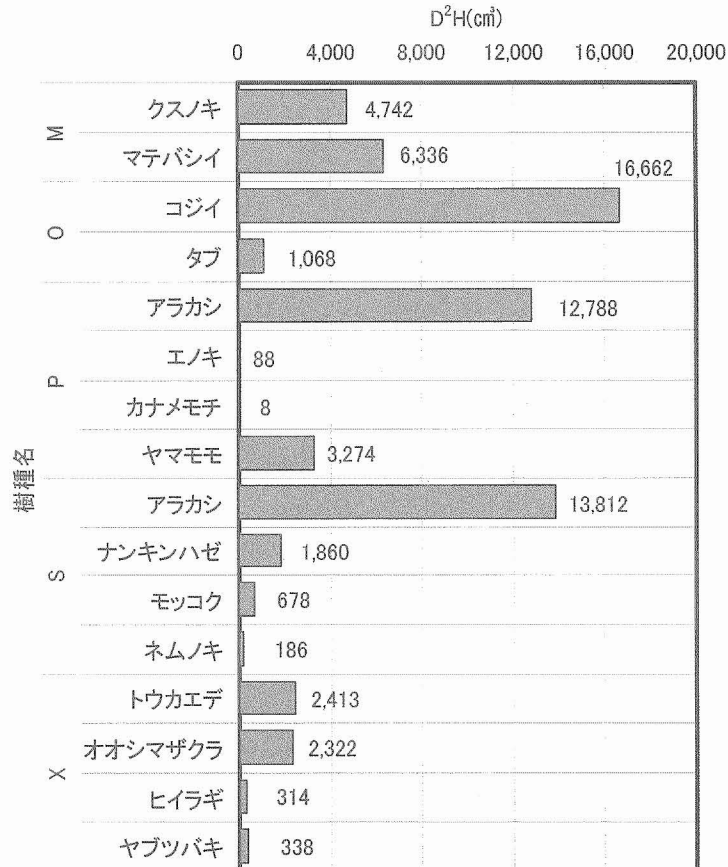


図5-17 各パターン別の材積指数の構成

も林冠は閉塞しきれておらず、クスノキの半数以上が亜高木層にとどまりマテバシイと拮抗した状態にある。

これは、亜高木層において陽樹的性格の強いクスノキの生育に十分な日照条件が確保されていないことが要因と考えられる。

パターンXでは、高木層を形成するトウカエデの材積指数は160,893 cm³/本であり、クスノキとほぼ同じ生長量を示した。同じ樹林内で亜高木層から高木層を形成したオオシマザクラでは116,093 cm³/本となっていた。このパターンでは他のパターンと異なり、落葉広葉樹を主に樹木が植栽された結果、日照条件が他のパターンよりも良好に維持され、枯死木が相対的に少ない分、相互の生長量を抑制したと考えられる。樹高も10m以下が主で、伸長生長は十分でなく、また図5-13より胸高直径も高木層の大半が15cm以下であることから肥大生長も十分でないことから、材積指数が低くなったものと推察される。

一方、亜高木層を形成している樹木については、パターンPのヤマモモが297,614 cm³/本で、突出しており、高木層にあるクスノキとトウカエデよりも高い数値を示した。図5-16よりヤマモモのアスペクト比は50前後に分布しており、伸長生長よりも肥大生長を優先する傾向がみられ、亜高木層にあっても材積指数も大きくなり、現状では安定した生長を続けていると判断できる。これに対して、パターンMのマテバシイでは、材積指数79,693 cm³/本にとどまり、またパターンOのタブノキは56,183 cm³/本であり、いずれの樹種も材積指数から生育状態は良好とは言えないことが裏付けられた。

今回の調査結果から、植栽後約30年が経過した樹林の生育特性を検討した結果、この地域の潜在自然植生を構成するコジイとアラカシが高木層として林冠部を覆い、生長量も大きい傾向が見られ、亜高木層では、ヤマモモの生長量が突出していた。

塩田ら⁹⁾によると、人工林と近郊の二次林で群落構造と実生の調査を行った結果、人工林の林床は二次林の林床に比べて極端に種多様性が低い、人工ギャップ形成を伴う植生管理によって、実生の密度は16.0～62.7個体/m²、種数も4.5～17.8種/m²となり、種の多様性が向上したことを検証している。また、長尾ら¹⁰⁾によると、間伐が環境保全林の構造に及ぼす影響をみるため、川崎市の埋立地に造成された約8haの環境保全林で、本数間伐率40%の間伐区と無間伐区で成長の変化、植物相等を調査した結果、無間伐区では伸長成長が、間伐区では肥大成長が大きく、間伐区では伐採

した樹木の萌芽枝の発生で、階層構造が多層化していたことを報告している。このことから、衰退しつつある亜高木層の生長を促し、階層構造を有する樹林構造を成立させるためには、高木層の樹木の間伐等を実施することにより人為的なギャップ形成が必要と考えられる。

小平ら¹¹⁾が、東京湾浚渫埋立地において試験林を造成し、18年後にその成否を植栽木の優占程度と組成から検討した結果では、潜在自然植生がタブ-イノデ群集の立地では、目標植生タブ林は成立後も持続傾向を示したのに対して、潜在自然植生種でないトベラ、マサキの植栽林では成立後に衰退傾向にあることを報告している。

したがって、当該調査地の緩衝緑地の樹林構造として現在の管理状態がこのまま継続した場合には、今後はアラカシ、コジイが優占する樹林へと移行していくものと考えられる。以上の結果から、樹林を構成する樹木の生育特性を明らかにする上でアスペクト比と材積指数について指標としての有効性が示唆された。

今後、樹林の生長の動態について、モニタリング調査を継続してデータを蓄積することにより、樹林の推移について予測の精度を高めていくことが課題である。

まとめ

パターン植栽の方式により、植栽後約30年が経過した兵庫県姫路市にある緩衝緑地を対象とした毎木調査の結果から、現在の樹林の生長状態を、アスペクト比(H/D)により樹木の痩せ具合について検討し、材積指数(D_H)により樹木の生長状況を検討した。本調査の検討により、得られた主な結果は以下のとおりである。

(1)常緑広葉樹を高木層とする樹林では、アラカシ、コジイを主とする調査区ではこれらの樹木が林冠部を占有し、樹冠層の閉塞によって、亜高木層の生長を被圧している状況にある。この地域の代表的な潜在自然植生構成樹の生長が顕著に見られた。

(2)これに対して、生長量を材積指数で見ると同じ常緑広葉樹でも本来生長量の早いはずのクスノキがアラカシ、コジイの1/2程度にとどまっていた。これは、クスノキの生育環境として適さず、亜高木層のマテバシイとの種間競争により、高木層の占有が抑制されているためと推察される。

(3)亜高木層では、ヤマモモの生長量が比較的良好であり、アスペクト比も50前後への分布が多く見られ、伸

長生長よりも肥大生長が上回り、高木層のアラカシとの組み合わせにおいて比較的安定した階層構造が見られた。

(4) 同じ亜高木層でも、タブノキのアスペクト比では100を上回る樹木数が多く見られ、材積指数もヤマモモの1/2以下であり、痩せ木化しつつあり、生育状態も良好とは言えず、今後アラカシの優占度が強まるにつれ、衰退していく可能性が高いと推察される。

(5) 落葉広葉樹であるトウカエデ、オオシマザクラを主に構成する樹林では、高木層の発達が十分でなく、林冠部の占有状況、樹冠部の閉塞状況も不十分であり、生長量はアラカシ、コジイと比較するとトウカエデでは1/2以下、オオシマザクラでは1/3以下であった。樹冠部の閉塞が不十分であることにより、残存木の本数は常緑広葉樹を主とする他の調査区よりも多かった。

以上のことから、当該調査地の緩衝緑地の樹林構造としてアラカシ、コジイが優占する樹林へと移行していくものと考えられる。アスペクト比と材積指数を指標とすることで、樹林を構成する樹木の生長動態を把握することが可能となることが示唆された。今後、継続したモニタリング調査を実施することにより、樹林の生長と変化の動態予測が可能になると考えられる。

引用文献

- 1) 中村彰宏・森本幸裕・水谷康子・安井祥二・中井和成 (2002) : 多様性増加のための施工後30年経過した万博記念公園人工照葉樹林の管理手法 : 日本緑化工学会誌 28(1), 283-285
- 2) 塩田麻衣子・中村彰宏・安井祥二・平田清・森本幸裕 (2003) : 万博記念公園の植生管理における間伐強度の違いが実生の種多様性に及ぼす影響 : 日本緑化工学会誌 29(1), 289-292
- 3) 藤間照子・藤原一論 (1998) 市街地公園内二次林の復元過程の研究 : 第12回環境情報科学論文集 143-148
- 4) 中島 敦司・養父志乃夫・山田宏行・駒走裕之 (1998) : 湾岸工場地での「エコロジー緑化」植栽地における施工18年目の林分構造 : ランドスケープ研究 5-41(5) 5-3055-310
- 5) 目黒伸一 (2000) : 環境保全林における生育環境と樹木の生育挙動 : 生態環境研究 7(1), 73-80
- 6) 目黒伸一 (2003) : 環境保全林における林分生長特性 : 春夏秋冬 29, 1-8
- 7) クラウス・マテック (2004) : 樹木の力学 Tree Mechanics : 有限会社青空計画研究所, 131pp.
- 8) 宮脇 昭編 (1984) : 日本植生誌—近畿— : 至文堂 5-396pp.
- 9) 塩田麻衣子・中村彰宏・松江那津子 (2004) 植生管理を行った都市内の人工照葉樹林と都市近郊二次林における木本実生の種多様性 : 日本緑化工学会誌 30(1), 116-120
- 10) 長尾忠泰・原田洋 (1998) : 間伐が環境保全林の構造に及ぼす影響 : 日林学術論 109, 255-258
- 11) 小平哲夫 (1995) : 溌埋立地の環境保全林における目標植生の成立 : 日本林学会誌 77(1), 20-27

第6章 緩衝緑地の樹林構造の評価

緩衝緑地の整備においては、短期間に大規模な緑地の整備を行うため、施工時において「パターン植栽」という特有な植栽手法を用いて100 m²あたり35～75本の高密度な植栽が施された。このパターン植栽の方法が適用された理由として、産業公害の防止に対して早期の効果発現を図るため、モジュール化したパターンの組み合わせにより、大規模な樹林を早期整備させることにあった。そして、緩衝緑地による将来的な樹林の構成として考えられたのが、「多種多層林」出会った。既に、パターン植栽の手法により整備された緩衝緑地は、初期に整備された緑地も30年以上が経過しているが、その実態を検証するため、本資料においては、兵庫県姫路市の緩衝緑地である浜手緑地の中島地区を事例に、現地にて樹木調査を行った。

この結果を基に、第4章では、当初の植栽密度の違いにかかわらず、現存樹木数は100 m²あたり20本以下となり、低木層は消失し、設計当初に想定していた高木層・亜高木層・低木層からなる階層構成は成立していないことを明らかにした。また、樹高階と胸高直径階の分布から調査地区の樹林タイプを三つに区分することができた。

次に、第5章において、樹木調査の結果に基づき、樹高(H)と胸高直径(D)のデータより、アスペクト比と材積指数を算出し、緩衝緑地を構成する樹木の生長動態について、検証を試みた。この結果、当地域の潜在自然植生を構成するアラカシ、コジイの生長量が顕著に見られ、樹冠部の閉塞に伴い、亜高木層にある樹種を被圧している状況について考察した。

本章では、前章までの調査分析を踏まえ、兵庫県姫路市の中島地区を事例として、形成された緩衝緑地の樹林について、現存する樹木と相対照度、天空率、土壤環境要因との関係について検討するとともに、鬱閉度、多様度、活力度の指標を用いて現況の樹林の生育環境特性について評価を試みた。

1. 調査の方法

調査対象地は、旧公害防止事業団（現環境保全再生

機構）が姫路地区共同福利施設建設譲渡事業の第Ⅱ期事業として整備した緩衝緑地の中島地区である。以下の方法で、緑地内の相対照度計測、土壤調査、活力度調査を行った。調査は、2004年8月21日から24日の4日間で行った。

1) 各調査区における相対照度と天空率を計測した。相対照度は8月26日の晴天時に株式会社カスタム製デジタル照度計LX-1332により各調査区画の中心付近と、遮蔽物のない全天を同時に地表から1.0m上部において5回反復測定して相対値を算出し、その平均値を相対照度とした。天空率は、調査地中心から鉛直上部の樹冠の様子を魚眼レンズ（SIGMA 15mm F2.8 FISHEYE）により撮影し、写真解析ソフト（Canopon2）を用いて空隙率（空の見える割合）を算出し、天空率とした。天空率の算出データを（参考資料-3）に示す。

2) 深さ約30cmの土壤断面調査を調査区画ごとに1箇所行った。土性、土色、根系の発達、土壤硬度などから、土壤層位を判定した。土壤硬度は、山中式土壤硬度計により地表から5cmごとに測定した。また、同一調査地点のA層から土壤サンプルを採取し、腐植含有量、三相分布、pH(H₂O)を測定した。土壤断面調査によるデータを（参考資料-2）に示す。

3) 科学技術庁資源調査会¹⁾の活力指標の判定を同一人が行い、生育状態の指標とした。活力指標は、樹勢、樹形、枝の伸長量、梢端の枯損、枝葉の密度、葉の形状、葉の大きさ、葉の色、ネクロシスの9項目について、それぞれ良好1～瀕死状態4の4段階に区分し、目視で判定し、各個体について9項目の平均値を求めた。

2. 調査の結果

各調査区における樹木調査、下層植生調査の結果を表6-1に、相対照度、天空率、土壤調査の結果を表6-2に示す。以下に、相対照度、土壤環境因子と樹林構造との関係について検討結果を記す。

2.1 相対照度・天空率

表6-2より、相対照度についてはパターンXとそれごとと比較すると高い数値を示した。これはパターン

表6-1 樹木・植生調査結果

パターン	現存 本数	植被率 (%)		優占樹種		種数	
		高木	亜高木	優占種	次優占種	木本	草本
M	15.3	31.7	38.3	クスノキ	マテバシイ	11.7	4.7
O	19.0	90.0	40.0	シイノキ	タブノキ	8.3	3.0
P	17.7	90.0	11.7	アラカシ	ヤマモモ	12.0	3.5
S	18.7	90.0	20.0	アラカシ	モッコク	13.7	3.7
X	20.7	46.7	50.0	トウカエデ	オオシマザクラ	15.3	8.7

表6-2 相対照度・天空率・土壌調査の特性

区分	調査区	相対照度 (%)	天空率 (%)	土壌A層深度 (cm)	土壌硬度 (mm)		腐植含有量 (g/kg)	三相分布 (v/v%)			pH
					表層 (0mm)	平均 (0-30mm)		気相	液相	固相	
M	M1	1.2	18.0	4.0	14.2	14.1	128.0	22.5	23.3	54.2	6.6
	M2	1.5	17.6	5.0	7.0	14.2	92.8	42.6	25.3	32.1	6.9
	M3	1.7	14.4	8.0	15.3	15.0	50.0	21.4	24.2	54.4	6.0
	平均	1.5	16.7	5.7	12.2	14.4	90.3	28.8	24.3	46.9	6.5
O	O1	2.2	23.0	5.0	9.7	15.6	97.7	30.8	21.8	47.4	6.3
	O2	1.4	24.4	5.0	17.5	18.6	75.8	23.9	31.8	44.3	6.3
	O3	1.6	14.3	5.0	12.3	15.7	117.0	31.4	26.9	41.7	6.4
	平均	1.7	20.6	5.0	13.2	16.6	96.8	28.7	26.8	44.5	6.3
P	P1	1.2	25.2	5.0	8.7	12.0	155.0	46.8	25.4	27.8	6.6
	P2	1.1	20.8	7.0	11.2	17.5	44.5	50.2	18.1	31.7	6.0
	P3	1.2	19.0	8.0	12.5	14.9	62.9	31.6	22.6	45.8	6.2
	平均	1.2	21.7	6.7	10.8	14.8	87.5	42.9	22.0	35.1	6.3
S	S1	1.4	19.4	10.0	12.2	14.0	61.2	60.3	12.0	27.7	5.9
	S2	1.7	24.5	5.0	13.8	15.0	33.4	33.3	19.9	46.8	5.7
	S3	2.3	19.8	10.0	11.3	12.7	102.8	45.2	18.2	36.6	5.3
	平均	1.8	21.2	8.3	12.4	13.9	65.8	46.3	16.7	37.0	5.6
X	X1	3.2	20.8	5.0	11.5	13.1	19.0	27.9	23.7	48.4	6.5
	X2	2.9	12.5	5.0	10.8	13.9	20.9	28.3	25.3	46.4	6.6
	X3	6.7	18.0	5.0	16.5	20.1	36.6	31.0	22.8	46.2	6.4
	平均	4.3	17.1	5.0	12.9	15.7	25.5	29.1	23.9	47.0	6.5

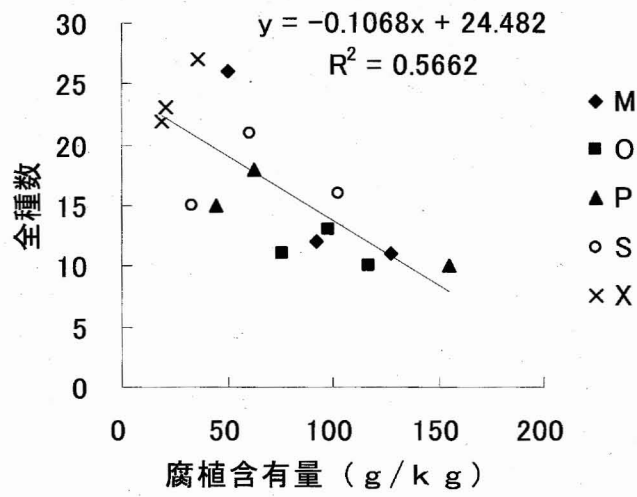
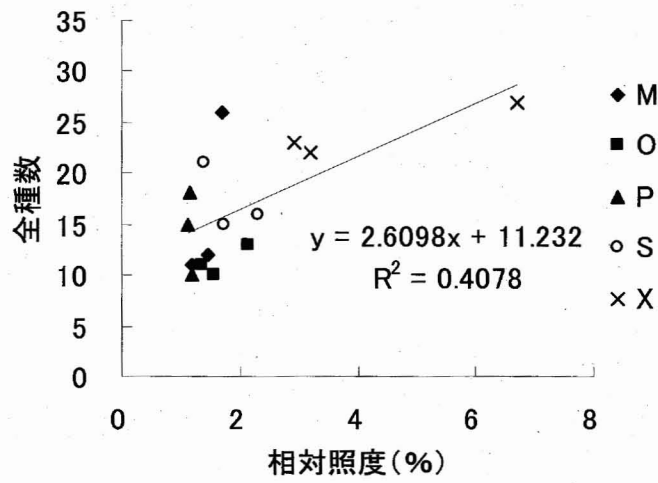


