

## 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<sup>1),2)</sup>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<sup>3)</sup>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<sup>4)</sup>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<sup>5)</sup>、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<sup>6)</sup>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

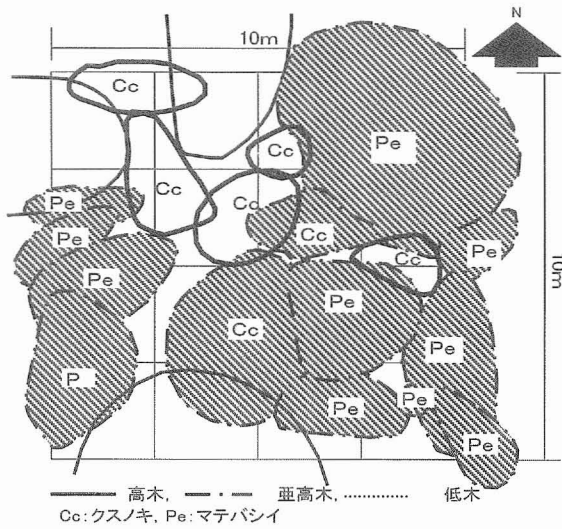


図5-1 樹冠投影図(調査区M-2)

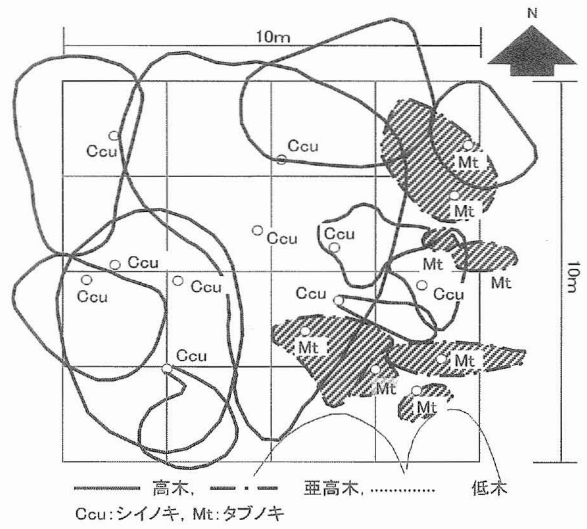


図5-2 樹冠投影図(調査区O-2)

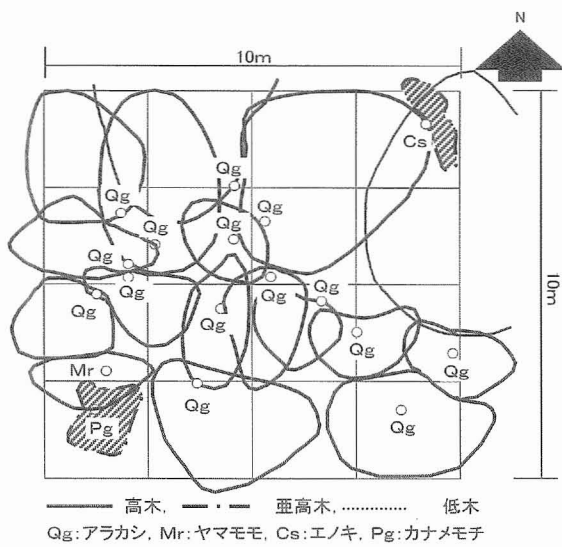


図5-3 樹冠投影図(調査区P-2)

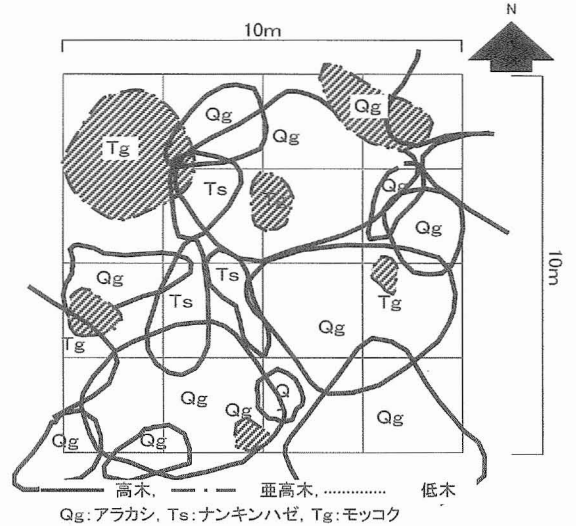


図5-4 樹冠投影図(調査区S-2)

