

異なる森林下における林床での光環境と 樹木の実生分布との関係

島野光司*・池田 正**・和田美貴代**

Relationship among Forest Structure, Species Composition, Light Condition
and Seedling Distribution on a Series of Succession

Koji Shimano*, Tadashi Ikeda** and Mikiyo Wada**

はじめに

東京都心部の潜在自然植生は、植物社会学的にはヤブコウジースダジイ群集とされるが、この群落
が自然状態で分布している地点は限られている。また、都内・都下に点在する薪炭林起源の落葉広葉
二次林は、今後、潜在自然植生のスダジイ林に遷移していくことが考えられるが、具体的にどの様な
組成・森林構造の変化を経て遷移していくのかを明らかにした研究は少ない。

スダジイ林の遷移の過程が明確にされていない理由として、スダジイ林と遷移途上にある森林が同
時に保護・保全されている場所そのものがないことが大きな原因と考えられる。国立科学博物館附属
自然教育園にはほぼ原植生と思われるスダジイ林から、いわゆる雑木林として維持されているコナラ
やシデを主体とする落葉二次林まで、遷移系列上の様々な森林が存在している。

そのため、自然教育園内においてこうした遷移系列上の森林の種組成や森林群落構造、さらに林床
の光環境や実生の分布などを明らかにすることは、現在都市部に点在する森林群落の今後の姿を予想
することに役立つ。また、様々な森林タイプで群落構造と種組成、特に林床に出現する実生や草本種
との関係を明らかにすることは、多様な植生環境の維持といった点からも興味を持たれる。

遷移の途中相がどの様な種組成に変化していくか把握するためには、実生の定着・存続条件を知る
必要がある。一般に知られるように、実生の存続には光条件が大きな影響を与えているため、どの様
な群落にどの様な実生がどの程度の光環境で定着・存続しているのかを把握することは重要である。

また、個々の樹種の実生やさらには草本が恒常的に分布している状態で光環境を測定できれば各種
の生存に必要な光環境を推定することができる。一方で各群落下の林床で光環境の把握をしておけば、
どの様な組成・構造を持つ群落の下でどういった種の実生や草本が定着できるのかを光環境の面から知
ることができる。

* (財)電力中央研究所, Biology department, Central Research Institute of Electric Power Industry

** 横浜国立大学 環境情報学府, Graduate School of Environment and Information Science,
Yokohama National University

そこで本研究の目的は、自然教育園内でスダジイ林への遷移系列上にあるに存在する様々なタイプの森林が、遷移の段階でどのような種組成や群落構造を持ち変化していくのかを、林床の光環境や実生の分布などをふまえて把握することとした。

1. 調査地と方法

調査地

調査地は自然教育園内である。ここには、自然植生に近いシイ林から近年まで里山で普遍的に見られたコナラやイヌシデなどの落葉広葉樹による二次林など、様々なタイプの森林がよい状態で保存されている。今回は、これらの中から以下の8地点の森林群落を調査した（以下、プロット1-プロット8と呼ぶ。図1）。