図 6-1 相対照度・腐植含有量と種数との関係

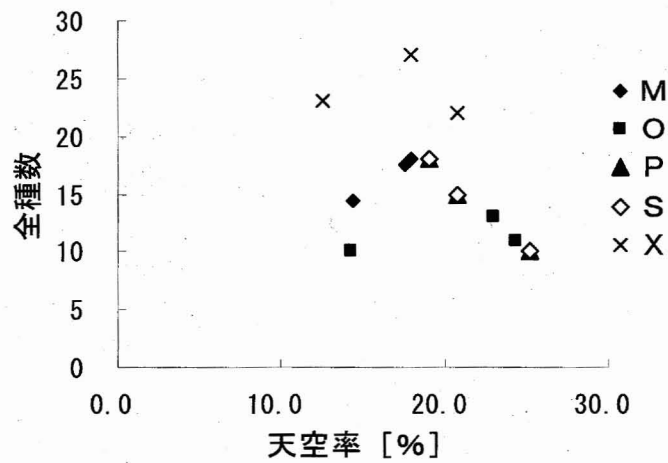


図 6-2 天空率と種数との関係

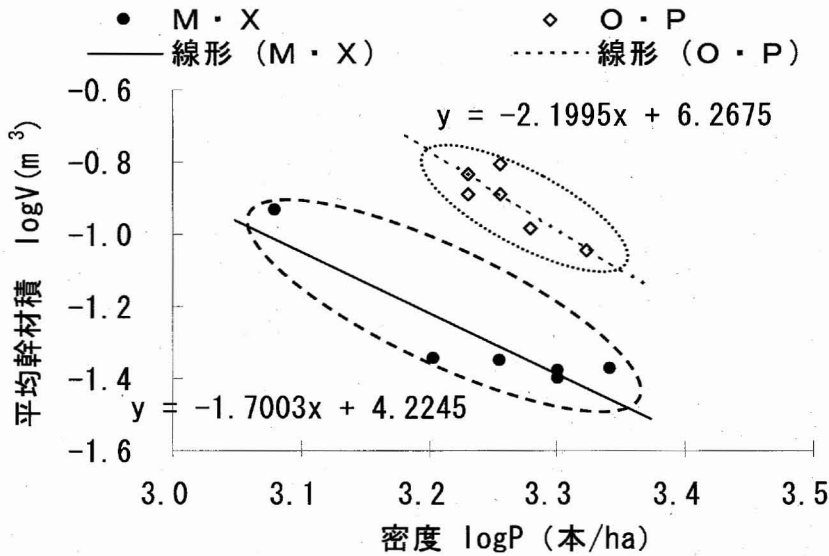


図 6-3 密度と平均幹材積

表 6-3 logP-logv分布の相関と α 値

パターン	相関係数	近似式	α 値
M・X	-0.90058	$y = -1.7003x + 4.2245$	1.7
O・P	-0.85304	$y = -2.1995x + 6.2675$	2.2

以外のパターンとの間に相違が見られ、パターンXでは2.9~6.7%と他のパターンが1.2~2.3%の間にあるXでは高木層を落葉広葉樹のオオシマザクラ・トウカエデが優占していることにより、他の樹林に比較して明るい林床環境が形成されていることによるものと考えられる。次に天空率についてみると、パターン毎の顕著な差異は認められず、12~25%の間にあった。

相対照度と樹林の生育状況との関連について見ると、図6-1に示すとおり相対照度と調査区における樹木・下層植生を含む全種数との間に正の相関が認められた。(P<0.01) このことは、パターンXのように相対照度が高い樹林ほど、樹林構成として多様な種の樹林が形成されるとともに、下層植生が発達し、種数が多様化していることを示している。

天空率については、図6-2に示すとおり今回の計測結果から有意な相関は認められなかった。これは、相対

照度が調査区内5地点での計測値を平均したのに対して、天空率の計測は各調査区の中央部1箇所に限定したことにより、林内の天空率値に適正に反映されていない可能性がある。天空率を用いた樹林構造の評価については今後の課題としたい。

2.2 土壤環境因子と樹林の生育状況

2.2.1 土壤環境の現況

(1) 土壤硬度

山中式土壤硬度計の計測値から、土壤硬度について、いずれのパターンにおいても表層0cmの地点において調査区M-2、O-1等の一部の調査区では硬度11mm以下となっており、建設省土木研究所²⁾の土壤硬度判定指標によると、「膨軟すぎ」の箇所であった。その他の深度では、いずれの調査区においても硬度に特に顕著な差異は認められず、0-30cmの平均値で見ると12~

20mmの範囲にあり、上記の判定指標によれば、「柔らか」であり、樹木の生育上の阻害要因とはなっていないと考えられる。寺島ら³⁾によると、踏圧による影響は表層から10cmの範囲が顕著にみられるとの報告がなされており、今回の調査結果から踏圧による影響は認められず、現況林内への立ち入り利用はほとんどないものと推察される。

(2) 腐植含有量

表6-2より、A層深度については、4~10cmの範囲にあり、全地区平均では6.1cmであった。パターンにより比較すると、パターンSが平均8.3cmで他のパターンよりも高い数値を示した。A層について腐植含有量を調査したところ、パターンXと他のパターンとの間で相違が見られ、パターンXが平均25.5g/kgであったのに対して、他のパターンでは平均65.8~96.8g/kgであった。日本造園学会のマニュアル⁴⁾によれば、「火山灰土」で50g/kg以上あることとされており、調査対象地は、マサ土であり、マニュアルには基準値が規定されていないが、一般に造成客土に用いられるマサ土の腐植含有量は火山灰土よりも少ないと考えられ、パターンX以外の調査区では、A層が腐植に富んでいることを示していると言えよう。

パターンXの腐植含有量が低かった理由としては、常緑樹が優占する他の調査区に比較して、落葉の堆積量が少なかったことが主な要因と考えられる。仮に落葉の系外への流出がなく、調査区内での分解により落葉の堆積量が少なくなったのであれば、未分解有機物が土壌のA層に蓄積し、腐植含有量も増大するはずであるが、常緑樹が優占する他の調査区と比較して腐植含有量は低くなっている。したがって、落葉の堆積量が少ないのは系内での分解のためではなく、系外への流出によりその場に堆積しなかったためと考えられる。

(3) 三相分布

表6-2より、三相分布については、気相率が21.4~60.3%、液相率が12.0~31.8%、固相率が27.7~54.4%であった。固相率については、前掲のマニュアル⁴⁾によれば、鉾質土壌の場合は50%以下が望ましいとされており、調査区M-1で54.2%を示したが、その他の調査区点では、50%以下であり、樹木の生育基盤として良好と言える。

(4) pH

pHは、5.3~6.9と弱酸性を示し、樹木の生育基盤として良好と言える。

2.2.2 土壤環境因子との相関

次に、土壤環境因子と樹木の生育状況との相関についてみると、図6-1に示すとおり腐植含有量については、全種数 ($P < 0.01$) との間に負の相関が見られた。森林の種数について、木元ら⁵⁾によると肥沃な土壌ではむしろ低く、種数の多い森林は土壤養分(リンとカリ)が少し乏しいところに成立していることが報告されており、下層植生も含めた種数と腐植含有量との関係については、概ねこの傾向に合致していると言えよう。また、落葉の堆積が下層植生における草本類発達の阻害要因となっていることも推察される。土壤A層深度、土壤硬度、pHについては樹林構造との間に特に有意な相関はみられなかった。

今回の調査結果からは、相対照度、土壤環境因子(表層から30cmまで)の因子が、現在の樹林構造の相違を大きく規定する要因として特定することは困難であった。現在の樹林構造については、パターン植栽の樹種構成における陰樹と陽樹の構成の違い、常緑樹が主体の樹林における落葉樹の混交の度合いによって左右されている可能性が高いことが示唆された。なお、今回の土壤調査では表層から30cmまでにとどまっておき、今後さらに下層のれき質層までを含めた調査解析を行う必要があると考えられる。

3. 樹林の評価

樹木調査の結果と樹林構造と相対照度、土壤環境因子との関係についての分析結果を踏まえ、植栽施工から約30年が経過した中島地区の現在の樹木の生育環境を樹林の鬱閉度、種の多様度、活力度等の指標により、定量的に評価した。

3.1 鬱閉度

各調査区の樹木間の競争状態を推測するため、平均幹材積(V)と植栽密度(P)の関係を検討した。平均幹材

表6-4 天然林における種多様度の気候帯による差異

緯度・標高	調査地	β	H [^]
暖温帯 (鹿児島県)	タブ林	10.42	3.77
冷温帯 (苗場山) (奥日光) (本州中部各)	ブナ林	2.80	—
	ブナ林	2.36	1.71
	カラマツ林	2.09	1.27
冷温帯～亜高山帯 (奥日光) (石狩川)	シラビソ林, オオシラビソ林	1.60	0.72
	トドマツ-エゾマツ林	1.98	1.26

伊藤秀三[®]より作成

表6-5 樹木の多様度変化

パターン	調査区	樹木				下層植生			
		個体数	種数	β	H [^]	個体数	種数	β	H [^]
M	M-1	13	2	1.86	0.89	14	3	2.60	1.38
	M-2	17	2	2.06	0.98	17	6	4.12	2.16
	M-3	18	3	2.19	1.19	207	9	2.01	1.58
	平均	16.0	2.3	2.04	1.02	79.3	6.0	2.91	1.71
O	O-1	20	2	1.11	0.29	29	4	1.97	1.27
	O-2	20	2	1.92	0.93	20	6	4.13	2.16
	O-3	21	2	2.10	1.00	26	4	2.36	1.46
	平均	20.3	2.0	1.71	0.74	25.0	4.7	2.82	1.63
P	P-1	20	3	1.74	1.05	97	3	1.62	0.87
	P-2	19	4	1.82	1.19	62	6	1.90	1.39
	P-3	17	3	2.09	1.17	53	10	3.79	2.41
	平均	18.7	3.3	1.88	1.14	70.7	6.3	2.44	1.56
S	S-1	27	3	2.39	1.36	81	10	6.07	2.80
	S-2	21	3	2.31	1.32	51	4	1.28	0.71
	S-3	17	4	2.23	1.38	130	7	1.23	0.67
	平均	21.7	3.3	2.31	1.35	87.3	7.0	2.86	1.39
X	X-1	28	4	5.04	2.33	283	14	4.57	2.53
	X-2	20	4	4.63	1.99	311	10	5.27	2.66
	X-3	24	4	4.52	1.99	76	14	8.10	3.22
	平均	24.0	4.0	4.73	2.10	223.3	12.7	5.98	2.80

※ β , H[^] はいずれも各測定値の平均値

表6-6 各調査区における主要樹種の活力度

パターン	樹種 (学名)	活力度
M	カナメモチ (<i>Photinia glabra</i>)	2.11
	クスノキ (<i>Cinnamomum camphora</i>)	2.45
	マテバシイ (<i>Pasania edulis</i>)	2.01
O	シイノキ (<i>Castanopsis cuspidate</i>)	2.23
	タブ (<i>Machilus thunbergi</i>)	2.31
	アラカシ (<i>Quercus glauca</i>)	2.20
P	エノキ (<i>Celtis sinensis</i> var. <i>japonica</i>)	2.75
	カナメモチ (<i>Photinia glabra</i>)	2.22
	ヤマモモ (<i>Myrica rubra</i>)	2.34
	アラカシ (<i>Quercus glauca</i>)	2.02
S	ナンキンハゼ (<i>Triadica sebifera</i>)	2.65
	ネムノキ (<i>Albizia julibrissin</i>)	2.67
	モッコク (<i>Ternstroemia gymnanthera</i>)	2.27
X	オオシマザクラ (<i>Prunus lannesiana</i>)	2.31
	トウカエデ (<i>Acer buergerianum</i>)	2.12

積 (調査区内の立木の幹材積合計を立木本数で割ったもの) は、調査区毎に測定した樹木の胸高直径と樹高から立木幹材積表⁷⁾より幹材積を算出し求めた。平均幹材積と密度の関係は以下の式で求められる⁵⁾。

$$v P^\alpha = k (\alpha \cdot K) \text{は定数} \quad \dots(1)$$

$$\log v = -\alpha \log P + K \quad \dots(2)$$

上記の式は、林冠が鬱閉した状況の樹林に用いられ、樹林の生育状態が高密度なときは、競争密度指数 (α) は、ほぼ1.5 (最多密度) を示し樹林内の競争度合いが高いことを表す。逆に、樹林の生育状態が低密度であるとき、 α 値は1に近づき、競争度合いが低いことを表す。また、依田⁸⁾によると、陰樹では α 値は1.5を超えることがあるとしている。

上記の(1)式を(2)式に変換し、各調査区の ($\log P$, $\log v$) を求め図6-3のようにプロットしたところ、樹林構造の似通ったパターンM, X (亜高木層が多く、高木層は少ない樹林) 及びパターンO, P (高木層が優占している樹林) の二つのグループに区分され、表6-3に示す近似式 ($P < 5.0\%$ で有意) を得た。また、その傾きから α 値を求めた。この結果、パターンM, Xでは、表6-2に示すとおり高木層と亜高木層の植被率がそれぞれ30~50%の範囲で成立している。

一方、パターンO, Pの樹林構造は、高木層にある樹種が優占することによって、亜高木層を被圧し

ている状態であり、高木層の植被率が90.0%を占めるのに対して、亜高木層の植被率が10~40%と低くなっていた。いずれのパターンも、現状は樹林の鬱閉の度合いは高い状態にあり、 α 値からは、パターンOとPはパターンMとXよりも鬱閉度合いはより高い状態にある。

3.2 種の多様度

各調査区の種多様性を検証するため、伊藤ら⁵⁾が望ましいとしているsimpsonの β , shannonの H' を用いて、現況の樹林の多様度を評価した。なお下層植生については、樹木の種数とは別に解析を行った。岡村ら⁹⁾は、名古屋市南部の都市公園における種の多様度 ($1/\lambda = \beta$) として1.7~10.0となることを報告している。

同じく岩本ら¹⁰⁾は、北九州近郊の里山林において種の多様度 ($1/\lambda$) として40年生樹林において6.23~9.15となることを報告している。一方、伊藤⁵⁾によれば、わが国の緯度・標高の異なる気候帯に属する樹林の β , H' を表6-4のように示している。

各パターンの高木・亜高木・低木における現況の多様度の平均は、表6-5のようになりパターンXが $\beta : 4.73$ ($H' : 2.10$) と調査区の中で最も高く、次いでパターンSが同じく $\beta : 2.31$ ($H' : 1.35$) であった。パターンM・Pは $\beta \cdot H'$ の順位が異なるが、それぞれ $\beta : 2.04, 1.88$ ($H' : 1.02, 1.14$)

とパターンS・Xよりも低い結果となり、パターンOは $\beta:1.71$ ($H^{\sim}:0.74$)であり、調査区中では最低値であった。現況の多様度は表6-4における冷温帯の自然林と同程度の多様性で、暖温帯のタブ林の1/5程度であった。また、岩本らの調査結果と比較すると里山林の1/3程度であった。調査対象地の樹林内では、施工後30年間枯死木の伐採の他は、間伐は行われておらず、樹種間の遷移に委ねられたものの、現状の多様度は里山林や都市公園内の現存二次林などの多様度と比較しても低い値を示した。

一方、下層植生の多様度はパターンXが、最も高く $\beta:5.98$ ($H^{\sim}:2.80$)、次いでパターンMが $\beta:2.91$ ($H^{\sim}:1.71$)、パターンO・P・Sではそれぞれ $\beta:2.82, 2.44, 2.86$ ($H^{\sim}:1.63, 1.56, 1.39$)であった。相対照度、土壌調査の結果を勘案すると、パターンXと他のパターンとの相異は、落葉樹の混交と優占度の相異によって生じているものと考えられる。

3.3 活力度

1.0 \leq 活力度 <2.0 であれば良好で、2.0 \leq 活力度 ≤ 4.0 であると何らかの問題があるとされている¹⁾。

表6-6から各パターンのいずれの樹種も評価が2.0上であり、活力度が良好とは言えない。樹種別に見てみると、クスノキ(2.45)、エノキ(2.75)、ナンキンハゼ(2.65)、ネムノキ(2.67)等の陽樹の性質を有する樹種の評価が、アラカシ(2.02~2.20)、カナメモチ(2.12)等の陰樹の性質を有する樹種と比較して低い結果となった。これらのことから、中島地区では施工後約30年が経過し、現況は陽樹が陰樹に被圧されて、陽樹が後退し陰樹の優占する樹林へと移行しつつあるものと考えられる。

まとめ

パターン植栽を用いて施工され、約30年が経過した中島地区の緩衝緑地を形成している現在の樹林構造について、相対照度、土壤環境との関係について分析した結果、相対照度と種数の間には正の相関、腐植含有量と種数の間に負の相関が認められた。また、現在の樹林の生育環境を鬱閉度、多様度、活力度により評価した結果、以下の知見を得た。

(1)樹林の鬱閉状態について、競争密度指数(α)を用いて評価したところ、パターンM、Xと、パターンO、Pの二つのグループに区分された。いずれも

林冠が閉じた過密な状態を呈し、特に後者では高木層に特定の常緑広葉樹が優占し、亜高木層が被圧された林内環境を呈していた。

(2)種の多様度について、樹木、下層植生ともパターンXが他のパターンよりも高い数値を示し、落葉樹が混交し、優占することにより、多様度指数を高めていることが示唆された。

(3)樹木の活力度について、いずれの調査区も活力度は2以上を示し、良好とは言えない生育状態であり、陰樹よりも陽樹において活力度は劣っていた。

緩衝緑地を整備するための独自の手法として用いられた「パターン植栽」について、中島地区では施工後間伐などの人為的管理は行われず、樹木の成長に委ねられたまま施工後約30年近くが経過し、今日では樹林の林冠部が閉塞し、樹木の生育状態も良好とは言えない状況にある。

今後とも都市の基盤を支える緑地帯として樹林を保全・維持していくためには、間伐・枝打ちなどのより積極的な管理行為による樹林の鬱閉状態の改善が課題と考えられる。

引用文献

- 1) 科学技術庁資源調査会(1972) 樹木活力指標の評価基準
- 2) 建設省土木研究所(1995) 植栽造成基盤技術に関する共同研究報告書, 42
- 3) 寺島悦子, 藤井英二郎, 三島孔明(2002) ケヤキ幼齢木の生長に及ぼす踏圧の影響に関する実験的研究, ランドスケープ研究, 65(5): 479-482
- 4) 日本造園学会(2000) 緑化事業における植栽基盤整備マニュアル
- 5) 木元新作・武田博清(1989) 群集生態学入門, 共立出版, 198pp
- 6) 伊藤秀三(1977) 群落の組織と構造・植物生態学講座2, 朝倉書店, 332pp
- 7) 林野庁計画課編(1970) 立木幹材積表 西日本編, 日本林業調査会, 319pp
- 8) 依田恭二(1979) 森林の生態学, 築地書店, 331pp
- 9) 岡村譲, 佐藤篤美, 林進(1999) 名古屋市南部の都市公園・緑地の樹種の多様性に関する研究, ランドスケープ研究, 62(5), 613-616
- 10) 岩本辰一郎, 重松敏則, 朝廣和夫(2003) 北九州近郊における里山林の伐採年代と樹林構造に関する基礎的研究, ランドスケープ研究, 66(5): 543-546

