

緩衝緑地内におけるパターン植栽と樹林構造の変容 —姫路地区共同福利施設建設譲渡事業を事例として—

鈴木 弘孝 ・ 臼井 敦史^{*1} ・ 藤崎健一郎^{*2} ・ 目黒 伸一^{*3}

【要旨】

本稿では、共同福利施設建設譲渡事業により整備された緩衝緑地の樹林形成に独自に適用された「パターン植栽」の手法に着目し、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について調査した。調査対象地として、姫路地区共同福利施設建設譲渡事業の第Ⅱ期事業として実施された中島地区を取り上げ、100 m²当たり 30～50 本という高密度で植栽された 1978 年当時と、2004 年時点の樹林の構造について比較検討を行った。この結果、施工時における植栽本数とパターンの違いによる残存樹木数の相違は見られず、100 m²当たり約 20 本が残存していた。樹林構造は、植栽樹種の組み合わせにより、林冠部を一種が占有し、亜高木層を被圧しているタイプと高木層と亜高木層とが共存しているタイプに区分された。調査の結果、樹林の主要構成種の平均アスペクト比は 60.3～77.8 であった。また、当地の潜在自然植生構成種であるアラカシ、コジイの生長が顕著であり、林冠部を占有していた。これに対して、クスノキ、オオシマザクラ等は高木層での構成比が低く、当地での生長は良好とは言えない状態であった。また、ナンキンハゼについては、平均アスペクト比が 100 を上回り、アラカシとの種間競争により肥大成長が抑制された状態にあることが推察された。

キーワード：緩衝緑地、共同福利施設建設譲渡事業、パターン植栽、樹林構造、アスペクト比

1. 研究の背景と目的

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。

^{*1} (株)クレアテラ

^{*2} 日本大学生物資源科学部

^{*3} (公財)地球環境戦略研究機関国際生態学センター

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、当該事業により 1,000ha 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、当該事業は廃止となった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^{補注 1)}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容についての基礎的資料はほとんど蓄積がない。

そこで、本稿では、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、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により植栽された樹木の生長動態について検証した。

2. 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²⁾について、中島ら³⁾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。夏原ら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、長尾ら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、塩田ら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。この他、石井ら⁷⁾や岡村ら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による樹林の変化を検証している

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。

3. 調査の方法

3.1 調査地の概要

調査対象の中島地区（兵庫県姫路市）は、1973 年度から 1978 年度にかけて公害防止事業団の共同福祉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⁹⁾。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 1 に今回の調査対象とした中島地区の位置を示す^{補注(2)}。

3.2 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¹⁰⁾ 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¹¹⁾、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

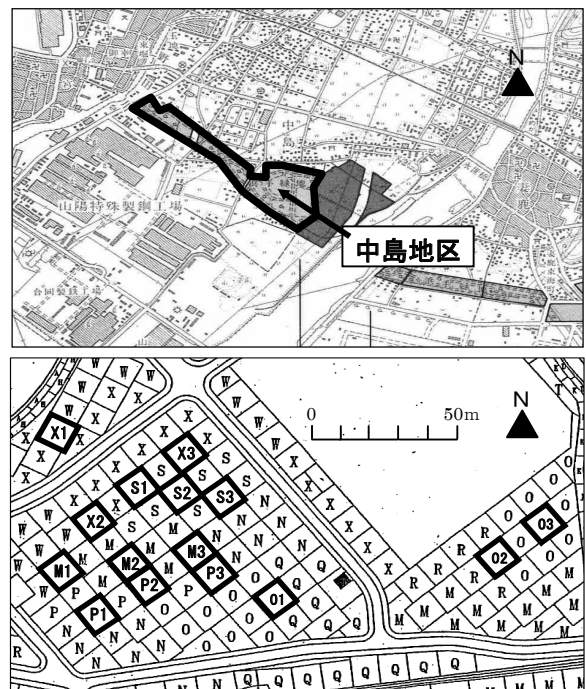


図 1 調査地と調査区の位置

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。

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。

4. パターン植栽の概要

4.1 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¹²⁾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。環境事業団¹³⁾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1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1 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%	高木 8.0本
			中木 50%	中木 8.0本
下木	21～48本	35本	高木 50%	高木 17.5本
			中木 25%	中木 8.8本
			低木 25%	低木 8.8本
計	35～76本	56本	高木 54%	高木 30.5本
			中木 30%	中木 16.7本
			低木 16%	低木 8.8本