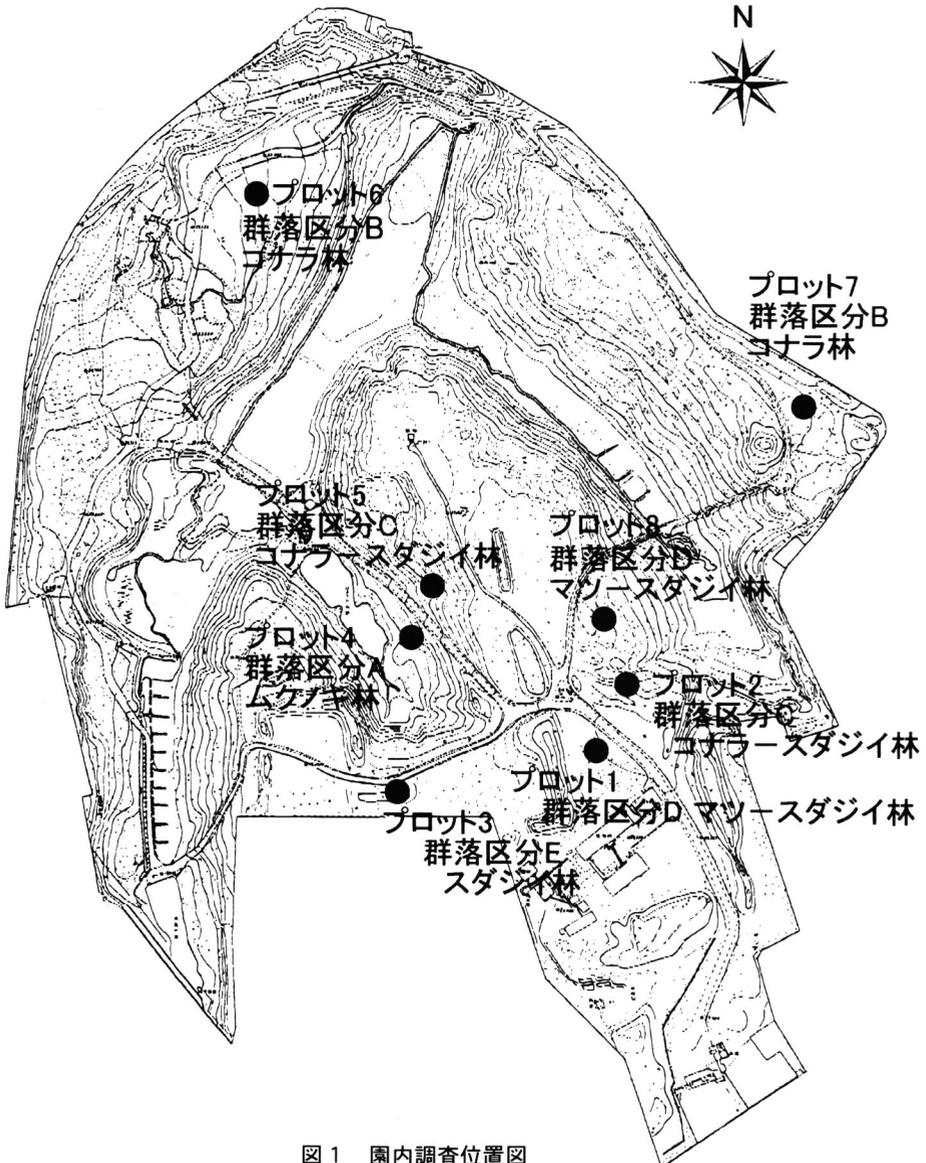


図1 園内調査位置図

プロット1. クロマツ林

クロマツを主体としながらアカマツを交えるマツ林である。高木層には、マツ以外にウワミズザクラやミズキなどを交える。下層をヒサカキが被うため、林床は暗い。

プロット2. 落葉樹林

プロット1のクロマツ林の園路を挟んで反対側にあり、ベンチに近い地点である。コナラ、ヤマザクラの大木に混じってシラカシなどが見られる。プロットの中央に高さ1m程度のマウンドがあり、林床はアオキに被われているが、比較的明るい。

プロット3. スダジイ林

高木層はスダジイで被われている。群落高は15m程度でそれほど高いわけではないが、林冠木は直径30cm程度でかつ林冠は鬱閉している成熟林である。この地域の遷移上の極相にあたり、潜在自然植生と考えられる。

プロット4. 落葉樹林

ひょうたん池の縁にあたる谷部に面した斜面上にある。高木層はイイギリやミズキなどの落葉広葉樹が優占し、林床は高さ1m程度のアオキで一面が被われている。

プロット5. 落葉樹林

上層15m以上のコナラやイイギリなどの落葉高木林で被われ、その下には5m程度の常緑樹の亜高木・低木層がある。プロット4とは園路をはさみ向かい合う場所だが、こちらは比高が2-3mほど高い。常緑の亜高木層のため、林床は暗い。

プロット6. 落葉広葉二次林

樹高20m近いコナラやイヌシデなどが林冠を被う、典型的な二次林である。林内は明るく、林床には高木性樹木の实生や草本類も多く見られる。また、一部をアズマネザサが被う。

プロット7. 落葉広葉二次林

高木層にイイギリやコナラの大木が優占する林である。低木層はアオキやネズミモチ、シロダモなどが散在する。小さなギャップがあり、林床には部分的に高木性樹木の实生が見られる。

プロット8. マツ林

上層はアカマツに被われるが、亜高木、低木層を常緑のアオキやヒサカキ、スダジイなどが被うため、林床は暗い。そのため草本や木本の实生はほとんど見られない。

2. 調査方法

(1) 土壌調査

各プロットでの土壌の状態を把握するために、検土杖を使い土壌の種類と垂直構造を調べた。また、

各プロットの土壌水分を調べるために、地表面から10-20cm程度の深さから、土壌を200g程度採集し、乾燥後の重量の違いから含水率を計算した。土壌の乾燥には池田理科社製の乾燥機を使い、105度で72時間乾燥させた。この時点で質量を量り、さらに24時間乾燥させ、質量の変化のないことを確かめた。

(2) 種組成

調査対象となる群落が植物社会学的にどのような位置づけにあるかを判断するため、Braun-Blanquetによる植物社会学的植生調査を行い、種組成およびその被度・群度を記録した。

(3) 群落構造

対象となる森林の群落構造を把握するため、15m×15mのコードラートを各森林に設置し、1.3m以上の樹木の毎木調査を行った。計測したのは、種名、胸高（地上から1.3mの高さの）直径とその樹高である。萌芽に関しても、その幹高が1.3m以上であればその直径を測定した。