終章 結果と今後の課題

1. 結果

本研究は、わが国が高度経済成長を遂げていた1960年代に激化しつつあった産業公害の防止を事業目的として、京浜、中京、阪神等の工業地域において住宅地と工場地帯を土地利用上明確に区分するための緩衝帯となる緩衝緑地の整備をほぼ一元的に担ってきた共同福祉施設建設譲渡事業(以下「緩衝緑地整備事業」という。)を対象として、計画的な市街地形成と生活環境の保全に果たした事業制度の意義と特徴を整理し、緑地の整備による事業効果について、わが国で制度創設時から計画的に整備が進められ、大規模な緑地として整備された兵庫県姫路市の緩衝緑地を事例として、経済価値分析を試みた。次いで、兵庫県姫路市の中で比較的早期に整備された中島地区を対象として実地に樹木調査を行い、整備後30年余が経過した樹林構造の実態と特性の評価を行い、当初意図されていたような緑地が形成されているかどうかについて検証した。これらの検討を通じて、本研究資料は今後の自然と共生し、持続的発展可能な都市環境形成を図るための緑地計画の作成、整備された緑地の適切な保全・管理等のための基礎的資料を得ることを意図したものである。

序章では、産業公害の防止を目的に制度化された緩衝緑地整備事業が成立した社会的背景を整理し、その後の事業の発展過程を概述した。この中で、昭和60年代には自動車排出ガス等の移動発生源等から顕在化した大気汚染防止対策や昭和80年代の産業廃棄物処分場の逼迫と周辺環境対策等その時々々の環境政策上の必要性に対応して緩衝緑地整備が多様化していったことを明らかにし、本研究の位置づけの整理を行った。

第1章では、戦後の高度経済成長期において発生した産業公害を防止するため、住宅・市街地と工場地域との間に設置された緩衝緑地整備事業(共同福祉施設建設譲渡事業)を対象として、緑地整備における意義と役割について制度面から検証した。本章では、事業創設の社会背景として産業公害が激化する中で、住・工分離を意図した事業制度の特性を整理した。緩衝緑地整備事業は公害防止計画に位置づけられた公害対策事業として、同計画に基づく緩衝緑地をほぼ一元的に担ってきたことが事業実績より裏付けられた。このような緑地のストック形成を可能とした事業制度が「建設譲渡事業」という事業団による独自の整備手法であった。事

業効果の早期発現について検討するため、事業期間を同等規模の都市公園事業と対比した結果から、平均事業期間は5年未満で都市公園事業の約1/3で竣工していることが明らかとなった。

第2章では、緩衝緑地整備事業における財政支援措置によって地方財政負担の軽減がどのように図られたかについて、都市公園事業との比較により理論値と実績値の両面から定量的に検証した。この結果、緩衝緑地整備事業では、都市公園補助事業と比較して、事業費における地方公共団体の財政負担比率(地方負担率)は理論値、実績値とも1/2以下であり、建設段階における自己資金の比率(自己資金率)では実績値が1/5~1/3に軽減されており、理論値以上に軽減されていたことが明らかとなった。これにより、当該事業における財政支援措置は、地方公共団体にとっては初期の財政負担をほとんど伴わずに、早期の緑地が整備されることとともに、地方の財政負担軽減にとって有効に作用したことが示唆された。

第3章では、前章までの検証を踏まえ、主として事業効果の側面から整備された緩衝緑地整備事業の中で最も投資規模の大きい姫路地区を事例として、コンジョイント分析による確率効用モデルを設定して費用便益分析を行った。この結果、総便益に占める間接利用価値の割合が7割を占め、かつ地区全体での費用便益比が2.53となり、投資以上の事業効果の発現が明らかとなった。間接利用価値のうちでも緩衝緑地の事業目的である産業公害の防止・生活環境保全に資する価値として、「大気の浄化、騒音振動の緩和、火災延焼の防止等」の便益比についてみると、全地区で1.61となっており、投資に見合う事業効果を発現していたことが明らかとなった。これにより、本研究で使用した効用関数を用いる方法により、環境保全を目的とする緑地の持つ環境保全効果について定量的に経済価値を評価・分析することへの応用可能性が示唆された。

第4章では、緩衝緑地整備事業における緩衝緑地の樹林形成に適用された「パターン植栽」の手法に着目し、植栽施工後約30年が経過した現況の樹林構造の実態を分析し、緩衝緑地形成におけるパターン植栽手法の効果を検証した。第3章で検討した兵庫県姫路市の緩衝緑地内の中島地区を対象として樹木調査を行った結果、植栽時における密度の違いによる現存樹木数の相違は見られず、100㎡当り15~20本が残存していた。

また、「パターン植栽」により、設計当初に想定されていたような高木層、亜高木層、低木層より成る階層

構造の樹林は形成されておらず、現況の樹林構造はパターンを構成する現存樹木の樹高と胸高直径階から三つのタイプに区分された。これは、高木層を形成する樹種の樹冠部の閉塞状況と樹冠下への被圧状況、落葉広葉樹の混在による受光条件の相違等によって生じたものと推察された。

第5章では、第4章に引き続き、兵庫県姫路市の中島地区を対象に、樹高と胸高直径の計測データに基づき、植栽後約30年が経過した樹林の生育特性について材積指数とアスペクト比を指標として検討した。調査の結果、アラカシ、コジイの生長が顕著であり、林冠部を占有していた。亜高木層では、高木層との組み合わせから生長状況に変化が見られた。タブノキではアスペクト比が100を上回る比率が高く、材積指数は10,000cm³以下で衰退傾向が認められるのに対して、ヤマモモではアスペクト比が50前後、材積指数は大半が200,000cm³以上に分布し、生育は良好と判断された。アスペクト比と材積指数を指標とすることで、樹林の生長動態の把握が可能となり、今後は潜在自然植生構成種であるアラカシとコジイの優占する樹林へと移行していくことが示唆された。

第6章では、第4章における樹林構造の実態、第5章における樹木の生長動態を踏まえ、樹木調査の結果に基づき、天空率、相対照度、土壤肥力要因との関係について分析を行うとともに、現在の樹林の生育状況を鬱閉度、多様度、活力度の指標を用いて定量的に評価した。この結果、相対照度と種数、腐植含有量と種数の間に強い相関が見られた。また、全体として樹林の鬱閉度は高く、活力度は低いことが確認できた。さらに、多様度は落葉樹が混交し、優占することにより指数が高くなることが示唆された。緩衝緑地を整備するための独自の手法として用いられた「パターン植栽」によって整備された樹林について、調査を行った中島地区では施工後間伐などの人為的管理は行われておらず、樹木の成長に委ねられたまま施工後約30年近くが経過し、今日では樹林の林冠部が閉塞し、樹木の生育状態も決して良好とは言えない状況にあることがこれらの評価指標から裏付けられた。

2. 今後の課題

今後、整備された緩衝緑地のストックを将来に向けて継承し、適切に緑地の保全と管理を進めていくためには、以下のような課題を有している。

(1) モニタリング調査の継続

第4章から第6章にかけて、植栽後約30年が経過した兵庫県姫路市の緩衝緑地を事例として、緩衝緑地の植栽に適用されたパターン植栽の技法に着目し、当初意図していたような階層構造より成る樹林帯が形成されているかどうかについて、実地調査により検証したところ、植栽後に間伐等の人為的な関与の強い維持管理はなされぬままに年数が推移し、当初想定していたような高木層、亜高木層、低木層より成る階層構造の樹林帯は形成されていなかった。また、当地の潜在自然植栽構成種と考えられるコジイやアラカシ等の生育が良好である一方、クスノキやオオシマザクラ等の樹木の生育は良好とは言えない状況にあり、その生長動態を材積指数で評価したところ、前者に対して後者は3~6割程度にとどまり、生長量に大きな差異が見られた。また、低木層は、樹冠部の鬱閉によりほとんど形成されていない状況であった。今後、定期的なモニタリング調査を継続させることにより、樹林を構成する樹木の生長動向をより正確に把握し、緑地の保全と管理のための基礎データをさらに蓄積させる必要があると考えられる。

(2) 緑地資産としての継承

事業団が、これまで整備してきた緩衝緑地等の環境保全型緑地のストックは、1,100ha以上に及ぶ。初期に整備された緩衝緑地は緑地として整備されて以来既に30年以上が経過している。これら初期に整備された緑地では、当初植栽した樹木も高木層として樹冠部が閉塞し、植栽した樹種も大半が常緑広葉樹を主体としているため、現在は樹林内は暗く鬱蒼とした森を形成し、樹木相互も過密状況の中で相互に生育を牽制し合っている状況が顕在化しつつある。

緩衝緑地は、住宅地と工場地帯を明確に土地利用として分離を図る緩衝帯として成立し、緑地帯(グリーンベルト)としての実体を伴いながら、産業公害の防止に寄与するとともに、都市の計画的で健全な市街地の形成、良好な生活環境の保全に主要な役割を果たしてきた。今後、整備された緑地のストックを資産として将来にわたり継承していくためには、これらの緑地をそのまま放置するのではなく、将来の森の姿をいかなる形に導くかについて、管理者としての行政が中心となり、住民や企業が協働で樹林のあるべき管理目標を構想し、その実現に向けたマネジメント・プログラムを専門家も交えて、早急に作成するとともに、このプログラムに基づき行政と市民・専門家等が適切なパートナーシップの下で計画的に実践していくことが望ましいと

考えられる。

(3) 自然の再生等都市における緑地の再評価

2002年12月には、「自然再生推進法」が成立した。この法律は、自然再生を総合的に推進し、生物多様性の確保を通じて自然と共生する社会の実現を図り、あわせて地球環境の保全に寄与することを目的として、「自然再生事業」をNPOや専門家を始めとする地域の多様な主体の参画と創意により、地域主導で進める新たな事業として位置づけ、その基本理念、具体の手順を明らかにするものである。

ここに「自然再生」とは、同法に規定する定義によると「過去に損なわれた自然環境を取り戻すため、関係行政機関、関係地方公共団体、地域住民、NPO、専門家等の地域の多様な主体が参加して、自然環境の保全、再生、創出等を行うこと」とされている。

国土交通省では、同法の制定の動きと前後して、大都市圏等における自然的環境の再生を図るため、2003年度より「自然再生緑地整備事業」を創設している。この事業は、大都市圏等における埋立て造成地や工場等からの大規模な土地利用転換地などにおいて自然的環境を積極的に創出すべき地域、廃棄物の埋立て処分、投棄等により良好な自然的環境が消失し、環境の保全・再生を積極的に図るべき地域において、環境の向上に資する良好な緑地の整備により、都市部における自然再生、多様な生物の生息生育基盤の確保等を行うことにより、環境負荷の小さい快適で持続可能な都市づくり、自然と共生する魅力的な都市の実現を図ることを目的としている。

この自然再生推進法とともに、現在大都市部における都市再生の動きが、加速されている。東京湾の臨海部においては、大規模な再開発にあわせて、自然再生を図るための緑地整備の計画が今後具体化していくこととなる。また、「兵庫県21世紀の森構想」は、尼ヶ崎市の臨海部に新たに大規模な廃棄物処分場を建設するのと一体的に周辺、その跡地を緑地として保全するとともに、臨海部の再開発とあわせて、大規模な緑地を新たに整備し、大気汚染の著しい当該地域の環境保全、自然の再生を図る構想である。

今後、わが国が環境への負荷を極力少なくし、ヒートアイランド現象の緩和、地球温暖化の防止、循環型社会の形成等により持続的発展を遂げていくためには、このような大都市部の臨海部等の再整備にあわせて、大規模緑地の造成と、既存緑地や河川・水路等との有機的な連携を図りながら、緑とオープンスペースの有機的なネットワークを如何に計画的に形成していくこと

ができるかが課題である。

なお、本研究資料は、以下に示す既発表の著述や論文を元に、加筆・修正を加えて、再構成したものである。

序章：鈴木弘孝（2006）緩衝緑地整備の発展と展開，田畑貞寿・田代順孝編著，市民ランドスケープの展開，環境コミュニケーションズ発行，160-166，398pp.

第1章：鈴木弘孝（2004）緩衝緑地整備に果たした共同福利施設建設譲渡事業の意義と役割に関する研究．環境情報科学論文集No. 18，343-348

第2章：鈴木弘孝（2005）共同福利施設建設譲渡事業における財政支援措置に関する研究．環境情報科学論文集No. 19，123-126

第3章：鈴木弘孝・高橋寿夫（2004）緩衝緑地整備の事業効果分析．環境情報科学論文集，No. 18，349-354

第4章：臼井敦史・鈴木弘孝・藤崎健一郎・田代順孝（2005）緩衝緑地形成におけるパターン植栽手法の効果，環境情報科学論文集No. 19，107-112

第5章：鈴木弘孝・臼井敦史・目黒伸一（2007）植栽後約30年が経過した緩衝緑地内樹木の生長動態，環境情報科学論文集No. 21，59-64

第6章：鈴木弘孝・臼井敦史・藤崎健一郎・田代順孝（2005）姫路市内における緩衝緑地内の樹林構造の評価に関する研究，日本緑化工学会誌 31(1)，9-14

参考資料

	頁
(参考資料-1) 樹木調査結果 ^(注1)	63
(参考資料-2) 土壌調査結果 ^(注2)	104

(注1) 国土交通省からの受託調査費により、(独)建築研究所にて実施した「平成15年度大規模緑地の現況植生図等資料作成報告書」を基に編集。

(注2) 国土交通省からの受託調査費により、(独)建築研究所にて実施した「平成16年度大規模樹林構造土壌調査データ整理・解析業務報告書」を基に編集。

(参考資料-1) 樹木調査結果

樹木調査は、現地にて10m×10mの方形区を、選定した5種類の植栽パターンに対し各3区画(5パターン×3区画)計15区画設け、0.5m以上の立木に対し階層別(高木・亜高木・低木)に種名、胸高直径(高さ1.2m)を記録する毎木調査を行った。

各調査区画に存在する、0.5m以上の立木に対し階層別(高木・亜高木・低木)に種名、胸高直径、樹高を記録する毎木調査を行った。

1) 調査地：兵庫県姫路市飾磨区中島地先

2) 調査日：2004年8月21日～8月24日

①被度、群度

被度、群度は以下の Braun-Blanquet の判定基準を用い調査した。

被度・群度			
被度	判定基準	群度	判定基準
5	調査区の100%～75%を被う	5	大群生する
4	75%～50%	4	群生する・広い斑状・芝生上
3	50%～25%	3	郡をなして生育(小斑状・クッション状)
2	25%～5%	2	団状または束状に生育
1	5～1%	1	茎葉または幹が孤立しはなればなれにしょうずる
+	1%以下		
r	—(孤立して生育)		

②胸高直径

胸高直径は、地表から1.2m部位の幹周を測定し、円周率3.14で除し求めた。株立ちの場合には、それぞれに対し測定し平均値を胸高直径にした。コブがある場合には、コブではないコブの上下部分を測定し、平均した。

③樹高

樹高は、樹高計によって測定した。

④下層植生調査

下層植生に関しては、出現数がより高頻度に分布すると観察された位置に2m×2mの方形枠を設け、種名、個体数を記録した。



写真 2m×2mコドラート

階層構造	高さ(m)	被度	優占種
I 高木層	9.7~13.0	80%	クスノキ
II 亜高木層	5.6~6.4	5%	マテバシイ
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	5%	マテバ実生
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	3.3					クスノキ	
2	2.2					マテバシイ	
3		1.1				マテバシイ	
4				r		サンゴジュ実生	
5				r		マテバシイ実生	
6				r		クスノキ実生	
7				r		タブノキ実生	
8				r		イヌシデ実生	
9				r		アオギリ実生	
10				r		ヒイラギ実生	
11				r		ジャノヒデ	
12				r		アラカシ実生	
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

注1) 被度:

7段階で表す

郡度

判定基準

5

調査区の100%~75%を被う

5

大群生する

4

75%~50%

4

群生する・広い斑状・芝生上

3

50%~25%

3

郡をなして生育(小斑状・クッション状)

2

25%~5%

2

団状または束状に生育

1

5~1%

1

茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる

+

1%以下

r

—(孤立して生育)

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	513	マテバシイ	6.4	31.5	5.2
2	514	クスノキ	13.0	62.5	8.3
3	515	マテバシイ	9.7	23.5	5.0
4	516	マテバシイ	5.6	21.6	4.3
5	517	マテバシイ	10.4	42.3	5.5
6	518	クスノキ	6.2	31.5	枯れ
7	519	クスノキ	12.2	49.8	10.7
8	520	クスノキ	11.3	30.6	3.0
9	521	クスノキ	11.3	43.0	10.2
10	522	クスノキ	11.5	46.0	10.2
11	523	クスノキ	11.5	65.5	9.2
12	524	クスノキ	11.3	70.0, 56.4, 40.0	5.2
13	525	クスノキ	3.1	24.0	枯れ
14	526	クスノキ	12.9	67.4	11.8
15					
16					
17	切り株	マサキ	2		
18		クスノキ	3		
19		マテバシイ	2		
20		不明	2		
21					

調査区 M-1



調査区の概況



樹冠部の状況



天空部の状況



林床部の状況

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.3~9.0	10%	クスノキ
II 亜高木層	4.5~7.9	50%	マテバシイ
III 低木層	1.0~2.1	1%	マテバシイ
IV 草本層	~1.0	1%	マテバシイ実生
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	2.2					クスノキ	
2		3.3				マテバシイ	
3		2.2				クスノキ	
4			+			マテバシイ	
5				+		マテバ実生	
6				+		アラカシ実生	
7				r		ヤツデ実生	
8				r		サンゴジュ	
9				r		ヒイラギ	
10				r		ジャノヒゲ	
11				r		モチノキ	
12				r		ミツバアケビ	
13				r		タブ実生	
14				r		シイ実生	
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

注1) 被度:

5 7段階で表す
調査区の100%~75%を被う
4 75%~50%
3 50%~25%
2 25%~5%
1 5~1%
+ 1%以下
r -(孤立して生育)

郡度

5 判定基準
大群生する
4 群生する・広い斑状・芝生上
3 郡をなして生育(小斑状・クッション状)
2 団状または束状に生育
1 茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	495	クスノキ	9.0	32.2	6.9
2	496	クスノキ	8.3	36.0	6.0
3	497	クスノキ	8.6	32.0	6.4
4	498	マテバシイ	6.7	55.4	4.0
5	499	クスノキ	7.4	29.4	4.7
6	496-1	クスノキ	2.0	30.0	枯れ
7	500	クスノキ	8.3	45.8	7.2
8	501	マテバシイ	7.7	24.5	6.6
9	502	マテバシイ	7.6	27.2	5.8
10	503	マテバシイ	6.5	32.8	4.4
11	504	クスノキ	6.0	25.5	4.9
12	505	マテバシイ	5.6	33.5	2.8
13	506	マテバシイ	7.0	56.0	5.5
14	507	クスノキ	7.9	53.8	5.5
15	508	マテバシイ	7.9	29.4	5.0
16	509	マテバシイ	6.0	28.4	4.8
17	510	マテバシイ	6.6	37.0 36.5	4.0
18	511	マテバシイ	4.5	26.0	3.1
19	512	マテバシイ	2.1	w95.0 70.0	-
20				(4.5cm)	
21					
22					
23					
24					
25	切株	マテバシイ	8		
26		マサキ	1		
27		クスノキ	4		
28					