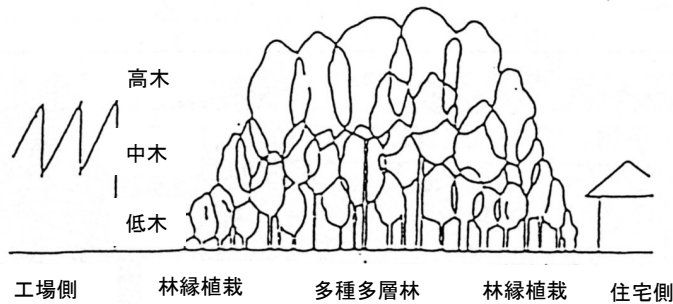


図2 多種多層林形成の概念図¹³⁾

表1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¹²⁾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2に示すとおり、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、将来の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。¹⁰⁾

吉田¹⁴⁾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。

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、整備後の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た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。

4.2 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2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。

表2 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	コジイ・タブノキ	7
		中木	コジイ・タブノキ	5
		下木	コジイ・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

5. 調査の結果

5.1 現況の樹林構造

表3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 m²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。

これより、100 m²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、高木層はコジイが主、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、林冠部の閉塞により亜高木層が被圧され、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 m²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、高木層が発達して林冠部の閉塞により、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、いずれのグループにおいても 100 m²当たり 15~20 本が残存していた。

また、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。

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カ所ずつ、樹冠投影図を作成した。図3に示す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、以下に記述する。

a. パターン M (調査区 M-2)

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 m²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 m²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。

b. パターン O (調査区 O-2)

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 m²と調査区を占有しており、タブノキの投影面積は 2.5 m²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 m²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。

c. パターン P (調査区 P-2)

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 m²、ヤマモモは 13.6 m²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 m²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。

d. パターン S (調査区 S-2)

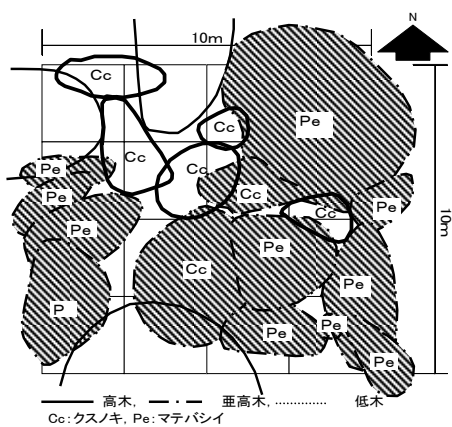
高木層には、樹高 8.5~12.8m のアラカシ、樹高 10.0~13.0 m のナンキンハゼが生育しているが、高木層でのアラカシの投影面積は 69.7 m²、ナンキンハゼは 8.7 m²であり、アラカシが林冠部をほぼ占有している状態であった。亜高木層にはアラカシとモッコクが生育し、アラカシが 3.9 m²、モッコクが 13.1 m²であり、モッコクの生育状況は比較的良好であった。パターン P に比して、亜高木層の占有率が相対的に高い数値を示したのは、パターン S では常緑広葉樹のアラカシと落葉広葉樹のナンキンハゼの混在によって林内の日照条件がパターン P よりも良好な環境であったことによるものと推察される。

e. パターン X (調査区 X-2)

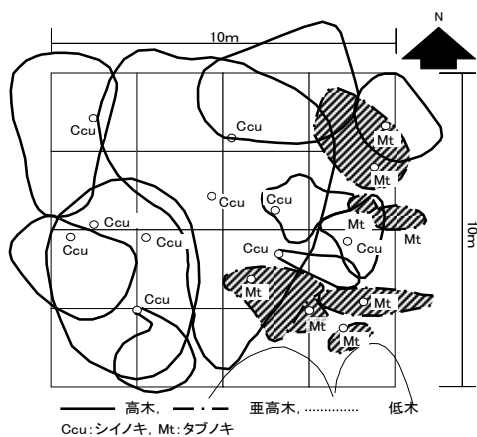
高木層には樹高 9.4~9.8m のトウカエデ・樹高 8.2~10.0m のオオシマザクラで構成され、樹冠投影面積はトウカエデが 31.32 m²、オオシマザクラが 15.91 m²であり、トウカエデが優