(4) 実生調査

各群落内にどのような種類の実生がどの程度あるのか、どのような状態で存在するのかわかるために、1m²の実生枠を10個設置し、実生と草本の種類を記録した。

(5) 光環境

各森林の林冠下がどの程度の光環境を持つか、また各森林タイプの下で生存している実生がどの程度の光環境で生育しているのかを把握するために、相対光量子密度 (RPPFD) を測定した。測定は実生の高さを考慮して地上10cmの高さで行った。また、林床に十分な光が届き、実生の高さと低木層の高さに相対光量子密度の差がありそうなプロットでは、高さ2mの位置でも同様の測定を行い、その比較を試みた。測定には光合成有効光量子センサーとしてLi-cor社のLI-190SAと小糸製作所のIKS-27を使った。

コントロールとなるセンサーをオープンサイトである池の中央部、高さ約3mの位置に取り付けた。1分ごとに自動的に記録が取れるようデータ・ロガーを設置した。測定は、1999年8月13日に行った。曇天日の正午前後が、光が散乱光のみで占められて全天からほぼ均一に光が照射され明るさが安定している（村岡・鷺谷, 1999）ことから、曇天日を測定日に選定した。

(6) 全天写真

林床から見たときの森林の鬱閉度を把握するために、全天写真による林冠の被度を全天写真によって解析した。撮影にはシグマ社製の魚眼レンズ (8mm f4 EX circular fisheye) を使用した。地上50cmの高さで水平に機材を設置して撮影を行った後、フィルムスキャナで画像を取り込み、白黒に二値化し、画像解析ソフトLia32 (名古屋大学 山本一清博士 作成) を使って空隙率を算出した。撮影は落葉樹の落葉の影響を見るために夏と冬の二度行い両者の差を比較した。

3. 結果と考察

(1) 土壌

全体での平均含水率は $43.2 \pm 3.0\%$ であった(表1)。標準偏差も小さいため、いずれの地点でも大きな違いは無いと考えられる。土壌の種類は、各地点とも褐色森林土であった。いずれの地点も上からA₀層(有機物層)、A₁層、A₂層、B層(粘土層)の順で配列していた。A層の厚さは30cm前後で非常に薄く、基質であるB層は非常に浅いところにあった。基質はいわゆる関東ローム層の火山灰土で、硬い粘土層となっている。

池に面した斜面林のプロット4では深さ1mまでの検土杖による調査ではA₁層が厚いため粘土層が観察されなかった。しかし、他の地点がすべて関東ローム上に成立した褐色森林土である成帯土壌であることなどから、この地点においてもより下層には関東ロームが堆積し、他の地点と同様の垂直構造を持つと考えられる(表2)。地形の特質として、周りからの崩積土がたまつたためA₁層が他の地点より厚かったことも考えられる。

土壌の種類、垂直構造、土壌含水率など、全体で見ると大きな違いはないため、土壌条件が実生や草本の違いに与える影響は少ないと思われる。

(2) 種組成による群落区分

(2.1) 群落区分

各調査林分において植物社会学的植生調査を行い、群落体系上の位置付けを明らかにした(表3)。各群集の標徴種、区分種、立地条件などについては、日本植生誌関東(宮脇, 1985)もとにした。

群落区分A：ムクノキ林(プロット4)

本調査林分は池に面した谷状斜面に成立しており、他の林分とは立地が大きく異なる。林床にアオキが密生するため草本類は僅かで出現種数も少なかった。

本調査林分は、植物社会学的にはムクノキーエノキ群集に相当すると考えられる。本林分のように、エノキ、ムクノキ、イロハモミジなどが出現する群集としては、ムクノキーエノキ群集とイロハモミジケヤキ群集が考えられる。一般にムクノキーエノキ群集は、ムクノキ、エノキを標徴種、キチジョウソウ、カテンソウを区分種とし、河川沿いの自然堤防や後背湿地などに成立する。一方イロハモミジケヤキ群集はケヤキ、イロハモミジ、ウラジロガシ、アラカシ、イヌガヤなどを標徴種とし、土砂移動の起こりやすい不安定立地に成立する。

今回調査した林分は、ムクノキーエノキ群集の標徴種のムクノキ、エノキ、区分種のキチジョウソウを含むことから、ムクノキーエノキ群集に相当すると考えられる。しかし、通常のムクノキーエノキ群集の成立立地とは異なることから、林冠で優占するムクノキの名をとりムクノキ林とした。

群落区分B：コナラ林(プロット6, 7)

本調査林分はオニシバリーコナラ群集に相当すると考えられる。本林分のように、コナラが優占する群集としては、オニシバリーコナラ群集とクスギコナラ群集が考えられる。一般にオニシバリー

コナラ群集は、アカメガシワ、イヌビワ、タブノキなどを標徴種・区分種とし、関東南部の沿岸部の低地など温暖な場所に成立する。また、常緑広葉樹を多く伴うという特徴を持つ。一方クスギーコナラ群集はヤマコウバシ、ノガリヤス、シラカシなどをオニシバリーコナラ群集に対する区分種とし、オニシバリーコナラ群集より内陸に成立する。