調査区 M-2



調査区の概況



樹冠部の状況



林床部の状況

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.0~8.1	5%	クスノキ
II 亜高木層	4.3~7.7	60%	クスノキ
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	5%	チガヤ
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	1.1					クスノキ	
2		3.2				クスノキ	
3		2.2				マテバシイ	
4				r		コケSP	
5				r		ディコンドラ	
6				r		サカキ	
7				r		ムカミヨモギ	
8				r		モチノキ実生	
9				r		アラカシ実生	
10				r		トウカエデ実生	
11				r		イヌマキ実生	
12				r		ヤブコウジ	
13				r		トウカエデ実生	
14				+		スズメノカリ	
15				1.3		チガヤ	
16				+		ネコハギ	
17				r		エンジュ実生	
18				r		サザンカ実生	
19				+2		ジャノヒゲ	
20				+		クス実生	
21				+1		アカネ	
22				+1		マテバ実生	
23				+1		ミツバアケビ	
24				+1		アカシデ	
25				+1		ネズミモチ	
26				r		カナムグラ	

注1) 被度:

5
4
3
2
1
+
r

7段階で表す

調査区の100%~75%を被う
75%~50%
50%~25%
25%~5%
5~1%
1%以下
-(孤立して生育)

郡度

5
4
3
2
1

判定基準

大群生する
群生する・広い斑状・芝生上
郡をなして生育(小斑状・クッション状)
団状または束状に生育
茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	472	クスノキ	4.5	22.0 20.5	3.6
2	473	クスノキ	4.5	22.6	3.6
3	474	クスノキ	5.2	31.0	3.1
4	475	クスノキ	4.5	20.4	3.0
5	476	クスノキ	5.0	26.0	3.5
6	477	クスノキ	6.0	36.0	4.3
7	478	マテバシイ	5.1	39.8	2.3
8	479	クスノキ	2.8	40.4	幹折れ
9	480	クスノキ	4.3	30.2	-
10	481	クスノキ	7.7	51.5	6.0
11	482	マテバシイ	7.7	40.5	2.8
12	483	クスノキ	4.8	37.5	-
13	484	マテバシイ	6.0	40.0	3.1
14	485	マテバシイ	6.0	32.7	4.0
15	486	カナメモチ	6.0	22.2	4.3
16	487	クスノキ	8.1	51.0	6.0
17	488	マテバシイ	7.1	26.3	6.0
18	489	マテバシイ	2.5	ew21. ns240	切株(後)
19	490	マテバシイ	2.5	5w2.4 ns19.5	切株(後)
20	491	マテバシイ	2.4	w105.0 82.0	切株
21	492	マテバシイ	3.0	w120.0 105.0	切株
22	493	マテバシイ	6.1	39.8	4.1
23	494	クスノキ	1.7	w135.0 105.0	切株
24					
25					
26					
27					
28	切株	クスノキ	3		
29		マサキ	1		
30		マテバシイ	1		
31					

調査区 M-3



調査区の概況



樹冠部の状況



林床の状況

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.0~14.1	90%	シイノキ
II 亜高木層			
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	1%	シイノキ実生
V 蘚苔地衣層			

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	5.5					シイノキ	
2	+					タブ	
3				+		ヤブツバキ実生	
4				r		タブ実生	
5				r		クス実生	
6				r		オオシマザクラ実生	
7				r		イヌイマキ実生	
8				r		ヒイラギ実生	
9				r		サングヅ実生	
10				+		モチノキ実生	
11				r		ヘクカスラ	
12				+		アラカシ実生	
13				+		シイノキ実生	
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

注1) 被度:

5 7段階で表す
調査区の100%~75%を被う
4 75%~50%
3 50%~25%
2 25%~5%
1 5~1%
+ 1%以下
r —(孤立して生育)

郡度

5 判定基準
大群生する
4 群生する・広い斑状・芝生上
3 郡をなして生育(小斑状・クッション状)
2 団状または束状に生育
1 茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	527	シイノキ	12.8	59.5	80.0
2	528	シイノキ	11.3	38.5	9.7
3	529	シイノキ	11.3	46.2	9.7
4	530	シイノキ	11.3	63.2	9.7
5	531	シイノキ	12.1	58.0	10.2
6	532	シイノキ	13.0	37.6	10.2
7	533	シイノキ	11.3	41.2	9.7
8	534	シイノキ	14.1/14.1	52.2 48.6	10.9
9	535	シイノキ	12.0	55.2	11.5
10	536	シイノキ	10.2	39.0	10.0
11	537	シイノキ	12.7	47.4	9.9
12	538	シイノキ	12.7	64.6	10.0
13	539	シイノキ	13.2	56.0	9.5
14	540	シイノキ	13.2	49.0	9.5
15	541	シイノキ	13.2	55.5	9.5
16	542	タブ	9.7	35.8	7.3
17	543	シイノキ	13.3/11.8	91.5 66.8 60.7	8.9 /8.9
18	544	シイノキ	10.9	40.3	8.9
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25	切株	シイノキ	-		
26		不明	-		
27					

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.3~13.2	90%	シイノキ
II 亜高木層	4.4~7.9	60%	タブノキ
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	1%	ヘクソカズラ
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考	
1	5.5					シイノキ		
2	1.1					タブノキ		
3		4.4				タブノキ		
4		1.1				シイノキ		
5				r		ヤブガラシ		
6				r		サカキ実生		
7				r		ヤブツバキ実生		
8				r		アラカシ実生		
9				r		ヤブマメ		
10				+		シイ実生		
11				+		ジャノヒゲ		
12				r		アカネ		
13				+		ヘクソカズラ		
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								

注1) 被度:

5 7段階で表す
調査区の100%~75%を被う
4 75%~50%
3 50%~25%
2 25%~5%
1 5~1%
+ 1%以下
r -(孤立して生育)

郡度

5 判定基準
大群生する
4 群生する・広い斑状・芝生上
3 郡をなして生育(小斑状・クッション状)
2 団状または束状に生育
1 茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	351	シイノキ	10.2	68.2	7.3
2	352	シイノキ	6.4	51.9	枯れ
3	353	シイノキ	10.7	54.5	4.7
4	354	タブ	9.7	22.4	2.4
5	355	タブ	5.0	20.0	2.3
6	356	タブ	5.0	14.9	枯れ
7	357	タブ	4.4	15.1	-
8	358	タブ	5.5	25.4	幹折れ
9	359	タブ	2.3	7.0	8.1
10	360	シイノキ	9.6	37.5	43.5
11	361	シイノキ	13.0/13.0/11.0/10.0	68.9 71.7 65.6	9.7
12	362	シイノキ	13.2	100.2	7.4
13	363	シイノキ	11.0	42.5	2.8
14	364	シイノキ	10.6	63.1	枝剪定あり
15	365	シイノキ	10.0	59.8	5.5
16	366	タブ	7.4	37.2	7.0
17	367	シイノキ	8.3	35.1	8.2
18	368	シイノキ	9.7	52.5	-
19	369	タブ	7.8	19.8	5.9
20	370	タブ	7.9	34.5 32.8	-
21	371	タブ	6.7	20.7	3.2
22	372	タブ	5.9	34.0	
23					
24					
25					
26					

調査区 〇-2



調査区の概況



樹冠部の状況



林床部の状況

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.6~12.8	90%	シイノキ
II 亜高木層	3.4~7.6	60%	タブノキ
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	1%	シイ実生
V 蘚苔地衣層			

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	4.4					シイノキ	
2	2.2					タブノキ	
3		4.4				タブノキ	
4		2.2				シイノキ	
5				r		ヤブガラシ	
6				r		モチノキ実生	
7				r		トベラ実生	
8				r		サンゴジュ実生	
9				r		シイ実生	
10				r		ヤブツバキ実生	
11				r		ヒイラギ実生	
12				r		ヘクソカズラ	
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

注1) 被度:

7段階で表す
調査区の100%~75%を被う
5 75%~50%
4 50%~25%
3 25%~5%
2 5~1%
1 1%以下
+ 1%以下
r (孤立して生育)

郡度

判定基準
5 大群生する
4 群生する・広い斑状・芝生上
3 郡をなして生育(小斑状・クッション状)
2 団状または束状に生育
1 茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	545	シイノキ	12.5	66.4	8.5
2	546	シイノキ	12.5	73.6	8.5
3	547	シイノキ	12.8	72.0	9.6
4	548	タブ	5.0	15.9	2.6
5	549	タブ	10.0	20.5	2.5
6	550	タブ	8.6	34.7	2.4
7	551	シイノキ	10.6	18.1	9.1
8	552	シイノキ	12.5	74.2	8.5
9	553	シイノキ	10.0	53.6	6.4
10	554	シイノキ	6.9	39.5	-
11	555	シイノキ	10.1	44.7	7.2
12	556	シイノキ	11.2	76.3	8.8
13	557	タブ	4.3	14.9	2.2
14	558	タブ	6.0	17.4	5.0
15	559	タブ	3.4	25.2	2.3
16	560	タブ	10.5	46.8	8.9
17	561	シイノキ	6.9	55.8	-
18	562	シイノキ	7.6	30.2	7.0
19	563	タブ	6.0	24.0	5.5
20	564	タブ	5.5	23.8	1.0
21	565	タブ	5.0	23.2	2.0
22					
23					
24					
25					

調査区 0-3



調査区の概況



樹冠部の状況



林床部の状況

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.0~14.9	90%	アラカシ
II 亜高木層	6.5~7.7	10%	ヤマモモ
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	5%	アラカシ実生
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	5.5					アラカシ	
2	1.1					ヤマモモ	
3		1.1				エノキ	
4		1.1				ヤマモモ	
5		1.1				アラカシ	
6				1.1		アラカシ	
7				+		ネズミモチ実生	
8				r		ヒイラギ実生	
9				+		アオギリ実生	
10				+		エノキ実生	
11				r		イヌマキ実生	
12				+		シイノキ実生	
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

注1) 被度: 7段階で表す 調査区の100%~75%を被う 郡度 判定基準

5	75%~50%	5	大群生する
4	50%~25%	4	群生する・広い斑状・芝生上
3	25%~5%	3	郡をなして生育(小斑状・クッション状)
2	5~1%	2	団状または束状に生育
1	1%以下	1	茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる
+	—(孤立して生育)		
r			

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	566	ヤマモモ	7.6	66.2	4.5
2	567	アラカシ	6.5	20.2	4.9
3	568	アラカシ	14.4	39.4	12.5
4	569	エノキ	7.7	19.8	6.1
5	570	アラカシ	14.9	59.3	13.6
6	571	アラカシ	13.0	55.0	7.4
7	572	アラカシ	10.4	72.2	8.2
8	573	ヤマモモ	7.7	35.2	6.7
9	574	エノキ	3.8	17.3	枯れ
10	575	ヤマモモ	8.0	45.6	6.7
11	576	アラカシ	11.6 11.9	42.8 39.7	8.6 8.6
12	577	アラカシ	8.3	18.3	5.0
13	578	エノキ	6.7	20.0	6.0
14	579	アラカシ	11.9	52.8	10.0
15	580	アラカシ	13.3	73.2	11.4
16	581	アラカシ	10.7	48.2	7.2
17	582	アラカシ	11.7	78.2 69.5 49.0	9.2
18	583	アラカシ	12.6	54.0	9.4
19					
20					
21	切株	アラカシ	4		
22		不明	3		
23		カナメモチ	1		
24					

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.3~14.0	90%	アラカシ
II 亜高木層	3.0~4.6	5%	エノキ
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	5%	アラカシ実生
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	5.5					アラカシ	
2	2.2					ヤマモモ	
3		1.1				エノキ	
4		1.1				カナメモチ	
5				r		アカネ	
6				+		アラカシ実生	
7				+		モチノキ実生	
8				+		イヌシデ実生	
9				+		ネズミモチ実生	
10				+		ヒイラギ実生	
11				+		トウカエデ実生	
12				r		カラスノウリ	
13				r		ヤブマメ	
14				+		シイノキ実生	
15				+		タブ実生	
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

注1) 被度: 7段階で表す 調査区の100%~75%を被う 郡度 判定基準

5	75%~50%	5	大群生する
4	50%~25%	4	群生する・広い斑状・芝生上
3	25%~5%	3	郡をなして生育(小斑状・クッション状)
2	5~1%	2	団状または束状に生育
+	1%以下	1	基葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる
r	—(孤立して生育)		

No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
378	アラカシ	10.3	420.0	6.1
379	アラカシ	10.8	45.0	7.9
380	アラカシ	10.5	68.8 57.5	4.6
381	アラカシ	11.4	48.4	9.0
382	アラカシ	10.4	45.4	6.7
383	アラカシ	12.6	56.0	11.0
384	アラカシ	11.9	50.4 49.6	9.9
385	アラカシ	11.2	61.7	7.3
386	エノキ	4.6	21.0	-
387	アラカシ	8.4	30.4	-
388	アラカシ	11.0	38.0	9.1
389	ヤマモモ	10.8	5.4	9.8
390	ヤマモモ	10.8	48.2	4.4
391	アラカシ	8.3	58.0	6.7
373	カナメモチ	3.6	15.2	2.6
374	ヤマモモ	13.4	52.0	12.6
375	アラカシ	13.8	40.3	9.5
376	アラカシ	14.0	46.4	11.1
377	アラカシ	10.7	40.8	9.4
切株	不明	3		
	エノキ	2		
	ヤマモモ	1		
	アラカシ	3		
		2		

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	9.0~14.6	90%	アラカシ
II 亜高木層	5.3~7.2	20%	ヤマモモ
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	5%	アラカシ実生
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	5.5					アラカシ	
2	2.2					ヤマモモ	
3		2.2				ヤマモモ	
4		1.1				アラカシ	
5		1.1				エノキ	
6				r		クス実生	
7				r		ネズミモチ実生	
8				r		イヌマキ実生	
9				+		ヒイラギ実生	
10				+		マテバシイ実生	
11				+		アラカシ実生	
12				+		イヌシデ実生	
13				r		アカネ実生	
14				r		ジャノヒゲ実生	
15				r		モチノキ実生	
16				r		トベラ実生	
17				r		ヤブコウジ	
18				r		トウネズミモチ実生	
19				r		サンゴジュ実生	
20				r		タチツボスミレ	
21							
22							
23							
24							
25							

注1) 被度:

7段階で表す
 調査区の100%~75%を被う
 5 75%~50%
 4 50%~25%
 3 25%~5%
 2 5~1%
 1 1%以下
 + 1%以下
 r (孤立して生育)

郡度

判定基準
 5 大群生する
 4 群生する・広い斑状・芝生上
 3 郡をなして生育(小斑状・クッション状)
 2 団状または束状に生育
 1 茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	333	ヤマモモ	6.9	53.0	4.0
2	334	アラカシ	9.4	41.5	6.0
3	335	アラカシ	7.2	47.3	6.0
4	336	アラカシ	11.1	46.5	7.2
5	337	エノキ	5.3	13.2	-
6	338	アラカシ	10.0	53.3	4.2
7	339	アラカシ	12.5	50.7	10.2
8	340	アラカシ	12.5	50.7	10.6
9	341	アラカシ	11.9	55.9	3.9
10	342	ヤマモモ	9.0	80.8	4.0
11	343	アラカシ	9.7	70.2	7.5
12	344	ヤマモモ		w70.0 77.1	切株
13	345	ヤマモモ	5.7	45.8	-
14	346	ヤマモモ	11.4	53.7	9.6
15	347	アラカシ	14.6	47.5	11.3
16	348	アラカシ	12.1	62.0	9.8
17	349	アラカシ	12.6	61.4	9.9
18	350	ヤマモモ	12.5	62.1	9.7
19					
20					
21					
22					
23					
24	切株	不明	4		
25		アラカシ	4		
26		カナメ	1		
27					

調査区 P-3



調査区の概況



樹冠部の状況



林床部の状況

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.4~14.6	90%	アラカシ
II 亜高木層	7.3~7.8	20%	モッコク
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	5%	クス実生
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	4.4					アラカシ	
2	2.2					ナンキンハゼ	
3	1.1					モッコク	
4		2.2				モッコク	
5				+		サカキ	
6				+		ヤブツバキ	
7				r		カラスウリ	
8				+		ヤブコウジ	
9				r		タブ実生	
10				r		ヤブコウジ	
11				r		ミツバアケビ	
12				r		トウカエデ実生	
13				+		サカキ実生	
14				r		ガクアジサイ	
15				r		ジャノヒゲ	
16				r		アカネ	
17				+		ヒイラギ実生	
18				+		モチノキ実生	
19				+		マテバ実生	
20				+		モッコク(ヒコバエ)	
21				+		アラカシ実生	
22				+		クス実生	
23							
24							
25							

注1) 被度:

7段階で表す
調査区の100%~75%を被う
4 75%~50%
3 50%~25%
2 25%~5%
1 5~1%
+ 1%以下
r (孤立して生育)

郡度

5 大群生する
4 群生する・広い斑状・芝生上
3 郡をなして生育(小斑状・クッション状)
2 団状または束状に生育
1 茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	294	モッコク	7.8	26.5、51.5 35.0 37.5	4.7
2	295	モッコク	7.3	23.0	4.7
3	296	ナン ハゼ	10.8	40.2	8.2
4	297	アラカシ	12.2	104.2	4.2
5	298	アラカシ	10.8	77.0	8.6
6	299	アラカシ	8.7	85.0	5.3
7	300	アラカシ	9.7	83.7	5.0
8	301	モッコク	8.4	20.5	5.0
9	302	アラカシ	14.1	56.6	12.1
10	303	ナン ハゼ	14.6	47.2	11.0
11	304	モッコク	7.6	21.0 20.0	4.5
12	305	ナン ハゼ	14.4	52.7	9.0
13	306	アラカシ	10.1	43.7	7.1
14	307	アラカシ	11.5	67.8	6.9
15	308	アラカシ	11.7	34.3 29.0 46.5	9.4
16	309	アラカシ	11.5	66.5	5.8
17	310	アラカシ	14.4	52.8 36.5 40.6	13.1
18	311	アラカシ	8.9	37.7	6.4
19	312	アラカシ	12.1	77.0	10.1
20	313	ナン ハゼ	14.6	57.2	11.0
21					
22					
23	切株	ヒイラギ	2		
24		モッコク	3		
25					

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.5~13.0	90%	アラカシ
II 亜高木層	5.0~7.3	20%	モッコク
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	5%	アラカシ実生
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	4.4					アラカシ	
2	2.2					ナンキンハゼ	
3		2.2				モッコク	
4		1.1				アラカシ	
5		1.1				ナンキンハゼ	
6				r		ヤブガラシ	
7				r		ヤブツバキ実生	
8				r		トウカエデ実生	
9				+		ヒイラギ実生	
10				+		アラカシ実生	
11				+		モチノキ実生	
12				+2		モッコク	
13				r		イヌシデ実生	
14				r		イヌマキ実生	
15				r		サザンカ実生	
16				r		クス実生	
17				r		エノキ実生	
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