表 3 樹木・植生調査結果総括表

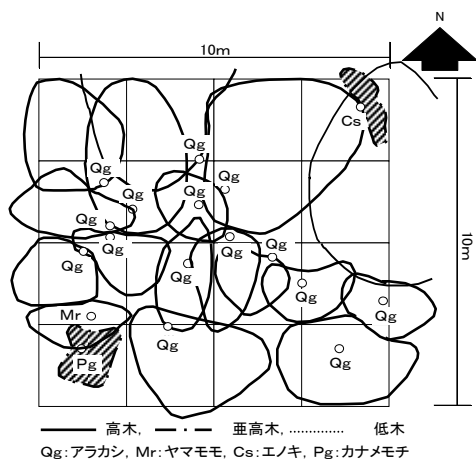
パターン	調査区	植栽本数	現存本数	階層別現存本数			階層別植被率				平均樹高		胸高幹直径 (cm)	材積 (m ³)
				高木層 (本)	亜高木層 (本)	低木層 (本)	高木層 (%)	亜高木層 (%)	低木層 (%)	計 (%)	高木層 (m)	亜高木層 (m)		
	M1	47	12	10	2	0	80	5	0	85	11.5	6	13.4	1.4
	M2	47	18	4	13	1	10	50	1	61	8.6	6.7	10.9	0.8
	M3	47	16	1	15	0	5	60	0	65	8.1	5.6	10.4	0.7
	平均	47	15	5	10	0	32	38	0	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



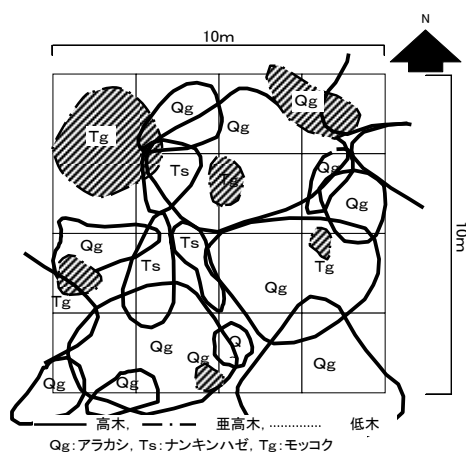
調査区M-2



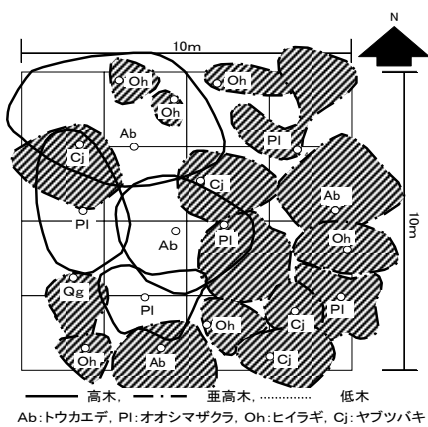
調査区O-2



調査区P-2



調査区S-2



調査区X-2

図3 樹冠投影図

占しているものの、林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。亜高木層にはオシマザクラ 14.63 m²、トウカエデ 12.77 m²、ヒイラギ 10.36 m²、ヤブツバキ 17.86 m²が混在していた。残存樹種が他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。

5.2 胸高直径と樹高から見た樹木の生育特性

(1) 胸高直径階・樹高階による樹林の構成

図 4 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」を示した。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、パターンの 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。一方、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。

「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、トウカエデ等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、林冠部が閉塞しても、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、コジイ、アラカシなどの樹木が高木層に優占し、林冠部の閉塞により亜高木層を形成する樹木を被圧され、亜高木の育成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、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