今回調査した林分は、オニシバリーコナラ群集の標徴種となっているイヌビワやタブノキを含み、常緑広葉樹を多く含むことから、オニシバリーコナラ群集に相当すると考えられる。しかしながら、オニシバリーコナラ群集の他の標徴種であるアカメガシワやキブシ、ハゼノキなどを欠くことから、単にコナラ林とした。

この林分で出現した常緑高木は、シロダモとタブノキであり、これらは鳥散布型の種子を持つ。堅果をもつスダジイでなく、鳥散布型のシロダモ、タブノキが侵入しているところに都市林の遷移の有り様がうかがわれる。

群落区分C：コナラスダジイ林（プロット2，5）

この2林分はコナラ・スダジイ混交林である。落葉樹林であるコナラ林から常緑のスダジイ林に遷移しつつある林分と考えられる。プロット5では、スダジイはまだ林冠には達しておらず、初期的な遷移段階にあると考えられる。

この森林は、植物社会学的には後述のスダジイ林と同様のヤブコウジースダジイ群集に相当すると考えられる。コナラとスダジイの混交林は、前述のヤブコウジースダジイ群集かオニシバリーコナラ群集が考えられる。一般にヤブコウジースダジイ群集は特定の群集標徴種は持たず、スダジイ、ウラジログシ、ヒイラギなど上級単位の標徴種によって特徴づけられる。一方オニシバリーコナラ群集は、アカメガシワ、イヌビワ、タブノキなどを標徴種・区分種とする。

今回調査した林分は、ヤブコウジースダジイ群集の特徴づけるスダジイが優占すること、後述のスダジイ林と種組成の違いが僅かなことから、ヤブコウジースダジイ群集に相当すると考えられる。しかし、ヤブコウジースダジイ群集を特徴づけるウラジログシやヒイラギなどを欠くことから、林冠で優占するスダジイとコナラの名をとりコナラスダジイ林とした。

群落区分D：マツースダジイ林（プロット1，8）

植栽されたクロマツ・アカマツ林からスダジイ林への遷移の途中相と考えられる。植栽された高木層のマツ類の下層にスダジイやシラカシなどが侵入・生育している状態である。

植物社会学的には、この森林は、後述のスダジイ林と同様のヤブコウジースダジイ群集に相当すると考えられる。ここでは、マツ林という側面とスダジイ林という側面でこの林分の植物社会学的な位置づけを検討したい。関東地方においてはクロマツ林は全て植栽起源の林なので、ここではアカマツ林について考える。

関東地方の代表的なアカマツ林として、ヤブツバキクラスヒメヤブランーアカマツ群集とブナクラスのヤマツツジーアカマツ群集が挙げられる。ヒメヤブランーアカマツ群集は、ヒメヤブランやチヨウセンガリヤス、ノカンゾウなどを標徴種・区分種とし、河川沿いや中洲に成立するものである。それに対し、ヤマツツジーアカマツ群集は、アカマツ、キハギ、ミツバツツジなどを標徴種とし、丘陵地から山地にかけての岩場ややせ尾根などに広く成立する。この他、雑木林の中などに混生するア

カマツ林があるが、こういったアカマツ林の種組成は周囲の雑木林と差が小さいため、クヌギーコナラ群集など周囲の雑木林と同じ植生単位にまとめられることが多い。

こうしたアカマツ林は、いずれも林床は明るく、低木層はエゴノキやガマズミ、ヤマツツジ、ネジキ、リョウブなどの様々な落葉広葉樹が出現することが知られている。

しかしこの調査地は、落葉広葉樹を欠き、ヤブツバキクラスの標徴種であるヒサカキやサカキ、シロダモなどが亜高木・低木層を被うため林床は暗い。このように常緑広葉樹に被陰されている環境で、出現する木本実生の種類としては、アオキ、シラカシ、シロダモなどに限られてしまう。また、その他のものをみても、ビナンカズラ、ナガバジャノヒゲといった、一般に耐陰性の高いとされる種に限られている。

今回調査した林分は、マツ類が植栽されたものであることに加え、スダジイが出現すること、後述のスダジイ林と種組成の違いが僅かなことなどから、ヤブコウジースダジイ群集に相当すると考えられる。この根拠は次の項目で述べる。ただし、ヤブコウジースダジイ群集を特徴づけるウラジロガシやヒイラギ、アリドオシなどを欠くことから、林冠で優占するマツ類とスダジイの名をとりマツースダジイ林とした。