注1) 被度:

7段階で表す

郡度

判定基準

5

調査区の100%~75%を被う

5

大群生する

4

75%~50%

4

群生する・広い斑状・芝生上

3

50%~25%

3

郡をなして生育(小斑状・クッション状)

2

25%~5%

2

団状または束状に生育

1

5~1%

1

茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる

+

1%以下

r

—(孤立して生育)

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	450	アラカシ	7.2	28.0	6.2
2	451	アラカシ	8.5	22.1	4.7
3	452	モッコク	5.0 7.3	17.2 19.5	4.6
4	453	ナンキンハゼ	13.0	35.0	8.1
5	454	アラカシ	12.8	76.4	9.7
6	455	アラカシ	10.0	36.7	8.0
7	456	モッコク	6.0	16.9	4.8
8	457	ナンキンハゼ	5.0	25.0	枯れ
9	458	アラカシ	9.7	37.5	7.3
10	459	モッコク	5.3	13.9	-
11	460	アラカシ	11.2	60.4	9.2
12	461	ナンキンハゼ	10.0	23.5	7.9
13	462	ナンキンハゼ	11.7	38.2	9.2
14	463	モッコク	7.0	18.3	5.2
15	464	アラカシ	12.2	55.2	8.9
16	465	アラカシ	11.7	38.2	7.8
17	466	アラカシ	9.9	55.0	4.2
18	467	アラカシ	4.7	21.4	枯れ
19	468	アラカシ	11.7	54.7	7.6
20	469	アラカシ	6.7	25.7	4.1
21	470	アラカシ	10.6	39.3	6.3
22	471	アラカシ	10.0	66.3 56.5	3.6
23					
24					
25					
26	切株	モッコク	5		
27		不明	2		
28					

調査区 S-2



調査区の概況



樹冠部の状況



天空の状況



林床部の状況

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.0~13.1	90%	アラカシ
II 亜高木層	5.0~7.2	20%	モッコク
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	5%	アラカシ実生
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	4.4					アラカシ	
2	1.1					ナンキンハゼ	
3	1.1					ネムノキ	
4		2.2				モッコク	
5		1.1				アラカシ	
6				+		アラカシ実生	
7				+		イヌシデ実生	
8				+		ジャノヒゲ	
9				r		クス実生	
10				r		ネズミモチ実生	
11				r		サザンカ実生	
12				r		ヒイラギ実生	
13				r		イヌマキ実生	
14				+2		モッコク	
15				r		カラスウリ	
16				r		ヤブコウジ	
17				r		モチノキ実生	
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

注1) 被度:

7段階で表す
調査区の100%~75%を被う
75%~50%
50%~25%
25%~5%
5~1%
1%以下
—(孤立して生育)

郡度

判定基準
5 大群生する
4 群生する・広い斑状・芝生上
3 郡をなして生育(小斑状・クッション状)
2 団状または束状に生育
1 茎葉または幹が孤立しはなればなれにしょうずる

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	314	モッコク	7.2	19.5	3.8
2	315	アラカシ	10.7	67.8	7.1
3	316	アラカシ	11.1	36.5	8.9
4	317	アラカシ	13.1	67.5	6.7
5	318	ナンキンハゼ	9.5	27.3	8.5
6	319	ネムノキ	8.5	46.5	6.8
7	320	ナンキンハゼ	6.4	31.7	枯れ
8	321	モッコク	5.5	21.5	3.2
9	322	アラカシ	11.3	69.9	6.6
10	323	モッコク	6.1	1705.0	3.7
11	324	アラカシ	9.3	48.4	6.4
12	325	モッコク	5.8	13.5	3.4
13	326	アラカシ	12.7	54.0	5.0
14	327	アラカシ	2.7		切株
15	328	アラカシ	8.1	47.0	7.1
16	329	アラカシ	5.0	30.0	4.0
17	330	アラカシ	9.3	56.2	4.6
18	331	アラカシ	12.3	41.5	7.6
19	332	アラカシ	800.0	48.4	5.0
20					
21					
22					

調査区 S-3



調査区の概況



天空部の状況



林床部の状況

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	9.3~9.6	20%	トウカエデ
II 亜高木層	3.6~7.0	60%	オオシマザクラ
III 低木層	2.6~3.0	10%	ヤブツバキ
IV 草本層	~1.0	30%	カヤツリクサ・スズメノヤリ
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考	
1	2.2					トウカエデ		
2		3.3				オオシマザクラ		
3		2.2				トウカエデ		
4		2.2				ヒイラギ		
5		1.1				ヤブツバキ		
6			1.1			ヤブツバキ		
7				r		ヤブツバキ実生		
8				+2		ジャノヒゲ		
9				+		ネズミモチ実生		
10				+		トウカエデ実生		
11				+		アラカシ実生		
12				+		オオバコ		
13				+		ヤブコウジ		
14				r		イヌシデ実生		
15				r		ミツバアケビ		
16				r		ヒイラギ実生		
17				+		アカネ		
18				+		ヘクソカズラ		
19				+		ニセアカシア		
20				r		ツユクサ		
21				+3		カヤツリソウ		
22				+		スズメノヤリ		
23								
24								
25								

注1) 被度:

7段階で表す
調査区の100%~75%を被う
4 75%~50%
3 50%~25%
2 25%~5%
1 5~1%
+ 1%以下
r (孤立して生育)

郡度

判定基準
5 大群生する
4 群生する・広い斑状・芝生上
3 郡をなして生育(小斑状・クッション状)
2 団状または束状に生育
1 茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようする

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	273	オオシマザクラ	5.5 / 6.0	39.0 29.0	4.0
2	274	ヒイラギ	5.5	31.5	2.5
3	275	トウカエデ	9.3	61.3	4.0
4	276	ヤブツバキ	3.0	10.8 9.5	1.4
5	277	ヤブツバキ	5.0	18.4	2.0
6	278	ヤブツバキ	3.7	11.5	-
7	279	ヒイラギ	3.8	15.0	-
8	280	サクラ	6.4	48.0	3.5
9	281	カエデ	9.6	42.8	3.7
10	282	サクラ	6.5	37.6	4.3
11	283	カエデ	0.7	28.3	4.7
12	284	ヒイラギ	5.0	13.7 14.2	2.5
13	285	サクラ	7.0 5.2	47.0 37.5	4.0
14	286	カエデ	4708.0	14.3	3.6
15	287	サクラ	6.6 / 5.7	30.1 18.7	4.0
16	288	カエデ	7.0	29.6	3.7
17	289	ツバキ	2.6 / 2.6	11.1 11.5	1.8
18	290	ツバキ	3.6	17.0	2.0
19	291	ヒイラギ	5.5	32.0	2.9
20	292	ヒイラギ	4.5	12.5	2.5
21	293	サクラ	6.4 / 5.6	28.5 35.0	3.9
22					
23					
24					

調査区 X-1



調査区の概況



樹冠部の状況



天空部の状況

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.2~10.0	50%	トウカエデ
II 亜高木層	4.0~7.9	50%	オオシマザクラ
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	30%	カヤツリグサ
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	3.3					オオシマザクラ	
2	3.3					トウカエデ	
3		2.2				オオシマザクラ	
4		2.2				トウカエデ	
5		2.2				ヤブツバキ	
6		2.2				ヒイラギ	
7				2.1		ヒイラギ	
8				r		オオバコ	
9				r		セイヨウタンポポ	
10				r		ニセアカシア	
11				+		トウカエデ実生	
12				2.3		カヤツリグサ	
13				r		ヤブコウジ	
14				+		モチノキ実生	
15				r		カツラ実生	
16				+2		ヤブツバキ	
17				r		チガヤ	
18				r		ヤブツバキ実生	
19				+		ヒイラギ実生	
20				+		ヘクソカズラ	
21				+		スズメノヤリ	
22				+		ジャノヒゲ	
23				r		ヒイラギ	
24				r		トベラ	
25				+		ヤツデ	

注1) 被度:

5	7段階で表す
4	調査区の100%~75%を被う
3	75%~50%
2	50%~25%
1	25%~5%
+	5~1%
r	1%以下
	-(孤立して生育)

郡度

5	判定基準
4	大群生する
3	群生する・広い斑状・芝生上
2	郡をなして生育(小斑状・クッション状)
1	団状または束状に生育
	茎葉または幹が孤立しはなればなれにしょうずる

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	406	ヒイラギ	5.4	16.5	2.8
2	407	ヒイラギ	4.0	13.0	3.5
3	408	ヒイラギ	5.4	16.3	4.4
4	409	ヤブツバキ	5.0	17.1	2.4
5	410	トウカエデ	9.4	52.0	4.4
6	411	ヤブツバキ	6.8	26.5	3.5
7	412	オオシマザクラ	4.5	39.0 34.5	3.0
8	413	トウカエデ	7.6	35.3	3.5
9	414	オオシマザクラ	6.6	46.2	4.5
10	415	トウカエデ	9.8	54.1	4.0
11	416	オオシマザクラ	10.0	51.5	4.0
12	417	トウカエデ	7.9	32.5	5.2
13	418	オオシマザクラ	8.2	40.8	5.0
14	419	ヒイラギ	6.5	1708.0	4.0
15	420	ヤブツバキ	7.0	23.2	3.0
16	421	ヒイラギ	4.0	20.0	3.3
17	422	オオシマザクラ	6.5	41.2	4.2
18	423	ヤブツバキ	5.5	21.6	3.5
19	424	トウカエデ	7.8	32.3	3.7
20	425	ヒイラギ	5.3	18.0	4.0
21					
22	切株	ヒイラギ			6本
23		ヤブツバキ			3
24					

階層構造	高さ(m)	植被率	優占種
I 高木層	8.5~13.4	70%	トウカエデ
II 亜高木層	4.6~7.0	40%	ヤブツバキ
III 低木層			
IV 草本層	~1.0	15%	カヤツリクサ・スズメノヤリ
V 蘚苔地衣層	~		

	I	II	III	IV	V	植物名	備考
1	4.4					トウカエデ	
2	3.3					オオシマザクラ	
3		2.2				オオシマザクラ	
4		2.2				ヤブツバキ	
5		2.2				ヒイラギ	
6				r		ヤブツバキ実生	
7				r		ヘクソカズラ	
8				r		トウカエデ実生	
9				+		カヤツリグサ	
10				r		ヤブコウジ	
11				r		モチノキ実生	
12				r		ノバラ	
13				r		ヘクソカズラ	
14				r		アカネ	
15				+		オオバコ	
16				+		カツラ実生	
17				+		ネコハギ	
18				+		アカシデ実生	
19				+		アラカシ実生	
20				r		ニセアカシア実生	
21				r		セイヨウタンポポ	
22				r		オオシマザクラ実生	
23				+		ネズミモチ実生	
24				+		モッコク実生	
25				+		イヌマキ実生	
26				+2		ヒイラギ実生	
27				+2		ジャノヒゲ	
28				+2		スズメノヤリ	

注1) 被度:

5	7段階で表す 調査区の100%~75%を被う
4	75%~50%
3	50%~25%
2	25%~5%
1	5~1%
+	1%以下
r	—(孤立して生育)

郡度

判定基準

5	大群生する
4	群生する・広い斑状・芝生上
3	郡をなして生育(小斑状・クッション状)
2	団状または束状に生育
1	茎葉または幹が孤立しはなればなれにしようずる

	No.	樹種	樹高	幹周	枝下高
1	426	ヒイラギ	5.4	14.7	3.6
2	427	ヒイラギ	5.3 4.8	16.5 14.9	3.5 / 3.5
3	428	ヤブツバキ	5.8	23.3	4.6
4	429	ヤブツバキ	6.5	17.0	4.0
5	430	ヤブツバキ	6.4	21.2	4.0
6	431	オオシマザクラ	3.3枯れ 4.8	30.3 27.2	3.7
7	432	ヤブツバキ	4.6	18.8	1.7
8	433	トウカエデ	8.8	35.6	5.0
9	434		7.1	25.0	3.7
10	435	オオシマザクラ	10.2/7.0	49.0 43.0 22.9	5.8 / 枯れ
11	436		5.3	22.8	3.2
12	437	トウカエデ	10.2	45.0	4.7
13	438	オオシマザクラ	10.2	42.1	5.5
14	439	トウカエデ	10.2	46.1	5.5
15	440	ヒイラギ	4.8	12.8	-
16	441	ヒイラギ	5.0	14.5	-
17	442	ヒイラギ	5.7	18.2	-
18	443	オオシマザクラ	13.4	49.8	6.0
19	444	トウカエデ	9.6	39.5	4.7
20	445	トウカエデ	10.6	48.0	6.6
21	446	ヤブツバキ	6.4	18.5	3.0
22	447	ヤブツバキ	5.5	23.4	2.4
23	448	オオシマザクラ	8.5	46.7	7.7
24	449	ヤブツバキ	5.3	17.0	3.0
25					
26					
27					

調査区 X-3



調査区の概況



樹冠部の状況



林床部の状況

(参考資料-2) 土壌調査結果

- 1) 調査地：兵庫県姫路市飾磨区中島地先
 2) 調査日：2004年8月21日～8月24日

土壌断面調査は、深さ約40cmの断面調査を各調査区画につき1箇所行った。土壌調査ハンドブック 改訂版(1997)にしたがい、①層位区分、②土色、③野外土性、④土壌硬度、⑤石礫、⑥水分状況、⑦還元反応試験、⑧生物の影響、⑨土壌構造の項目について調査を行った。

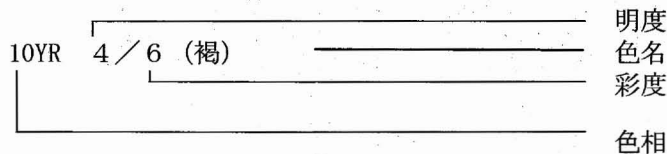
土壌硬度は山中式土壌硬度計により、地表から5cmごとに測定した。

①土層

本調査地のような造成地では自然地のように土壌の層位「①O層(粗腐植層)、A層(腐植集積層)、B層(土壌化特徴層)、C層(風化母材層)」がほとんど見られないことがある。したがって、本調査においては、土色・土性・礫の混ざり具合により区分し調査した。

②土色

土の色を標準土色帳で見分けた。一般に土壌が黒色に近づく程、腐植質に富み肥沃な土壌であると判断できる。また、青灰色や緑灰色の土壌は、還元土(酸素の欠乏した土壌)である可能性があり、このような土壌が調査対象土層に出現すると、植栽された樹木の根が窒息死し、その程度が著しい場合、樹木は枯損する。土色の判定は、マンセル表色系に準じた新版標準土色帖(農林省農林水産技術会議監修)を用いた。土色は以下に示す事例のように、色相(色み:赤、青など)明度(色の明暗)、彩度(色の強さ、あざやかさ)の三属性と該当する色名で表示される。



③土性

指の間で土壌を磨り潰し、その感覚で砂土(S)、壤質砂土(LS)、砂質壤土(SL)、壤土(L)、微砂質壤土(SiL)、埴質壤土(CL)、埴土(C)、礫に区分した。一般に、埴質壤土(CL)、埴土(C)であると粘質で、このような土壌が根域層で見られると不透水層を形成する可能性が強く、雨水を滞水させるため、根腐れの原因になる。

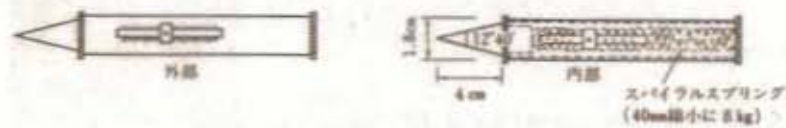
なお、判断基準を以下に示す。

土性の判断基準

判定法	土性
ほとんど砂ばかりで、ねばり気を全く感じない。	砂土(S)
ほとんど砂ばかりで、ねばり気はわずかしかない。	壤質砂土(LS)
砂の感じが強く、ねばり気はわずかしかない。	砂壤土(SL)
ある程度砂を感じ、ねばり気もある。砂と粘土が同じくらいに感じられる。	壤土(L)
砂はあまり感じないが、サラサラした小麦粉のような感触がある。	シルト質壤土(SiL)
わずかに砂を感じるが、かなりねばる。	埴壤土(CL)
ほとんど砂を感じないで、よくねばる。	軽埴土(LiC)
砂を感じないで、非常によくねばる。	重埴土(HC)

④土壌硬度

土壌硬度は、一般に山中式土壌硬度計を用いて、平坦に削った断面に対して直角の方向に硬度計を押しあて、その円錐部のつばが断面に密着するまでゆっくり水平を保ちつつ押し込み、その侵入の深さをmm単位で読み、表示した。



山中式土壌硬度計

植栽基盤における土壌硬度は主に緑化植物の根系が伸長でき成長可能かどうかを評価するためのもので、緑化植物にとって土壌硬度が適当かどうかを評価するものである。

山中式土壌硬度結果を以下の表にて長谷川式土壌硬度計結果（S値）に変換し、植栽基盤としての評価を行った。山中式土壌硬度計では、一般に23mm以上になると多くの植物根が発達不可能になると言われ、植栽基盤では20mm程度が適当な土壌硬度と言われている。

S値の判断基準と山中式土壌硬度との関係

判定	固さの表現	S値 (cm/drop)	S値に対応する山中 式指標硬度 (mm)	根の侵入の可否
××	固結	0.7以下	27以上	多くの根が侵入困難
×	硬い	0.7～1.0	24～27	根系発達に阻害あり
△	締まった	1.0～1.5	20～24	根系発達阻害樹種あり
○	軟らか	1.5～4.0	11～20	根系発達に阻害なし
▲	膨軟すぎ	4.0より大	11以下	# (低支持力、乾燥)

S値とは、長谷川式土壌貫入計による測定値

参考文献)

建設省土木研究所環境部緑化生態研究室・(社)日本造園業協会：植栽基盤造成技術に関する共同研究報告書、p42, 1995

(上表の出典：「奥水肇 吉田博宣編 緑を造る植栽基盤 29-37pp ソフトサイエンス社 1998」)

⑤石礫

断面に現れた礫の形状、大きさ、量、風化程度等を目視で観察する。土壌断面が適当に礫を含む場合は間隙を形成し、根系の発達に有利であるといえる。

⑥水分状況

指の間で土壌を磨り潰し、その感覚で乾、半乾、湿、多湿、過湿の5段階で判定した。多湿、過湿を示すと土壌中の水分含量が多すぎるといえ、その部位あるいは下層土で雨水が停滞している可能性があり、根腐れの原因となる。なお、判断基準を下表に示す。

湿りの判断基準

区分	状 態
乾	土塊を強く握っても掌に湿り気が残らない。
半 湿	土塊を強く握ると掌に湿り気が残る。
湿	土塊を強く握ると掌がぬれるが、水滴は落ちない。 親指と人差指の間で強く押すと水がにじむ。
多 湿	土塊を掌で強く握ると水滴が落ちる。
過 湿	土塊を掌に乗せると自然に水滴が落ちる。