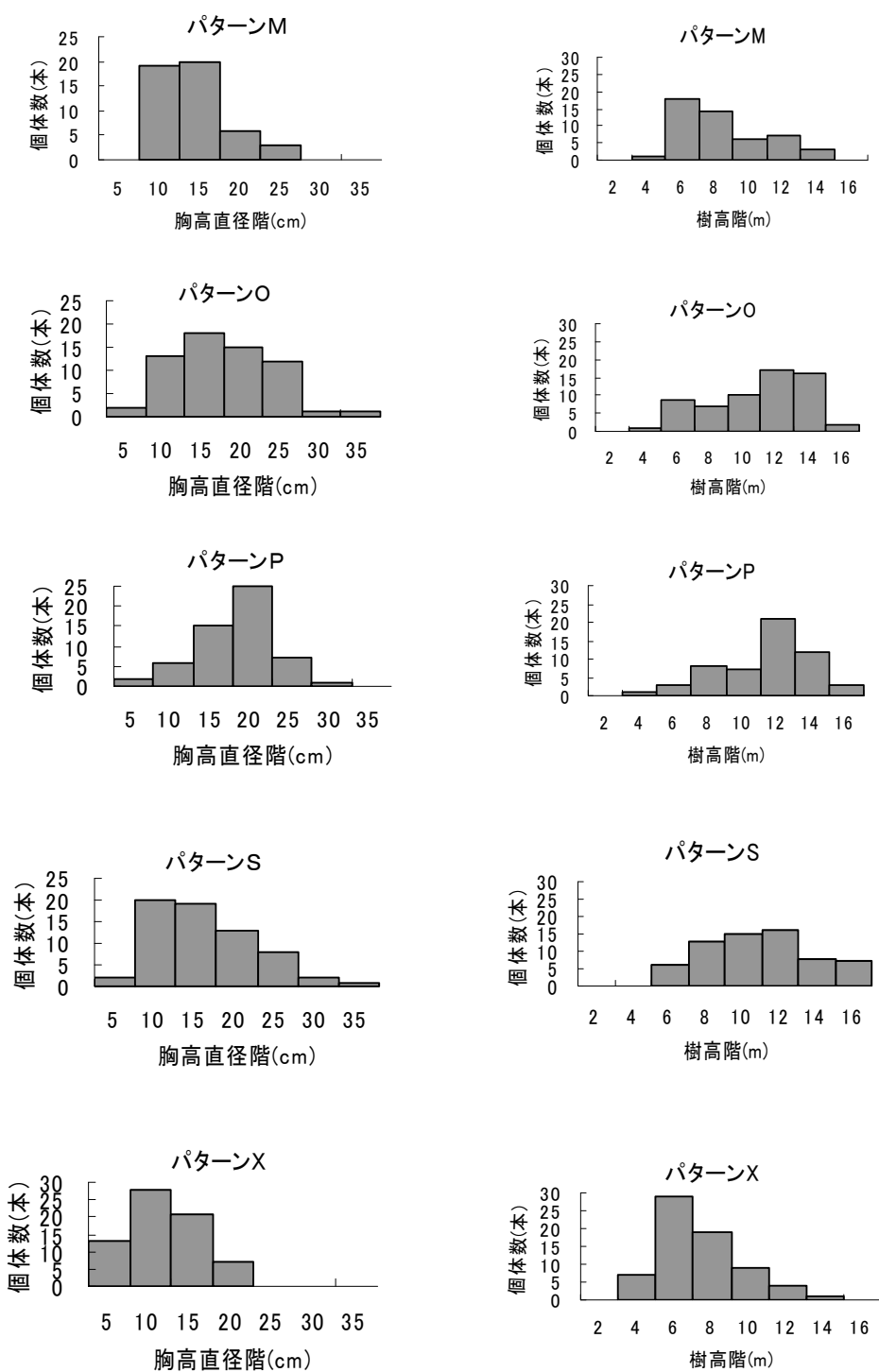


図4 各パターン別の樹高階と胸高直径階

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、林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⁸⁾、塩田ら⁹⁾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、パターン植栽により事業団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。