群落区分E：スダジイ林（プロット3）

本調査林分はヤブコウジースダジイ群集に相当すると考えられる。本林分のような、常緑樹が優占する群集としては、ヤブコウジースダジイ群集、シラカシ群集などが考えられる。一般にヤブコウジースダジイ群集は特定の標徴種を持たず、スダジイ、ウラジロガシ、ヒイラギなど上級単位の標徴種によって特徴づけられ、沿岸部の丘陵地や山地山麓部、洪積台地の肩などに成立する。一方シラカシ群集はシラカシ、チャノキ、ナンテンなどを標徴種とし、洪積台地や丘陵地、内陸の沖積地に成立する。

自然教育園が台地の肩部に位置することから、立地特性から今回調査した林分をヤブコウジースダジイ群集とした。しかし、ヤブコウジースダジイ群集を特徴づけるウラジロガシ、ヒイラギや、シラカシ群集の標徴種であるチャノキやナンテンなどを欠くこと、調査林分のスダジイが植栽されたものであること、ヤブコウジースダジイ群集とシラカシ群集の分布の境界域であることなど、特定の群集に同定しきれない点も多い。今後、自然教育園のスダジイ林について群落体系上の位置付けを検討する必要がある。そこで今回は林冠で優占するスダジイの名をとりスダジイ林とした。

この群落は、土塁付近に植栽されたスダジイを起源とするスダジイの若齢林である。本調査地点は植栽によるものだが、随伴種などの組成や後述する林分構造は極相林としてのスダジイ林に近いと考えられる。今後自然遷移が進んでいけば、スダジイを優占種とする潜在自然植生に近づいて行くものと考えられる。

(2.2) 潜在自然植生

自然教育園で今回調査した全ての群落タイプはヤブツバキクラスに相当する。いずれの地点にも出現し区分種とならなかった林床植物のアオキ、サネカズラ、シロダモ、ネズミモチ、ナガバジャノヒゲなどはヤブツバキクラスの標徴種である。

自然教育園内の潜在自然植生は、大部分がヤブコウジースダジイ群集またはシラカシ群集であると

考えられる。ヤブコウジースダジイ群集とシラカシ群集は、林冠にそれぞれスダジイとシラカシが優占することが特徴の一つである。しかしながら、自然教育園内の森林群落は、1) 遷移途上のため、これらの種が林冠層を形成していない、2) スダジイ林域とシラカシ林域の移行的な地域である、3) 人の影響が大きい、4) 植栽木が多い、5) 先駆的な特性を持つ常緑広葉樹であるシロダモが亜高木・低木層をしばしば被い、林床に標徴種となる種の出現が少ない、といったことからこのいずれかに決定するのは困難であった。

一方、現在ムクノキの優占林が成立する谷部では、ムクノキーエノキ群集が潜在的に成立すると考えられる。今回調査を行った地点としては、ひょうたん池に面した斜面のプロット4がこれにあたる。ヤブコウジースダジイ群集やシラカシ群集が属するアカガシ-シラカシ群団の標徴種としてヒサカキとヤツデがあるが、このムクノキ優占林ではこれらの種がみられない。そのため、同じヤブツバキクラスながら、ムクノキーエノキ群団のムクノキーエノキ群集を潜在自然植生と考えることが出来る。

(3) 群落構造

次に毎木調査の結果から解析された各森林群落の林分構造について記す(表4)。プロットは、植物社会学的に分類された A ムクノキ林, B コナラ林, C コナラースダジイ林, D マツースダジイ林, E スダジイ林の順にプロット番号をあわせて示す。また、表に各森林のBA (Basal Area; 調査面積に対する幹断面積の割合) と、BAで算出した優占度を優占度が高い順に示す(表5)。

群落区分A: ムクノキ林 (プロット4, 表4a, 5a)

林分のBAは66.9m²/haとやや高い値を示した。イイギリ(23.6m²/ha, 35.3%)とムクノキ(20.5m²/ha, 30.7%)がBAでそれぞれ30%以上を占め、優占している。これらは何れもDBH60cm以上、樹高も16-18mと高く、林冠層を形成している。また、それに続いてミズキも林冠層に達している。亜高木層のイロハモミジの優占度が他のプロットと比較して高いことや、タブノキが出現していることも本プロットの特徴である。

森林構造および優占度の算出に用いた毎木調査のデータは樹高1.3m以上の個体についてのみ行っているため、林床を一面被っているアオキについてはここでは評価されていない。実際には樹高1m程度のアオキが林床を一面に被っている。

群落区分B: コナラ林 (プロット6, 7, 表4b, 5b)

プロット6.

林分のBAは52.2m²/haと標準的な値を示した。イヌシデとコナラがそれぞれ45.8%, 34.6%と優占して、両者で80.4%となった。

林分構造としては、林冠層をコナラ、イヌシデが優占し、他にミズキ、ヤマザクラ、ケヤキなどが混じっている。亜高木層にはイヌシデが林冠層に続いて出現した。また、イヌシデは萌芽幹を持っており、この萌芽幹も亜高木層に達していた。低木層では、他の林分と同様、アオキやヒサカキといった常緑広葉低木種も出現したが、落葉低木種のクロモジが多く出現したことがこの林分の特徴といえる。他に植栽起源の落葉低木であるハリグワもみられた。全体としていわゆる雑木林の特徴を示していると言える。

プロット7.