⑦還元反応 ($\alpha - \alpha'$ ジピリジル反応)

$\alpha - \alpha'$ ジピリジル酢酸を土壤に吹きつけ呈色の程度を判定する。+++、++、+、±、の反応を示すと、その土壤は酸欠状態であるといえ、植栽された樹木の根系は窒息死し、その程度が著しい場合は枯損する。

⑧生物の影響 (根系)

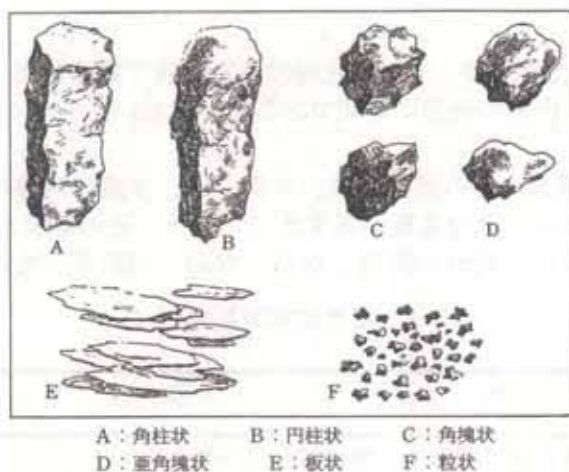
断面に現れた樹木の根系の分布状況を記録した。

⑨土壤構造

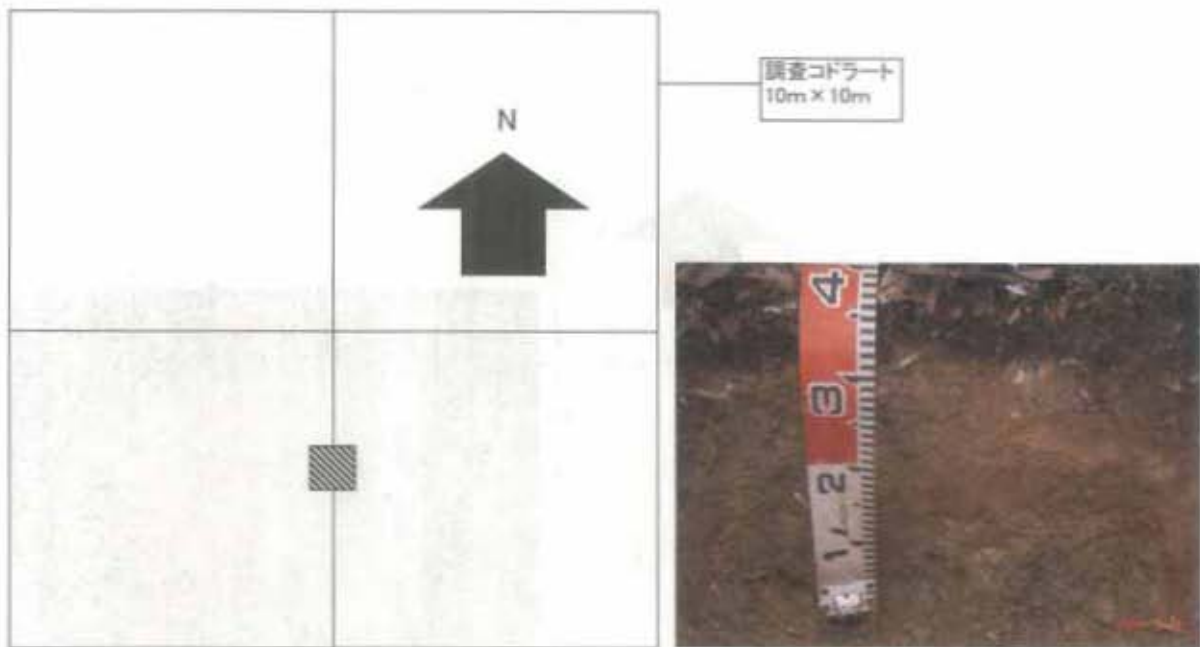
一般に土層内では、砂や粘土等がそれぞれバラバラにつまっているのではなく、いろいろな大きさや形状をした集合体を形成していることが多いといえる。これらは土壤構造と呼ばれ、土壤の生成環境を良く反映し、また土壤の生産力とも密接な関連がある。土壤構造は一般に大きさ、形状、内部の緻密度の違いから、次のように区分した。

構造の判断基準

区分	構造の状態
団粒状	膨軟で多孔質な数 ³ 程度の小粒の構造で、指間で容易につぶれ、ほとんど抵抗を感じないもの。湿潤な土壤に発達する。
粒状	比較的小型(2~5mm程度)の丸みのある堅くて緻密なもの。指間をつぶすとかなり抵抗を感じる。乾きやすい土壤に発達する。
角塊状	稜角およびつやのある面が比較的はっきりし、一般に大きさは1cm以上で内部は緻密。乾燥が繰り返される粘湿な土壤に発達する。
亜角塊状	比較的丸みがあり、表面のつやは弱く内部もそれほど緻密ではない比較的大型の構造(一般に2~5cm)。乾湿に偏しない土壤の、主に下層土に出現する。
単粒状	砂丘の砂のように各粒子がバラバラで、互にくっついていないもの。
壁状	土層全体が緊密に凝集し、一定の構造を認めることができないもの。常時湿潤な土壤の下層土に多く、通気・透水性が一般に不良である。
板状	平板状に発達した構造でほぼ水平に配列し、普通重なり合っている。一般に余うだつをうけた土壤の表層部に発達する。



構造の模式図

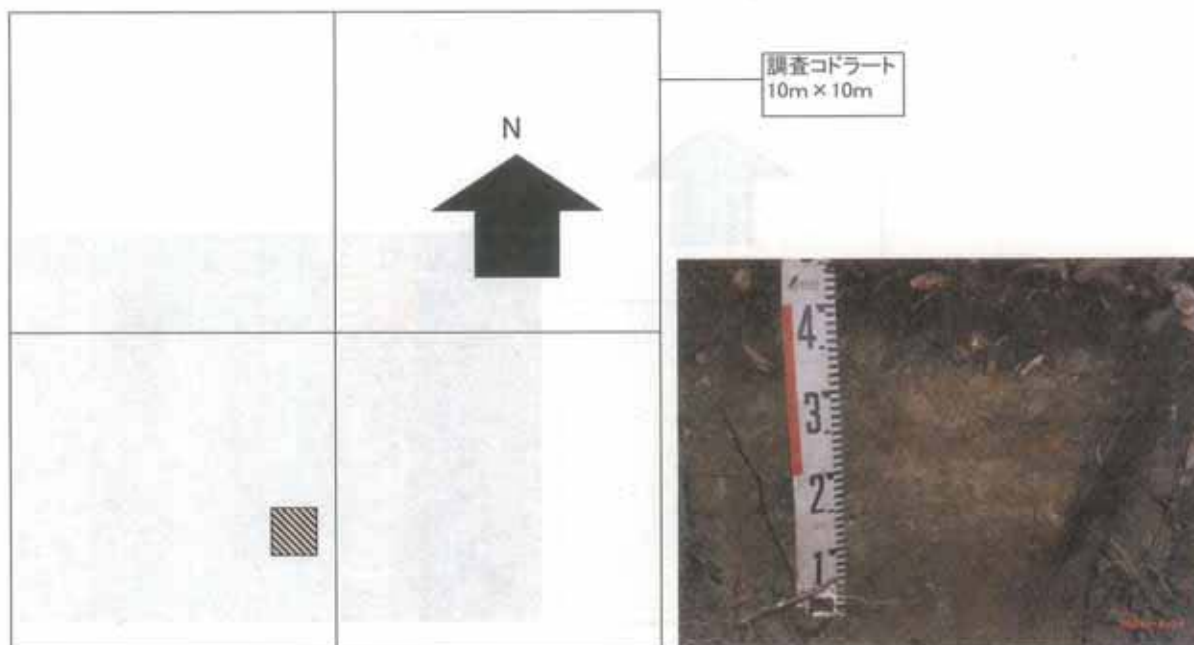


調査位置(周辺樹木No・断面方向・方位)

土壤断面調査票

No. M-1 調査日2004.8 調査者

土厚 (cm)	土壤断面図	マンセル標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	塊 状 物	湿 り 気	湿 気 反 応	地 下 水 位	植 物 根 の 分 布 状 況	土 塊 構 造	可 塑性	粘 着 性	(cm)
0				8.12.14									0
4	ルートマット	10YR2/3黄緑	LS	14.18.16	花崗岩有 り	半乾	-	-	細小含む 中有り	団粒状(夾 雑質)	強	弱	
10		10YR5/6 (黄緑)	LS	14.16.11 15.12.14	富む 5mm~ 150mm	半湿	-	-	中有り 小有り	単粒状	なし	なし	10
20				14.13.10 26.14のため不可									20
30					すこぶる 富む	半湿	-	-	中有り小 有り	単粒状	なし	なし	30
40		10YR6/3にぶい黄緑	S		量りし								40
50													50

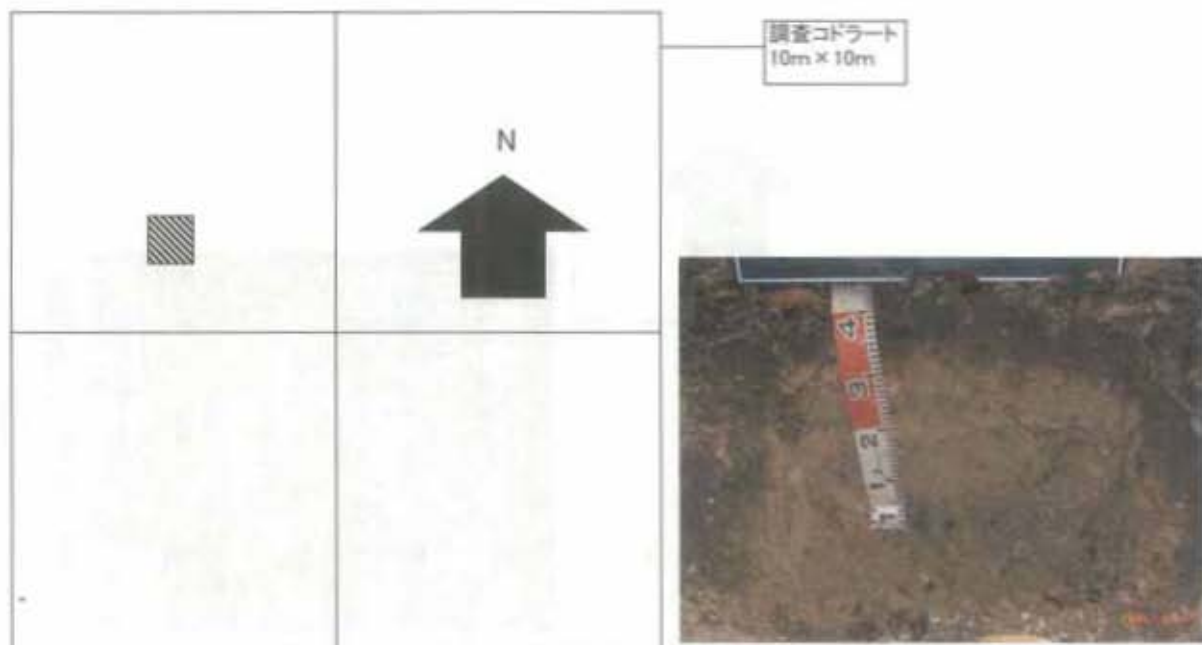


調査位置(周辺樹木No.・断面方向・方位)

土壤断面調査票

No. M2 調査日2004.8 調査者

土厚 (cm)	土壤断面図	マンセル標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	夾 雑 物	湿 り 気	還 元 反 応	地 下 水 位	植 物 根 の 分 布 状 況	土 壌 構 造	可 塑 性	粘 着 性	(cm)
0				2.1.1									0
		10YR2/3 暗褐	LS	11.19.8	有り	半湿	-		ルートマト	団粒状 単粒状	弱	弱	
10		10YR5/6黄褐	S	13.17.20					上部に	単粒状	なし	なし	10
				17.18.19					中有り				
20				17.18.19	富む	半湿	-		10cm				20
				17.20.16	20cm			なし	以下には				
30				13.15.18	~				なし				30
				16.17.15	5cm								
40				12.17.13	有り								40
50													50

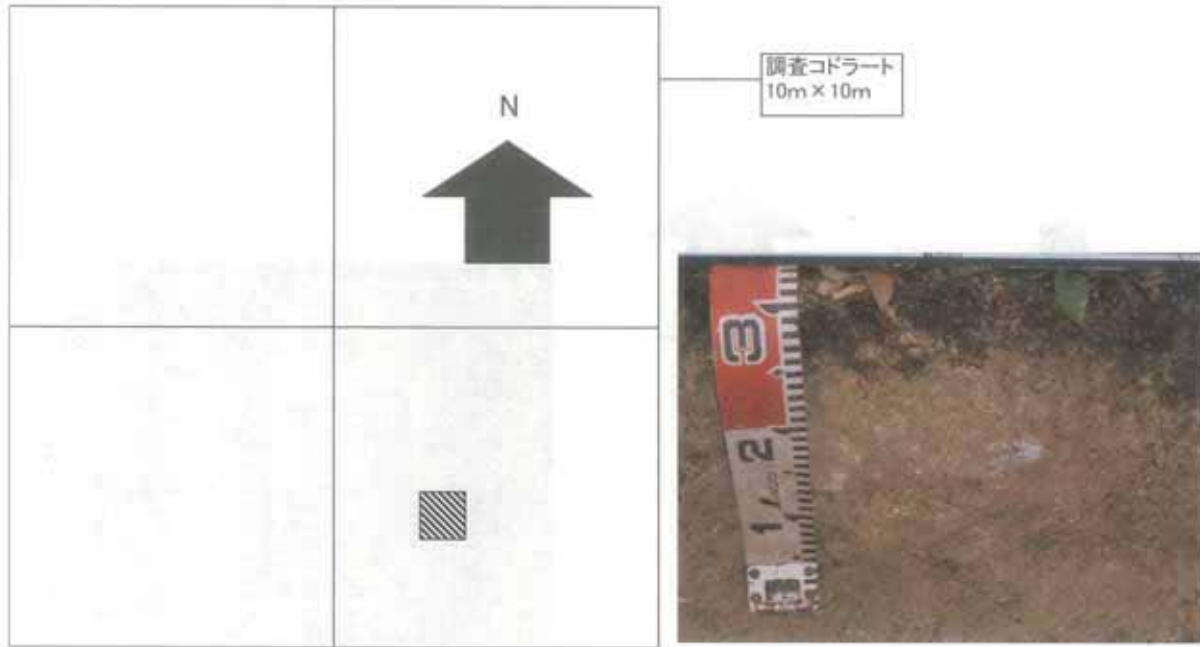


調査位置(周辺樹木No.・断面方向・方位)

土壤断面調査票

No. M3 調査日2004.8 調査者

土厚 (cm)	土壤断面図	Munsell標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	塊 状 物	湿り 気	還元 反応	地下 水位	植 物 根 の	分 布 状 況	土 壌 構 造	可 塑性	粘 着 性	(cm)
0				15.15.15										0
8		10YR3/4 緑褐		17.15.15	含む	半湿	-		中有り 小有り	団粒状	弱	弱		
10		10YR6/3 にぶい黄橙		14.14.14										10
20				15.17.16	含む	半湿	-	なし	小有り	単粒状	弱	中		20
30				14.18.16										30
				12.12.16										
				16.12.16	花崗岩									30
40					青色 堆積岩									40
50														50

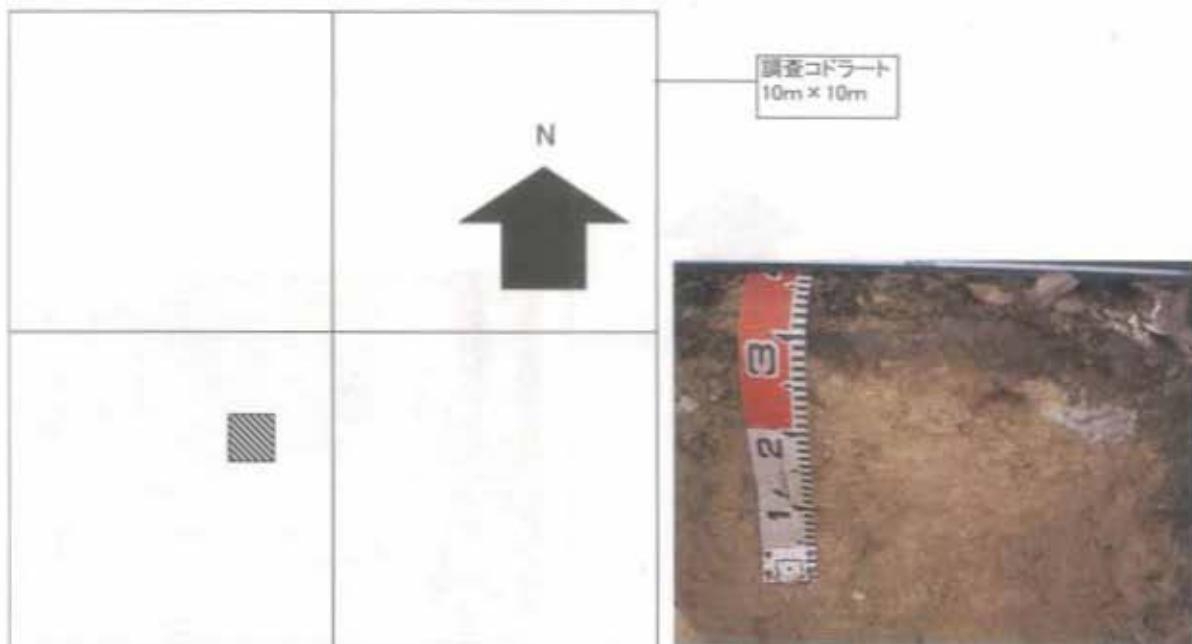


調査位置(周辺樹木No.・断面方向・方位)

土壤断面調査票

No. O1 調査日2004.8 調査者

土厚 (cm)	土壤断面図	マンセル標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	硬 夾雑物	湿り気	還元反応	地下水 位	植物根の 分布状況	土壤構造	可塑性	粘着性	(cm)
0				8.18.7									0
5	ルートマット	10YR2/3黒褐	SL	9.13.5	含む	半乾	-	-	細富む 小含む 中あり	単粒状	なし	弱	
10		10YR2/3黒褐 10YR7/6明黄褐	SL	19.20.19	(50mm あり)		-						10
20				14.17.17	富む	半乾			中有り				
20				18.17.22	花崗岩			なし	小有り				20
30				17.24.15									
30				18.16.17									30
40													40
50													50



調査位置(周辺樹木No・断面方向・方位)