(2) 胸高直径と樹高の関係

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、値が小さいほどずんぐりとした形状を示す¹⁶⁾。目黒¹⁷⁾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¹⁸⁾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。

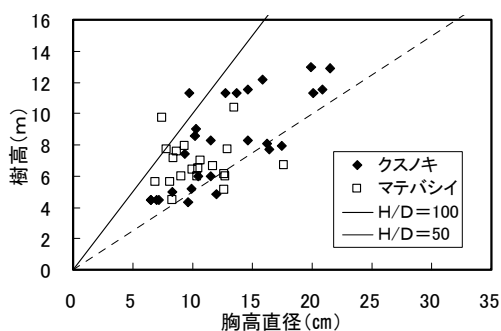
本稿で対象とした緩衝緑地では植栽後既に約 30 年が経過した状態にあることから、これらの知見を踏まえると植栽した樹木は既に老齢木の生育段階にあると考えられることから、健全な生育状態にあれば、伸長成長が安定し、肥大成長を継続している状態にあると考えられる。樹木のやせ具合について既往の研究で明確に定義されたものは見られないため、本稿では目黒らの研究^{16)、17)}を参考に、アスペクト比が 100 を目安として樹木の痩せ具合について検討し、アスペクト比が 100 を上回った状態にある樹木を「痩せ木」と見なして、生育状態について検討を行った。図 5 は、各植栽パターンを構成する現況樹木の種類毎に、胸高直径と樹高の関係をまとめたものである。

a. パターン M

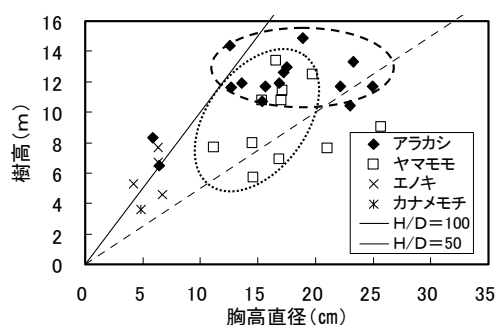
樹高が 10m 以上の高木層ではクスノキがほとんどであり、8m 未満の亜高木層ではクスノキとマテバシイが混在している。アスペクト比が 100 を大幅に上回る痩せ木はほとんどなく、平均で見ると、クスノキでは 65.7、マテバシイでは 68.6 となっており、樹種別の違いは見られなかった。

b. パターン O

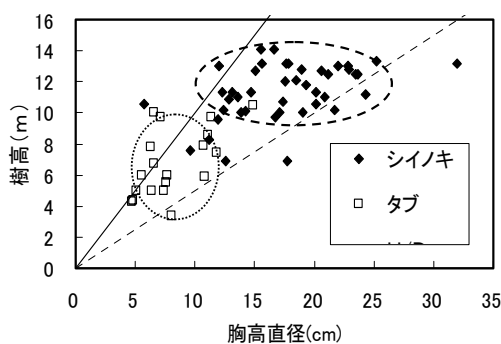
高木層を形成するコジイと亜高木層を形成するタブノキに階層分化している様子が見てとれる。樹高について見ると、コジイでは大半が 10~14m に分布しているのに対して、タブノキは 5~10m 以下に分布している。胸高直径についても、コジイでは大半が 15~25cm の間に分布しているのに対して、タブノキでは 5~15cm の間に分布している。アスペクト