林分のBAは56.1m²/haと標準的だった。このうちコナラが73.1%を占め優占していた。林分構造はコナラとイイギリが林冠部を被っていた。特に、コナラはDBHが50cmを越える第6プロットの落葉二次林との違いは、イヌシデが林冠部に出現しないこと、また、ネズミモチ、モチノキ、シロダモなどの常緑広葉樹が亜高木層を被っていること、低木層をやはり常緑樹であるアオキが占めていることなどである。すなわち、相観的には林冠部はコナラが優占し落葉広葉樹林であるが、亜高木、低木層といった下層には常緑の亜高木・低木種が優占している。そのため、第6プロットの落葉二次林が頻繁に管理されている雑木林といった相観・森林構造を示すのに対し、この第7プロットは、管理が止まり常緑樹の侵入が起こっている状態といえる。

群落区分C：コナラスダジイ林（プロット2, 5, 表4c, 5c)

プロット2.

林分のBAは69.6m²/haとやや高かった。このうち25.6m²/ha (36.8%)を一本のヤマザクラが占め、こうした大きな個体を含んだため、林分のBAが高くなったと考えられる。また、後述するように亜高木層で優占するイロハモミジのBAも18.2m²/haと高い。

森林構造としては、直径86cmのヤマザクラの他、コナラ、ムクノキ、シラカシが林冠を形成している。亜高木層には高さ10m前後のイロハモミジが優占しており、低木層ではアオキが優占している。このアオキは、個体数は16個体、高さ1.3m以上の幹数は42本あるが、何れもサイズが小さいため、そのBAは低い。

常緑のアオキは落葉広葉低木に比べると耐陰性が高く、また、栄養繁殖によってもその分布を広げることができる。そのため林冠層をスダジイなどが被ったりしないような明るい林床ではアオキが繁茂することがよく観察される。

プロット5.

林分全体のBAは48.6m²/haと成熟した森林としては一般的な値であった。ここでは、コナラ、イイギリ、ミズキといった遷移初期種にあたる落葉広葉樹が、BA割合でそれぞれ32.0%、23.9%、22.4%と優占していた。それに続いて常緑の極相構成種であるスダジイが12.1%を占めていた。

林分構造をみるとコナラ、イイギリそしてミズキが林冠層を構成しており、幹も太い。そして、亜高木、低木層にスダジイ、シラカシ、ヒサカキが多数出現している。相観的には落葉広葉樹・常緑広葉樹の二段林を示している。

林冠部のコナラ、イイギリ、ミズキはいずれも明るい立地で成長のはやい遷移初期種である。下層のスダジイ、シラカシは極相林を構成する高木性樹種であり、この地域の潜在自然植生を構成する主要な林冠構成種である。そのため、この林分は次第にスダジイ、シラカシが林冠を被い、下層にヒサカキをとまなう極相林に遷移していくことが考えられる。

群落区分D：マツースダジイ林（プロット1, 8, 表4d, 5d)

プロット1.

林分のBAは75.8m²/haと高かった。一般に成熟した林分ではBAが50m²/ha前後になることが多い

が、針葉樹林ではしばしば80-100m²/ha前後の高い値を示すことがある。これは、一般に針葉樹の林冠が落葉広葉樹に比べ細長いこと (Shimano, 1997) と関連があると考えられる。すなわち針葉樹は幹の断面積に対する林冠の断面積が落葉樹にくらべ狭く、そのため、落葉広葉樹林に比べ、一定面積のなかに多くの幹が存在できることになる。こうした現象によりBAが後述する他の落葉広葉樹林より高くなったと考えられる。マツ林でBAが高い現象はもう一つのマツ林でも同様にみられた。

もっとも優占度が高かったのはクロマツで、立ち枯れして間もないものも含めると30%近い優占度となった。アカマツの優占度は約8%だが、これは1個体の値である。クロマツとアカマツを合わせた優占度は37.4%であり、後述するようにこれらが林冠層を形成しているため相観的にはいわゆるマツ林となる。

その他で優占度が高かったものは、亜高木層を形成していたミズキ (11.5m²/ha, 15.2%), ウワミズザクラ (9.5m²/ha, 12.5%) などであり、低木層を被うヒサカキも10%近い優占度を示した。

樹高階分布の解析でも、林冠層をアカマツ、クロマツの2種のマツが占めていた。他にキハダ、シラカシといった高木が一本ずつ生育し、林冠に達していた。また亜高木層に、ミズキ、ウワミズザクラなどの落葉広葉樹が優占していた。低木層にはヒサカキ、サカキといった常緑低木が優占していた。

亜高木に落葉広葉樹が優占していた理由として、林冠にクロマツ、アカマツなどのマツ属が優占していたためと考えられる。クロマツはしばしば海岸沿いに分布する土地の極相林を形成するが、アカマツは一般に森林としては遷移初期の段階に成立するもので、アカマツ林冠下は比較的明るいことが考えられる。ここで優占していたのはクロマツであるが、同様の現象が考えられる。

プロット8.