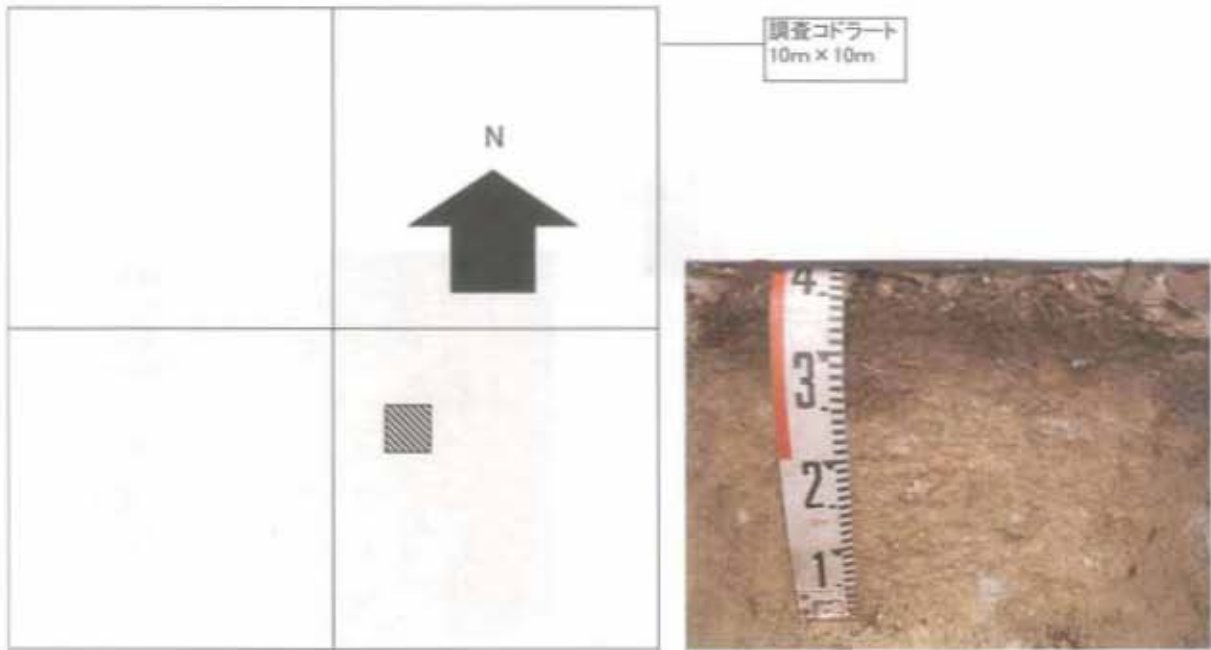
土壌断面調査票

No. O-2

調査日2004.8

調査者

土厚 (cm)	土壌断面図	マンセル標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	夾 雑 物	湿 り 気	還元反応	地下水位	植 物 根 の	分 布 状 況	土 壌 構 造	可 塑性	粘 着 性	(cm)
0				14.14.17										0
5	土壌化	10YR3/4暗褐	SL	21.21.18	あり	半乾	-	-	細含む小あり		粗粒状	弱	弱	
10		10YR2/8明黄褐	SL	18.24.20	腐り花崗 岩あり 白色	半乾	-	-	中有り 小有り		単粒状	なし	なし	10
				18.18.16	50mmあ り腐む									
				17.17.18										
				20.23.23										
				18.18.18										
30														30
40														40
50														50

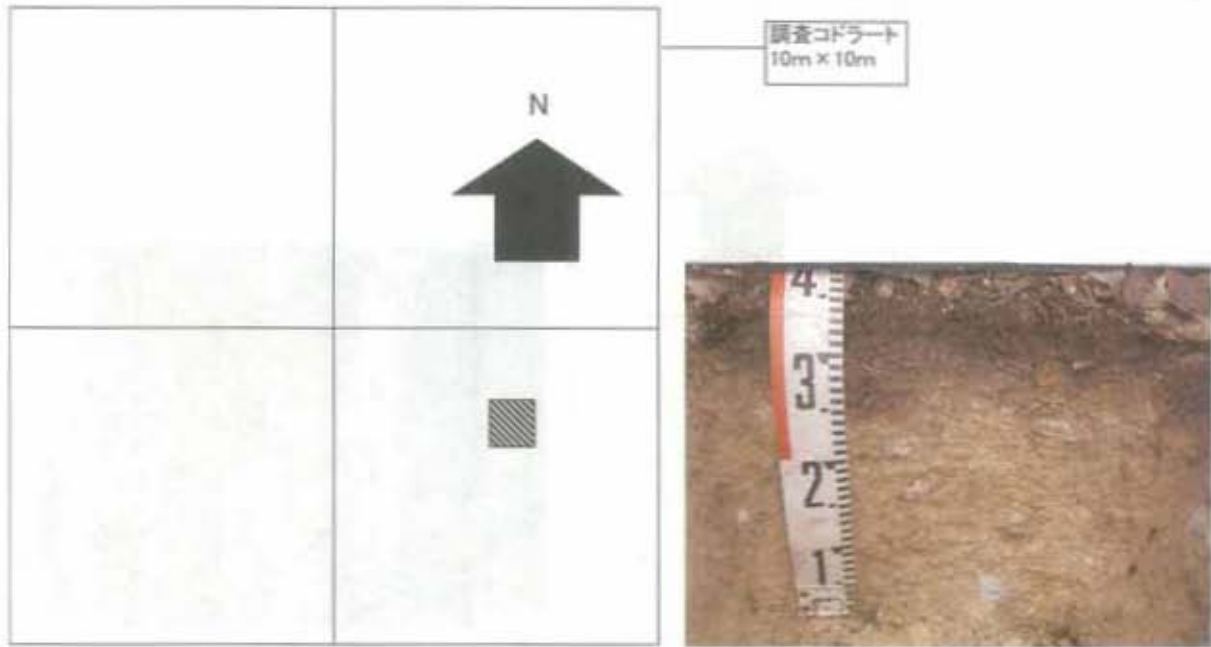


調査位置(周辺樹木No.・断面方向・方位)

土壌断面調査票

No. O-3 調査日2004.8 調査者 川井

土厚 (cm)	土壌断面図	マンセル標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	硬 質 物	湿り 気	還元 反応	地下 水位	植 物 根 の	分 布 状 況	土 壌 構 造	可 塑性	粘 着 性 (cm)
0				13.14.12									0
5		10YR2/3黒褐色	SL	14.11.10	あり	半乾	-	-	中富む	新富む	団粒状	強	弱
10		10YR7/4 にぶい黄褐色	SL	12.15.17	すこぶる	半湿	-	-	中あり	小あり	単粒状	弱	弱
				15.17.20	富む								
20				16.16.19									
				15.21.18									
30				16.12.19									
				18.16.19									
40													
50													

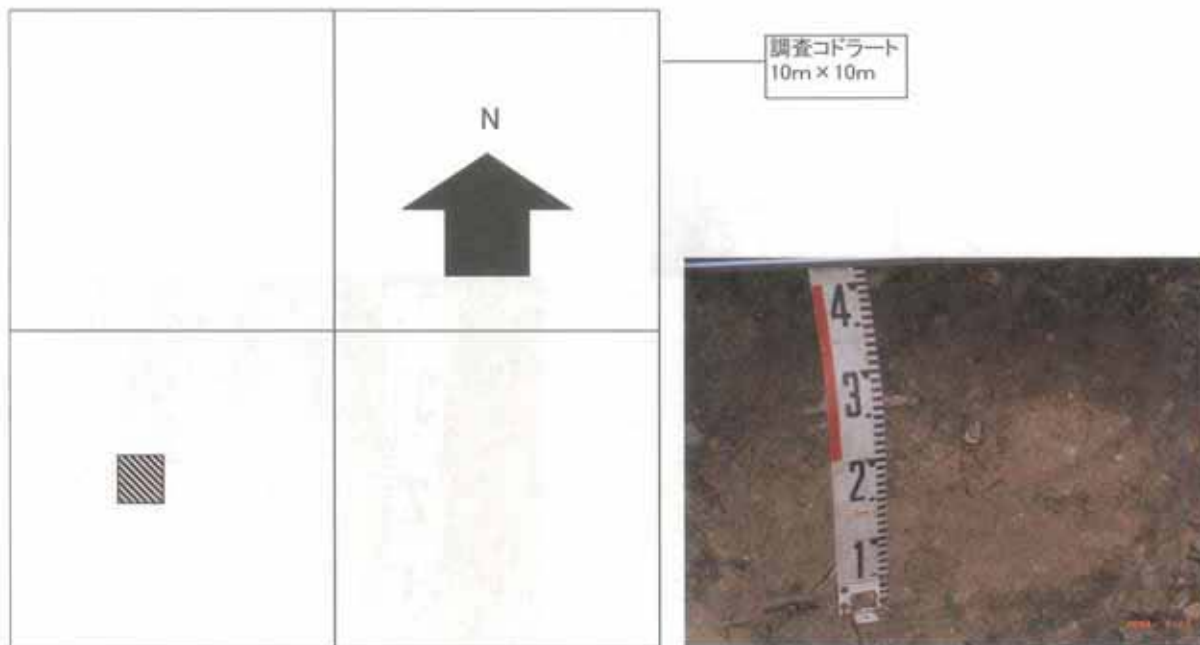


調査位置(周辺樹木No・断面方向・方位)

土壤断面調査票

No. P-1 調査日2004.8 調査者

土層 (cm)	土壤断面記	マンセル標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	夾 石 物	湿 り 気	透 水 度	地 下 水 位	植 物 根 の 分 布 状 況	土 塊 構 造	可 塑性	粘 着 性	(cm)
0				3.48									0
3	ルートマット	10YR2/3黄褐	SL	15.17.5	含む	半乾	-	-	藁む小藁 む中あり	団粒状 夾 雑質	弱	弱	
10		10YR4/3にぶい黄褐	LS	12.18.14	藁む すこぶる 藁む	半湿	-	-	中あり 小含む	単粒状	なし	なし	10
20		10YR5/6にぶい黄褐	S	14.23.7		半湿	-	-	小あり	単粒状	なし	なし	20
	くさり花崗岩 粘土化 青黒いレキ	白色		10.12.13									30
30				10.12.15									30
40				19.15.15									40
40				15.13.15									40
50													50

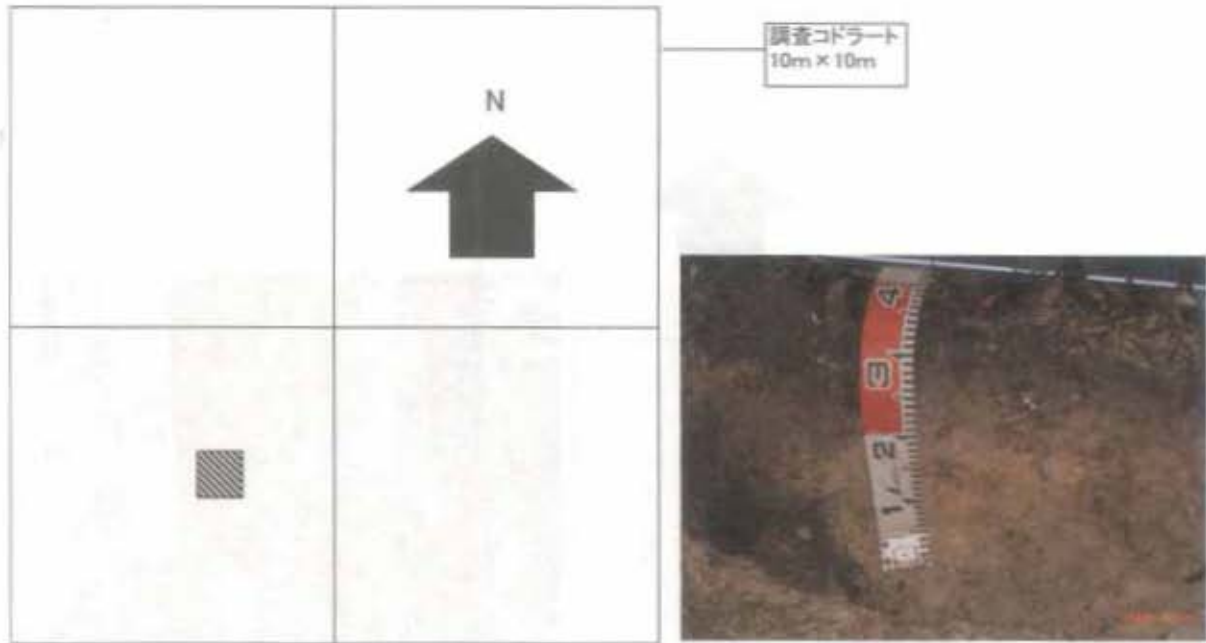


調査位置(周辺樹木No.・断面方向・方位)

土壤断面調査票

No. P-2 調査日2004.8 調査者

土厚 (cm)	土壤断面図	マンセル標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	礫 夾雑物	湿り気	還元反応	地下水位	植物根の 分布状況	土壤構造	可塑性	粘着性	(cm)
0				12.8.6									0
		10YR3/3暗褐	LS	16.14.11	富む	半乾	-		小有り	団粒状~ 単粒状	なし	なし	
10		10YR4/3にぶい黄褐		17.19.20									10
		10YR6/6明黄褐	LS	17.22.20	富む	半湿	-		大有り 小有り	単粒状	なし	なし	
20				21.22.20									20
				20.20.20				なし					
30				22.20.20									30
40					5cm								40
50													50



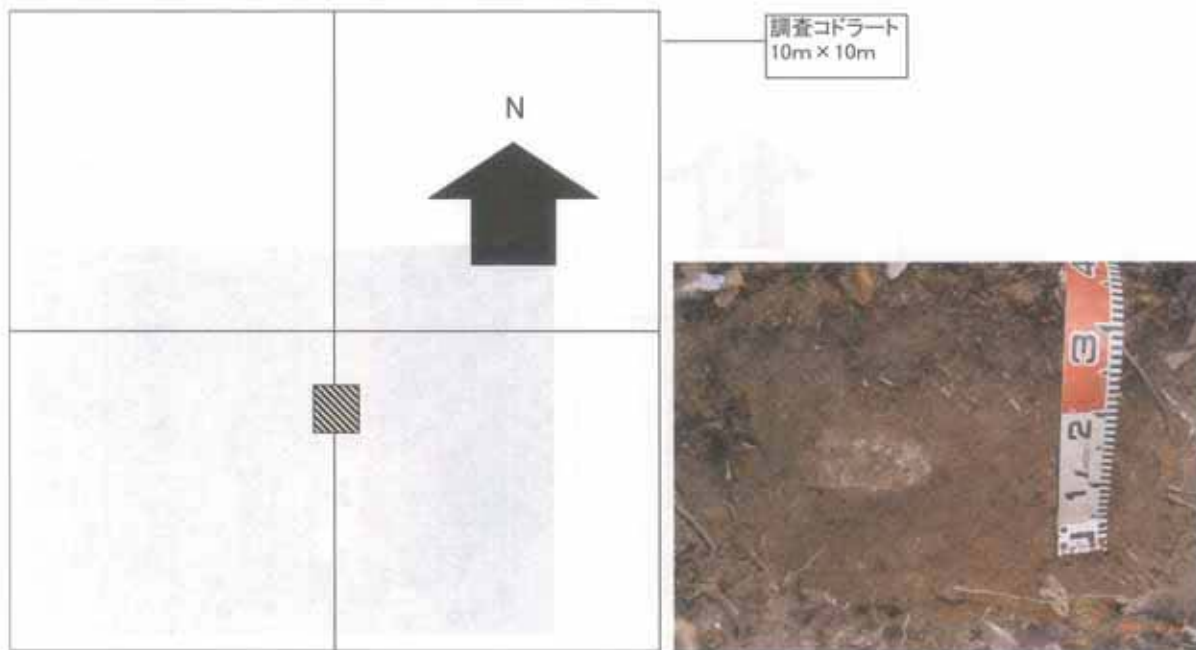
調査コドラート
10m × 10m

調査位置(周辺樹木No・断面方向・方位)

土壌断面調査票

No. P-3 調査日2004.8 調査者

土層 (cm)	土壌断面図	モリス標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	塊 状 物	湿 り 気	還元 反応	地下 水位	植 物 根 の 分 布 状 況	土 塊 構 造	可 塑性	粘 着 性	(cm)
0		10YR2/2 黒褐	L	11.12.13		半湿	-		細小富む	団粒状	弱	弱	0
3		10YR4/3にぶい黄褐	SL	14.12.13	富む	半湿	-	-	大有り中 含む小有	団粒状	弱	弱	
10		10YR6/4にぶい黄褐	LS	12.14.15		半湿	-	なし	中有り 小有り	単粒状	なし	なし	10
20				11.19.19									20
30				13.19.17									30
40					富む								40
50													50



調査位置(周辺樹木No・断面方向・方位)

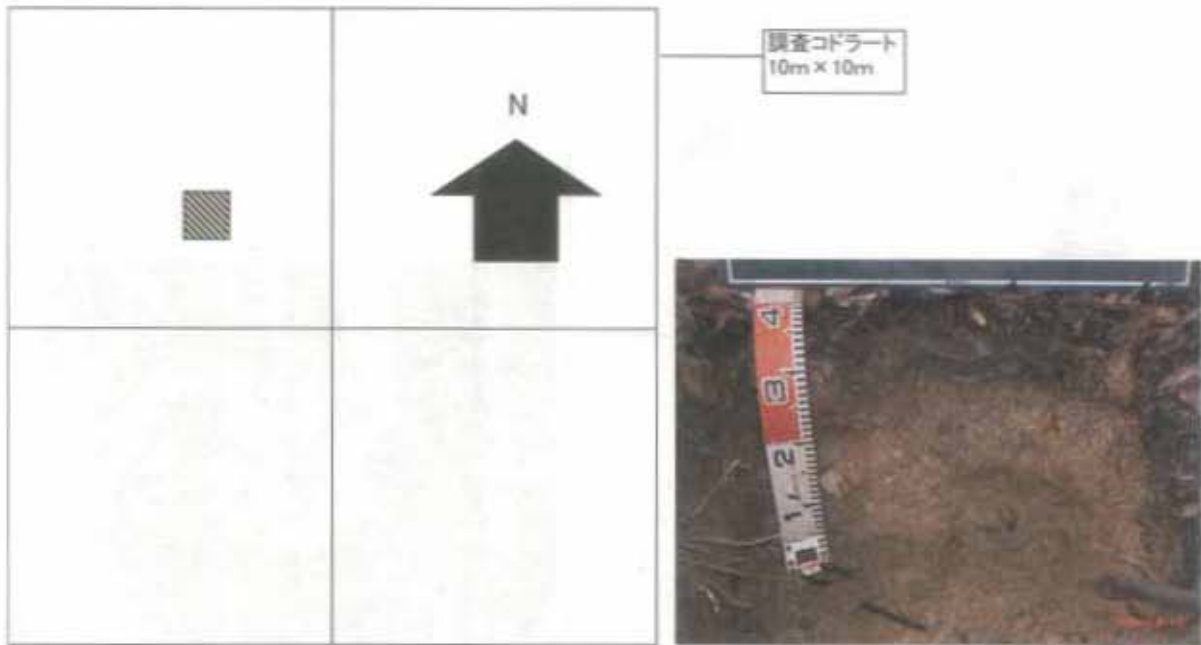
土壌断面調査票

No. S1

調査日2004.8

調査者

土厚 (cm)	土壌断面図	マンセル標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	硬 夾 雑 物	湿 り 気	還 元 反 応	地 下 水 位	植 物 根 の 分 布 状 況	土 壌 構 造	可 塑性	粘 着 性 (cm)
0				13.14.14								0
				16.10.6	有り	半乾	-	なし	細含小含 中含	団粒状	弱	弱
10		10YR4/3にふい黄褐	LS	14.14.14								10
		10YR5/6黄褐	S	19.17.15	富む	半湿	-		小有り	単粒状	弱	弱
20				14.15.15	亜角			なし	中有り		なし	なし
				14.14.14	花崗岩							20
30				レキ								30
40					5cm ~ 20cm							40
50												50