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

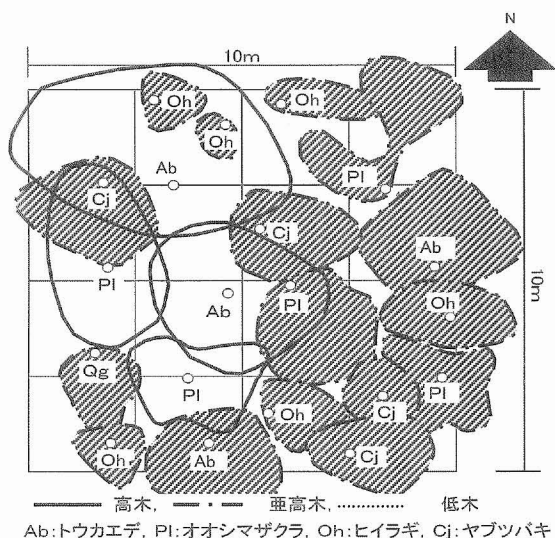


図5-5 樹冠投影図(調査区X-2)

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<sup>6)</sup>。

目黒<sup>5)</sup>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<sup>7)</sup>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<sup>5),6)</sup>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。

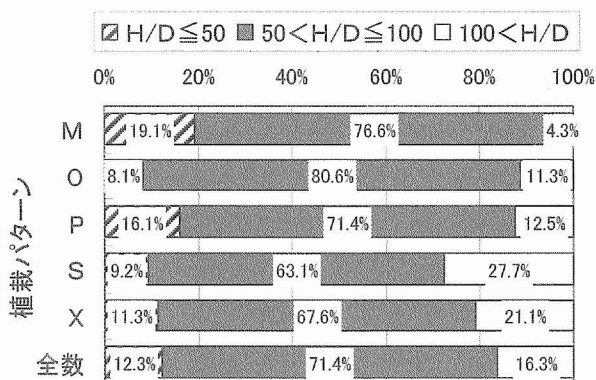


図5-6 植栽パターン別アスペクト比の構成

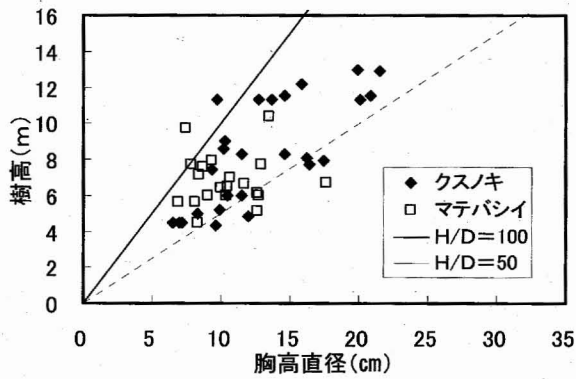


図5-7 胸高直径と樹高の関係(パターンM)

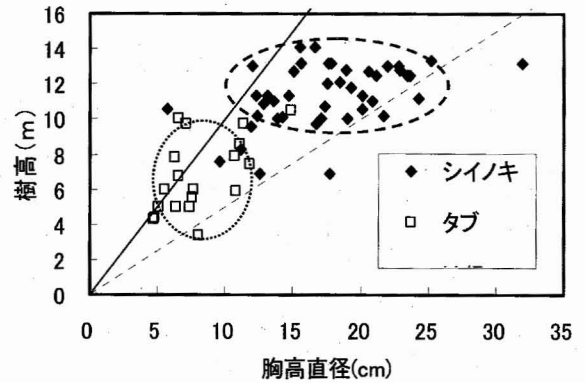


図5-8 胸高直径と樹高の関係(パターンO)

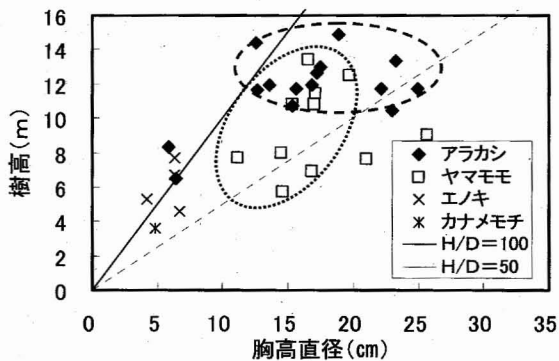


図5-9 胸高直径と樹高の関係(パターンP)

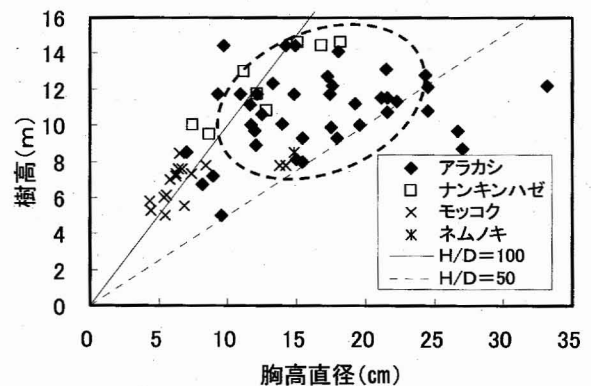


図5-10 胸高直径と樹高の関係(パターンS)