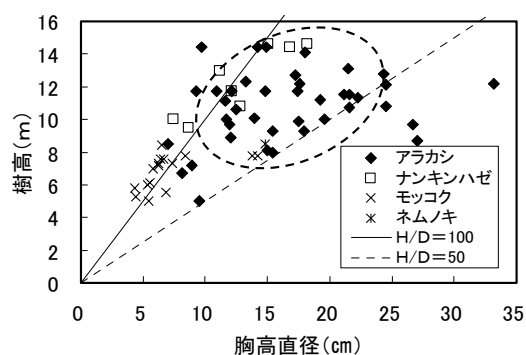
パターンM



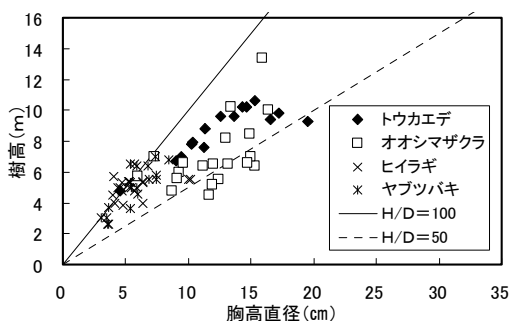
パターンP



パターンO



パターンS



パターンX

図5 胸高直径と樹高の関係

比でみると、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。

c. パターン P

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、アスペクト比でみても 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。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。

d. パターン S

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。アスペクト比でみても、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一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。

e. パターン X

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

図 6 に示すとおり、アスペクト比 (D/H) を横軸に、材積指数 (D^2H) 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¹⁶⁾。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。

a. パターン M

アスペクト比 50~100、材積指数 0~200,000 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 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。調査区における総材積指数は 6,365,661 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 /本であった。マテバシイ全体の材積指数は総計で 1,593,860 cm^3 /本、1 本当たりの平均は 79,693 cm^3 であった。

b. パターン O

アスペクト比 50~100、材積指数 0~800,000 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 /本であった。タブノキ全体の材積指数は総計で 1,067,481 cm^3 /本、1 本当たりの平均では 56,183 cm^3 であった。

C. パターン P

アスペクト比 50~100、材積指数 0~800,000 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 /本であった。ヤマモモ全体の材積指数は総計で 3,273,754 cm^3 /本、1 本当たりの平均は 297,614 cm^3 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。

d. パターン S

アスペクト比 50~100、材積指数 800,000 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 以上が 3 本分布しているが、大半は 200,000 cm^3 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ツ

コクも、材積指数は 50,000 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 /本であった。また、ナンキンハゼ全体の材積指数は総計で 1,859,532 cm^3 /本、1 本当たりの平均材積指数は 232,441 cm^3 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 cm^3 で、1 本当たりの平均材積指数は 42,370 cm^3 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。

e. パターン X

アスペクト比 50~100、材積指数 0~400,000 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 以上が同じく 3 本分布しているが、大半は 200,000 cm^3 以下となっている。アスペクト比で 50 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 cm^3 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 cm^3 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 cm^3 であり、1 本当たりの平均材積指数は 160,893 cm^3 /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 cm^3 /本、1 本当たりの平均材積指数は 116,092 cm^3 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%上回っていた。

6. 総合考察

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動態について、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、林冠部は閉塞した状態

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、林冠部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が示唆された。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¹⁹⁾であり、当該地域での生育により適応した樹種であると考えられる。

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、かつ林冠部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、パターン X では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、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、林冠部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、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示唆された。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林冠部が閉塞し、衰退していくものと推察される。

表 5 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 (D^2H) により比較・検討した。図 7 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 m²) 当たり約 17,729 千 cm³ 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 cm³、パターン P が同じく約 16,157 千 cm³ 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 cm³、パターン X では約 5,387 千 cm³ 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 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 cm³/本であり、次いでパターン S のアラカシで 345,310 cm³/本、パターン P のアラカシで 311,890 cm³/本、パターン S のナンキンハゼで 232,441 cm³/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 cm³/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の性格が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、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

表5 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^2H) ($\text{cm}^3/\text{本}$)
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	297,614
	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 gymnanthera</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