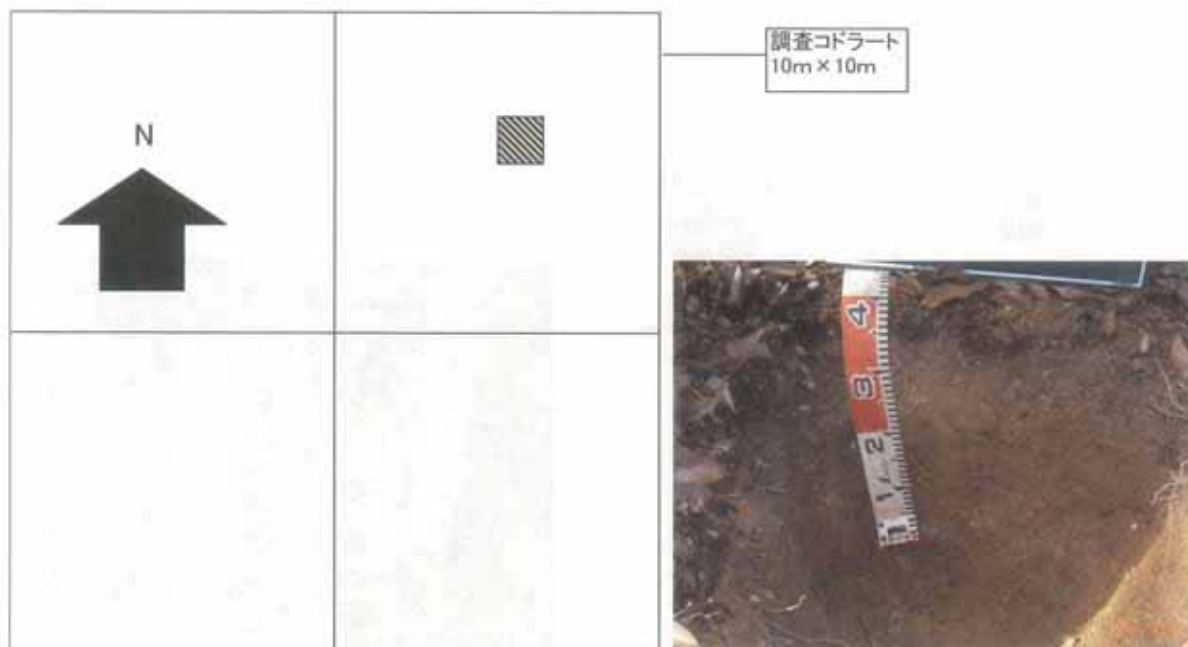


調査位置(周辺樹木№・断面方向・方位)

土壌断面調査票

№ S2 調査日2004.8 調査者

土厚 (cm)	土壌断面図	マンテル標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	夾 雑 物	湿 り 気	湿 潤 度 反 応	地 下 水 位	植 物 根 の 分 布 状 況	土 壌 構 造	可 塑性	粘 着 性	(cm)
0				14.13.13									0
		10YR3/4 暗褐	LS	16.14.13	有り1cm	半乾	-		中有り 小有り	団粒状	弱	弱	
10		10YR4/3にぶい黄褐	S	19.18.16	有り1cm	半湿	-	なし	小有り	単粒状	弱	弱	10
				19.15.16	~				中有り		なし	なし	
20				18.16.16	10cm								20
				10.14.13	菱角								
30				15.15.13									30
40					花崗岩 1部								40
50													50

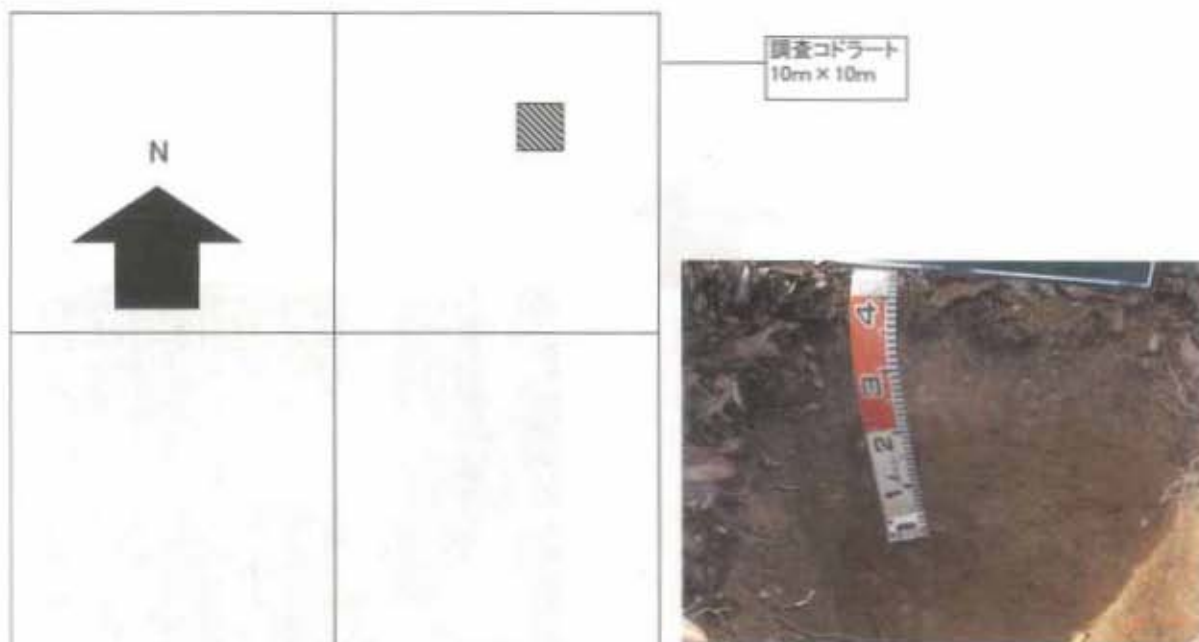


調査位置(周辺樹木No.・断面方向・方位)

土壤断面調査票

No. S3 調査日2004.8 調査者 _____

土厚 (cm)	土壤断面図	マンセル標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	硬 夾 雑 物	湿 り 気	還 元 反 応	地 下 水 位	植 物 根 の 分 布 状 況	土 壌 構 造	可 塑性	粘 着 性 (cm)
0		10YR2/1 黒		8.9.9								
2				14.12.16	なし	半乾	-		富む	団粒状	弱	弱
10		10YR4/3にぶい黄褐	S	20.14.12	富む	半乾	-		中含む 小含む	単粒状	弱	弱
20		10YR4/6褐	S	15.14.15	富む	半湿	-	なし	小有り	粒状単	弱	弱
				10.12.14	0.5							
				9.16.13	~							
30				15.15.5	6cm							
				17.16.12								
40												
50												

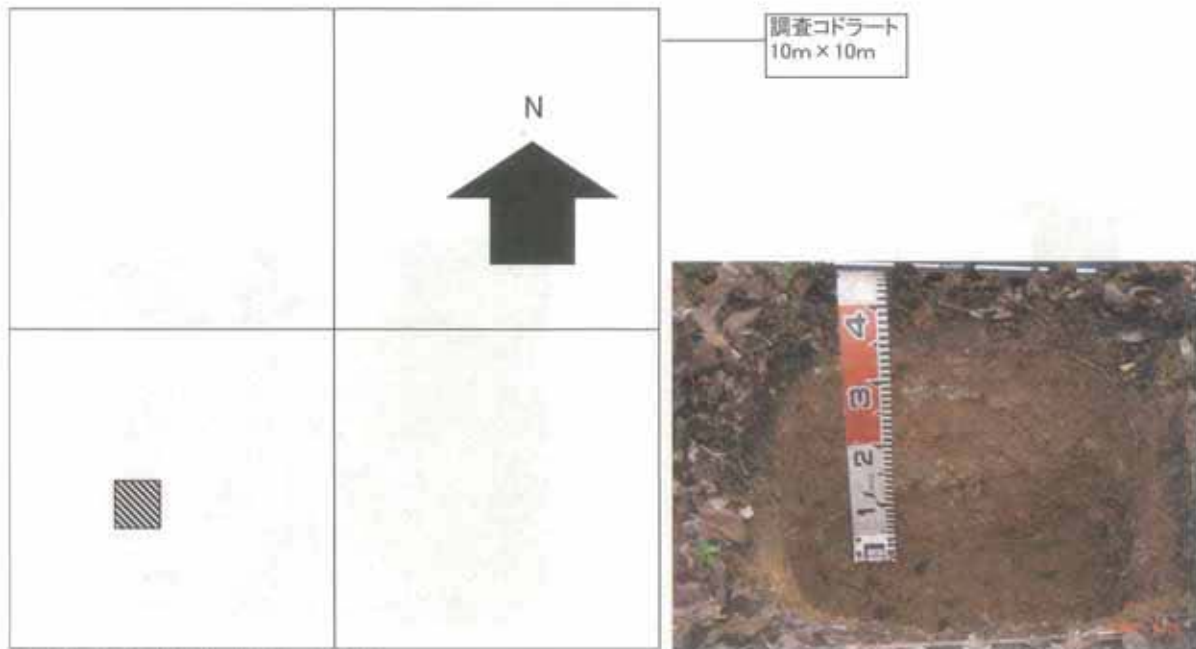


調査位置(周辺樹木№・断面方向・方位)

土壤断面調査票

No. X-1 調査日2004.8 調査者 川井

土厚 (cm)	土壤断面図	Munsell標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	実 物	湿 り 気	還元反応	地下 水位	植 物 根 の	分 布 状 況	土 塊 構 造	可 塑性	粘 着 性	(cm)
0				7.8.10										0
		10YR2/4暗褐	LS	12.12.13	なし	半乾	-			小有り 細有り	単粒状 微細な粒	弱	弱	
10		10YR4/3にぶい黄褐	S	12.12.15	有り 歪角6mm 花崗	半湿	-	なし	小有り	単粒状		弱	弱	10
				15.12.15								なし	なし	
				13.15.11										20
				14.12.18										30
				15.15.12										40
														50

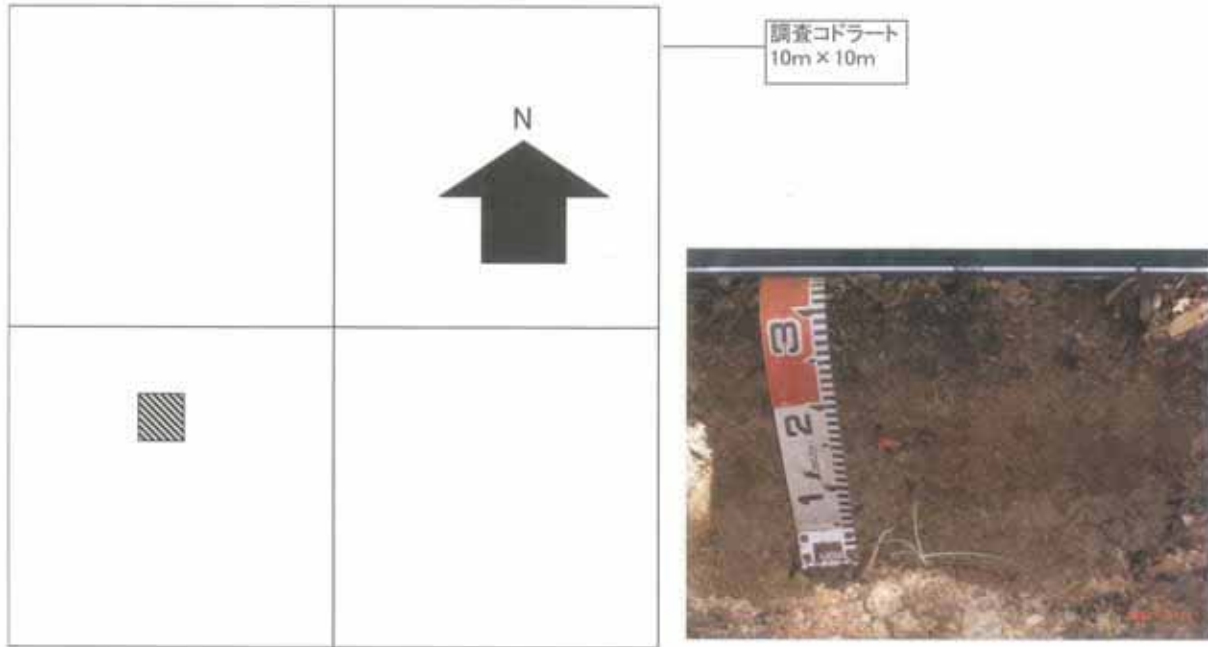


調査位置(周辺樹木No・断面方向・方位)

土壤断面調査票

No. X-2 調査日2004.8 調査者 川井

土厚 (cm)	土壤断面図	マンセル標準色	土性	山中式 硬度 (mm)	礫 夾雑物	湿り気	還元反応	地下水位	植物根の 分布状況	土壤構造	可塑性	粘着性 (cm)
0				9.8.12								0
		10YR3/4暗褐	LS	10.14.14	-	半乾	-	-	小有り	団粒弱	弱	弱
10		10YR5/6黄褐	S	17.12.22	亜角含む	半湿	-	なし	小有り	単粒	弱	弱
				17.13.16	花崗	半湿			中有り		弱 なし	弱 なし
20				15.12.13								20
				16.13.16								
30				15.13.16								30
				11.12.16								
40				13.16.15								40
50												50



調査位置(周辺樹木No・断面方向・方位)

土壤断面調査票

No. X-3 調査日2004.8 調査者 _____

土厚 (cm)	土壤断面図	マンセル標準 土色	土性	山中式 硬度 (mm)	夾 雑 物	湿 り 気	還 元 反 応	地 下 水 位	植 物 根 の	分 布 状 況	土 壤 構 造	可 塑性	粘 着 性	(cm)
0				15.12.12										0
		10YR3/4暗褐	LS	22.20.18	有り 10.5cm	半乾	-	なし	小有り	単粒状 弱い団粒		弱	弱	
10		10YR4/4褐	S	25.22.18	有り5cm	半湿	-	なし	中有り 小有り	単粒状		なし	なし	10
				22.23.20										
20		10YR5/4にふい黄褐	S	20.19.19	富17cm	半湿	-	なし		単粒状		なし	なし	20
				25.26.24										
30					花崗岩垂 角いキ									30
40														40
50														50

図表リスト

- 図 1-1 資金フロー図 (共同福利施設事業)
- 図 1-2 共同福利施設事業実施箇所
- 図 2-1 共同福利施設事業の事業費負担 (企業負担率 1/3 の場合)
- 図 2-2 都市公園事業の財源構成 (市町村事業の場合)
- 図 3-1 姫路地区の位置図
- 図 4-1 調査地と調査区の位置
- 図 4-2 多種多層林形成の概念図
- 図 4-3 各パターン別の樹高階と胸高直径階
- 図 5-1 樹冠投影図 (調査区 M-2)
- 図 5-2 樹冠投影図 (調査区 O-2)
- 図 5-3 樹冠投影図 (調査区 P-2)
- 図 5-4 樹冠投影図 (調査区 S-2)
- 図 5-5 樹冠投影図 (調査区 X-2)
- 図 5-6 植栽パターン別アスペクト比の構成
- 図 5-7 胸高直径と樹高の関係 (パターン M)
- 図 5-8 胸高直径と樹高の関係 (パターン O)
- 図 5-9 胸高直径と樹高の関係 (パターン P)
- 図 5-10 胸高直径と樹高の関係 (パターン S)
- 図 5-11 胸高直径と樹高の関係 (パターン X)
- 図 5-12 アスペクト比 (H/D) と材積指数 (D^2H) (パターン M)

図 5-13 アスペクト比(H/D)と材積指数(D²H)(パターンO)

図 5-14 アスペクト比(H/D)と材積指数(D²H)(パターンP)

図 5-15 アスペクト比(H/D)と材積指数(D²H)(パターンS)

図 5-16 アスペクト比(H/D)と材積指数(D²H)(パターンX)

図 5-17 各パターン別の材積指数の構成

図 6-1 相対照度・腐植含有量と種数との関係

図 6-2 天空率と種数との関係

図 6-3 密度と平均幹材積

表 1-1 事業費負担の内訳 (企業負担 3分の1の場合)

表 1-2 財政支援関連法制度と補助事業等の推移

表 1-3 共同福利施設整備実績

表 1-4 公害防止計画と緩衝緑地

表 1-5 共同福利施設事業の平均事業期間

表 1-6 都市公園事業の平均事業期間

表 2-1 共同福利施設事業の事業者負担と財政支援措置

表 2-2 都市公園事業の国庫補助率と起債充当率

表 2-3 理論値での比較

表 2-4 共同福利施設事業の事業費負担(実績)

表 2-5 共同福利施設事業の財源構成(実績)

表 2-6 都市公園事業の財源構成

表 2-7 実績値での比較

表 3-1 対象地区の整備概要

表 3-2 計測対象とした価値及び計測方法

表 3-3 緑地規模による NO₂ 騒音緩和量

表 3-4 パラメータ値

表 3-5 各地区の整備規模

表 3-6 間接価値の計測結果（千円／年）

表 3-7 各地区の年間利用者数

表 3-8 時間価値算出結果

表 3-9 パラメータ推定値

表 3-10 直接利用価値による年間便益額

表 3-11 各地区別事業費

表 3-12 費用便益算出前提

表 3-13 費用便益分析結果

表 3-14 各地区から発生する項目別便益額（ケース 2 の場合）

表 4-1 エコロジー緑化とパターン植栽との比較

表 4-2 浜手緑地第一期地区の緩衝緑地帯の構成区分の考え方

表 4-3 パターン植栽の構成

表 4-4 設計における各パターンの樹種構成

表 4-5 樹木・植生調査結果総括表

表 4-6 調査区における現況林分のタイプ分類

表 5-1 樹木別アスペクト比と材積指数の比較

表 6-1 樹木・植生調査結果

表 6-2 相対照度・天空率・土壌調査の特性

表 6-3 logP-logv 分布の相関と α 値

表 6-4 天然林における種多様度の気候帯による差異

表 6-5 樹木の多様度変化

表 6-6 各調査区における主要樹種の活力度

© 建築研究資料 第 110 号

平成 20 年 2 月 22 日 印刷

平成 20 年 2 月 29 日 発行

編集
発行 独立行政法人建築研究所

〒305-0802 茨城県つくば市立原 1 番地
電話(029) 864-2151 (代)