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(D<sup>2</sup>H)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<sup>10)</sup>。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

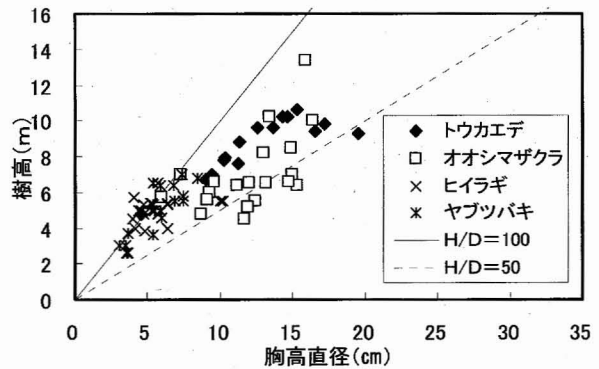


図5-11 胸高直径と樹高の関係(パターンX)

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 cm<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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 cm<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>/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<sup>3</sup>/本、1本当たりの平均は79,693 cm<sup>3</sup>であった。クスノキが、総材積指数の約75%を占めていた。

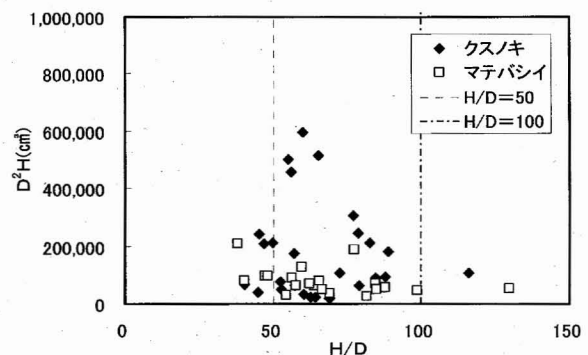


図5-12 アスペクト比(H/D)と材積指数(D<sup>2</sup>H)(パターンM)

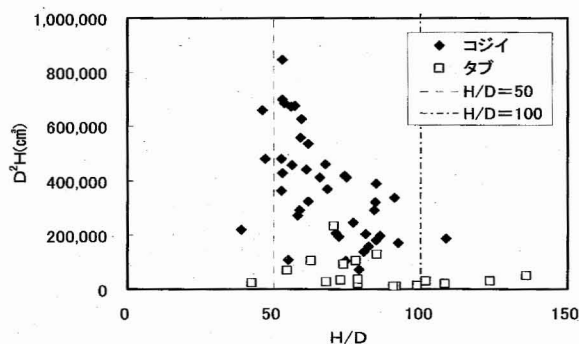


図5-13 アスペクト比(H/D)と材積指数(D<sup>2</sup>H)  
(パターンO)

### 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 cm<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>/本であった。タブノキ全体の材積指数は総計で1,067,481 cm<sup>3</sup>/本、1本当たりの平均は56,183 cm<sup>3</sup>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 cm<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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

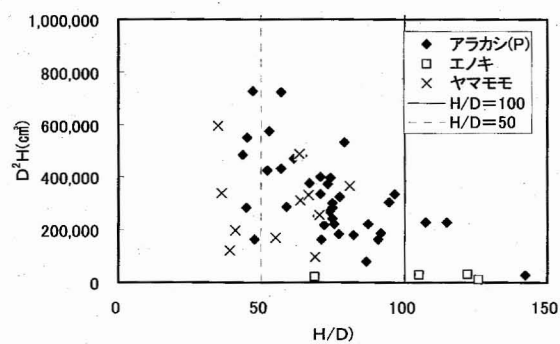


図5-14 アスペクト比(H/D)と材積指数(D<sup>2</sup>H)  
(パターンP)

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 cm<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>/本であった。ヤマモモ全体の材積指数は総計で3,273,754 cm<sup>3</sup>/本、1本当たりの平均は297,614 cm<sup>3</sup>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 cm<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>以上が3本分布しているが、大半は200,000 cm<sup>3</sup>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 cm<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>/本であった。また、ナンキンハゼ

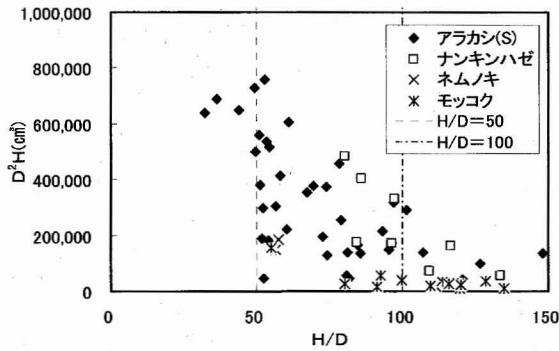


図5-15 アスペクト比(H/D)と材積指数(D<sup>2</sup>H)  
(パターンS)