林分全体のBAは85m²/haと高い。これは、同じくマツ林であるプロット1と同様の理由が考えられる。BAで最も優占するのはウワミズザクラで40.5%を占め、アカマツは13.7%である。低木性樹種であるヒサカキも14.2%と高い優占度を占める。

階層構造では、林冠にアカマツ、ウワミズザクラなどが出現し、亜高木層にヒサカキ、シロダモ、シラカシ、スダジイ、といった常緑広葉樹が優占し、特にヒサカキの出現が高い。また、ヒサカキは低木層にも出現している。

直径階分布をみると、林冠を構成するもののうちウワミズザクラがアカマツよりも太く、本数も多いため、BAでの優占度がウワミズザクラで高くなったと考えられる。これらは、しかし、大径木ばかりで、小径木が無く、亜高木、低木層にも出現しない。小径木で多いのは低木種であるヒサカキであるが、高木性樹種であるスダジイやアカガシ等もみられる。そのため、十分な時間がたてばスダジイを主体とする常緑広葉樹林に遷移していくことが考えられる。

群落区分E：スダジイ林 (表4e, 5e)

プロット3.

種構成としては極相林のスダジイ林であるが、BAや森林構造からみると必ずしも成熟した林分構造とは言えなかった。

林分のBAは28.4m²/haで成熟した森林としてはやや低い値であった。これは、優占種であるスダジイ (26m²/ha, 91.3%) のサイズが、最大DBHで37.6cm, 最大樹高で17mと他の林分の優占樹木

よりも小さかったことが原因と考えられる。

階層構造は林冠層から低木層までスダジイが連続的に分布している。低木層ではアオキの方が優占しているが、その他の林冠層、亜高木層はスダジイによって占められている。直径階分布からもスダジイが大径木から小径木まで連続的に生育していることがよみとれ、スダジイが定常的に更新していくことが読みとれる。そのため極相林としてのスダジイが存続していくことが森林構造から考えられる。そのため、林分のBAも今後さらに増大することが考えられる。

(4) 実生の分布

各群落区分・プロットごとに出現した実生を表6に示す。

群落区分A（ムクノキ林）であるプロット4は、林分そのものは落葉広葉樹林で、高木、亜高木層とも落葉広葉樹で占められている。しかし、低木層に高さ1.3m未満のアオキが一面を被っているため、林床は暗く、木本の実生、草本種ともほとんどみられなかった。ここの実生調査でみられた木本実生はアオキのみで、その他にみられたものは木性ツル植物のピナンカズラ、草本ではナガバジャノヒゲ、ヤブラン等だった。これらはいずれも常緑で、耐陰性が高いとされているものたちばかりである。短期的にみると、このような状態で森林構造が安定している限り、落葉広葉樹による林分の再生も、常緑広葉樹による森林の遷移も、困難であることが考えられる。

群落区分B（コナラ林）であるプロット6の落葉広葉樹二次林で最も多くの種類、個体数の実生が確認できた。この林分は林冠層、亜高木・低木層とも落葉広葉樹が優占しており、そのため林床が明るくことが考えられる。続いて実生の種類数が多かったのは同じく群落区分B（コナラ林）のプロット7の林分であった。亜高木、低木層に常緑広葉樹が出現するものの、林冠が落葉広葉樹であり、常緑広葉樹が亜高木・低木層を被わないマイクロハビタットで様々な種類の実生がみられた。プロット6、7のコナラ林で出現した実生の特徴は、種類や個体数が多いだけでなく、ムクノキなど落葉高木種の実生がみられたことも特徴といえる。

群落区分Cのコナラスダジイ林に属するプロット5では、上層が落葉広葉樹で被われていても、亜高木層にシラカシ、シロダモ、スダジイ、ヒサカキ等の常緑広葉樹が密に優占するため、出現した実生個体数は19個体と最低で、種類もヤツデ、スダジイ、アオキの3種だった。また、量的にはほとんどが常緑低木種であるアオキであった。しかしながら、同じコナラスダジイ林に区分されながらもプロット2では、シラカシの実生が大変多く出現する傾向がみられた。これは、プロット2ではプロット5ほどには亜高木層が常緑高木種に被われていないためであろう。しかし、ここで出現した実生のほとんどは亜高木層に親木を持つシラカシの実生で、その他の種の実生はやはり少なかった。