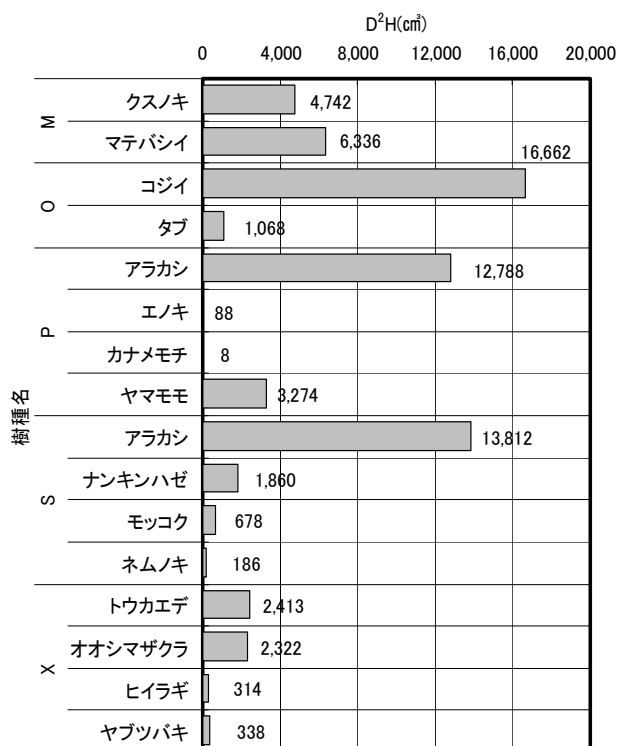


図7 各パターン別の材積指数の構成

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 $\text{cm}^3/\text{本}$ 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 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 $\text{cm}^3/\text{本}$ にとどまり、またパターン O のタブノキは 56,183 $\text{cm}^3/\text{本}$ 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²⁰⁾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が、人エ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/ m^2 、種数も 4.5 ~ 17.8 種/ m^2 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⁵⁾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。間伐等樹木の伐採については、現在、当該緑地が都市公園として公物管理されていることから、姫路市が主体となって、都市公園法を適切に運用し、樹林管理を行っていくことが必要と考えられる。

小平ら²¹⁾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評価指標としての有効性が示唆された。

7. 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の相違により、現況の樹林特性は、3つのタイプに区分された。

④アラカシやコジイ等地域の現存植生を構成する樹木のパターンの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、引き続き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。

本稿は、過年度、筆者らが発表した3編の論文^{22)、23)、24)}を基に、統合・再編して、総合考察を修正し、加筆したものである。

【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) 公害防止事業団¹⁰⁾より作成した。
- (3) 建築研究所¹⁵⁾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
<<http://www.gyokaku.go.jp/jimukyoku/tokusyu/gourika/>>
- 2) 前中久行 (1989) エコロジー緑化、『最先端の緑化技術』、ソフトサイエンス社、286-294、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) 夏原由博、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) 沼田真（1969）図説植物生態学．朝倉書店、東京、286pp.
- 12) 環境事業団（2001）環境事業団の緑地整備技術、58pp.
- 13) 環境事業団（2000）環境事業団積算基準書、142pp.
- 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、建設工業調査会、53-58
- 15) 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.
- 16) 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
- 17) 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
- 18) 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.
- 19) 宮脇 昭編（1984）日本植生誌一近畿一、至文堂、クスノキクスノキ 396pp.
- 20) 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
- 21) 小平哲夫（1995）渎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
- 22) 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
- 23) 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
- 24) 鈴木弘孝、臼井敦史、目黒伸一（2008）材積指数から見た植栽後約 30 年が経過した緩衝緑地の樹林構造特性、環境情報科学論文集 No.22、405-410

Study on forest structure in buffer green belts in Himeji

Hiroataka Suzuki, Atsushi Usui, Shinich Meguro, Kenichiro Fujisaki

Abstract

As a part of the studies to verify the significance and roles of buffer green belts constructed by joint welfare facility construction projects, changes in forest structure in forests that were planted approximately 30 years ago were investigated in order to understand the effects of the pattern planting method, which was used to plant the buffer green belts. Forest structure was compared in buffer green belt zones in Nakashima district, where trees were densely planted in five different patterns (30 to 50 trees per m²). The resultant number of surviving trees was about 20 per m² in all zones regardless of the planting density. The forest structure differed by the combination of tree species planted, and can be classified into two: one in which one single species dominates the forest crown suppressing the other shorter species, and the other in which two or more tall and medium-tall species coexist. As a result, the growth of *Quercus glauca* and *Castanopsis cuspidata* was remarkable, and 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, showing a declining tendency. On the other hand, with *Myrica rubra*, the aspect ratio was about 50, showing good growth.

Keywords: buffer green belt, pattern planting, forest structure, aspect ratio