全体の材積指数は総計で 1,859,532 cm<sup>3</sup>/本、1 本当たりの平均材積指数は 232,441 cm<sup>3</sup>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<sup>3</sup>で、1 本当たりの平均材積指数は 42,370 cm<sup>3</sup>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 cm<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>以上が同じく 3 本分布しているが、大半は 200,000 cm<sup>3</sup>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 cm<sup>3</sup>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<sup>3</sup>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<sup>3</sup>であり、1 本当たりの平均材積指数は 16

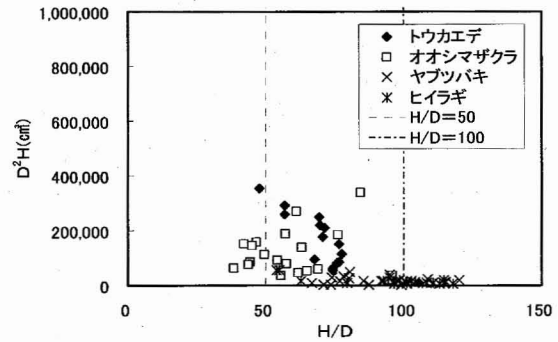


図5-16 アスペクト比(H/D)と材積指数(D<sup>2</sup>H)  
(パターンX)

0,893 cm<sup>3</sup>/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<sup>3</sup>/本、1 本当たりの平均材積指数は 116,092 cm<sup>3</sup>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<sup>8)</sup>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  $\text{cm}^3$ 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<sup>6)</sup>。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(D<sup>2</sup>H)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  $\text{m}^2$ ) 当たり約 17,729  $\text{千cm}^3$ 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  $\text{千cm}^3$ 、パターンPが同じく約 16,157  $\text{千cm}^3$ 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  $\text{千cm}^3$ 、パターンXでは約 5,387  $\text{千cm}^3$ 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  $\text{cm}^3$ /本であり、次いでパターンSのアラカシで 345,310  $\text{cm}^3$ /本、パターンPのアラカシで 311,890  $\text{cm}^3$ /本、パターンSのナンキンハゼで 232,441  $\text{cm}^3$ /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  $\text{cm}^3$ /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 <sup>2</sup> H) (cm <sup>3</sup> /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

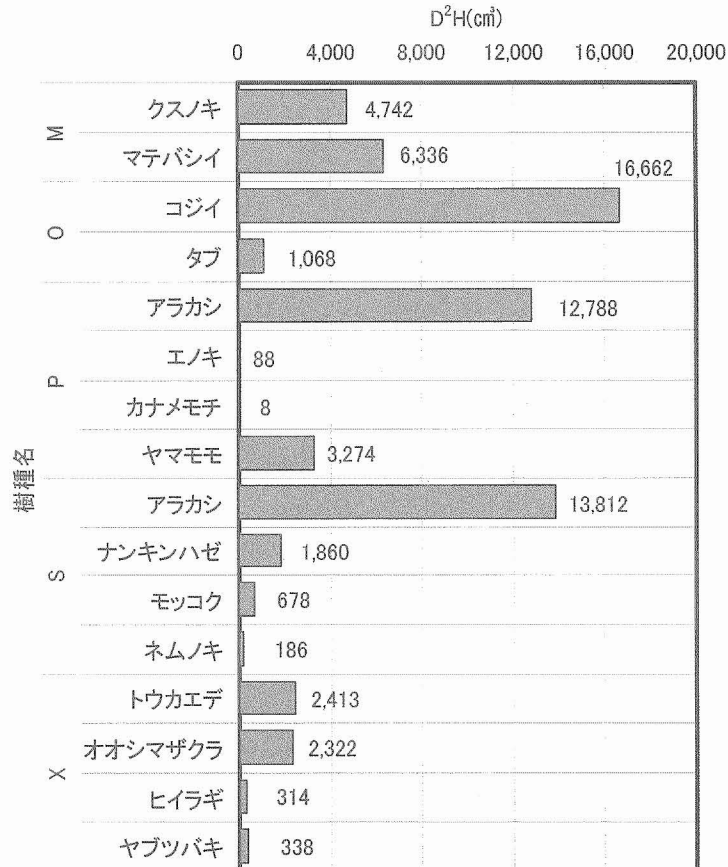


図5-17 各パターン別の材積指数の構成

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  $\text{cm}^3/\text{本}$ 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  $\text{cm}^3/\text{本}$ 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  $\text{cm}^3/\text{本}$ 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5-16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  $\text{cm}^3/\text{本}$ 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<sup>9)</sup>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/ $\text{m}^2$ 、種数も4.5～17.8種/ $\text{m}^2$ 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<sup>10)</sup>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<sup>11)</sup>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<sub>H</sub>)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