こうした現象は、群落区分Dのマツースダジイ林でも同様である。一般に山地の岩場ややせ尾根に出現するヤマツツジ-アカマツ群集、また河川沿いにみられるヤブツバキクラスヒメヤブラン-アカマツ群集など、アカマツが林冠に優占する森林の林床は明るく、低木層に様々な落葉広葉樹が出現することが知られているが、この調査地は、ヤブツバキクラス域に属し、ヒサカキやサカキ、シロダモなどが亜高木・低木層を被うため、落葉広葉樹を欠くことになる。このように常緑広葉樹に被陰されている環境で、出現する木本実生の種類としては、アオキ、シラカシ、シロダモなどに限られてしまう。また、その他の種も、耐陰性の高いピナンカズラ、ナガバジャノヒゲなどであった。

自然性の高いアカマツ林であるヤマツツジ-アカマツ群集やヒメヤブラン-アカマツ群集などで林

床が明るく、様々な落葉広葉樹が出現する理由としては、両群集が土地的極相としてその遷移が妨げられていることが挙げられよう。ヤマツツジーアカマツ群集は前述のように丘陵地から山地にかけての岩場やせ尾根に分布し、これは他の極相構成樹種が容易には進入・定着できない立地である。また、河川沿いに分布するヒメヤブランアカマツ群集も河川の攪乱によって維持されている群落と言うことができ、常緑の極相構成樹種が侵入する頃には再び攪乱でこうした極相構成種が排除されてしまうのであろう。

このような特殊な立地に存在しない自然教育園内のマツ林は、もともとの林床の明るさゆえ下層から常緑広葉樹が侵入し、現在みられるようなマツと常緑広葉樹の二段林が形成され、その後の実生の侵入を妨げているのだといえよう。

群落区分E（スタジイ林）のプロット3は林冠が常緑広葉樹のスタジイで被われているため、出現実生種、個体数とも少なく、やはり常緑広葉樹であるスタジイやシラカシの実生がみられる程度であった。

(5) 光環境

(5.1) 調査地点ごとの光環境

各森林タイプごとの相対光量子密度（RPPFD）分布を表7に示す。実生高でのRPPFDをみると、群落区分Bであるプロット6、7のコナラ林で高く（それぞれ $2.7 \pm 0.9\%$ 、 $2.7 \pm 1.4\%$ ）、その他の地点では低かった。そのほかの地点では、シラカシの実生が多くみられたプロット2（群落区分C、コナラスタジイ林）で1%を上回ったが、そのほかは1%以下であった。その中でプロット3（群落区分E、スタジイ林）は $1.0 \pm 0.3\%$ とそれほど低くない値を示したが、これは常緑樹林でありながら林分のBAが $28.4\text{m}^2/\text{ha}$ とやや低めだったことと関係があると考えられる。

プロット3のスタジイ林を除けば林冠部は落葉広葉樹やマツで被われている森林である。その意味では今回の値は低いように思われる。しかし、こうした森林は亜高木層、もしくは低木・草本層で常緑広葉樹が密であることが多く、これによって林床が被陰され、RPPFDが低くなると考えられる。

たとえば、群落区分Aのムクノキ林（プロット4）、群落区分Cのコナラスタジイ林（プロット5）は、いずれも林冠部は落葉広葉樹で占められているものの、下層の常緑低木がその下の層を被陰している。プロット4では林冠はイイギリ、ムクノキ、ミズキ、イロハカエデなど落葉広葉樹であるが、林床を常緑低木であるアオキがほぼ100%の被度で被っている（ただし、樹高1.3m未満なので、樹高階分布には現れない）。またプロット5でも、林冠はコナラやイイギリ、ミズキなど落葉広葉樹で被われているが、スタジイ、ヒサカキなど常緑広葉樹が高さ5-7.5m程度の亜高木層を形成している。このような常緑広葉樹による林床の被陰が、その下の光環境を悪化させると考えられる。

(5.2) 種別の生育地点の光環境（RPPFD）

種別に実生高のRPPFDをみると、種によって出現した光環境に差がでた（図2）。大まかにみると落葉広葉の樹木実生、クマザサや草本類はRPPFDの高い地点、常緑の樹木実生、草本、ツル植物はRPPFDの低い場所にでる傾向があった。これらの値はそれぞれの種の分布する地点のRPPFDであって、厳密には光要求性をそのまま表しているわけではない。しかし、実生の分布は一般に光条件にかなり制限されているので（例えば島野, 1998, Kobayashi et al., 2000など）、大まかには各種の光要求性

をあらわしていると考えられる。

特にクマザサのある地点は、平均で $6.0 \pm 3.8\%$ というRPPFDを示した。これは、一般にササの耐陰性が低く、暗い環境下で稈の密度が低下したり（島野, 1999, Kobayashi et al., 2000）、その高さが減少するとされる報告（Makita, 1992）と一致する。同じタケ・ササ類であるアズマネザサの値も $3.4 \pm 1.4\%$ と比較的高い。出現回数が3回以上の種では、ヤマグワ、ミズキ、ムラサキシキブなどの値が4%前後と高い。こうした樹種はいずれも落葉広葉樹であった。その他では、ヤマブキ、ヤマノイモ、ミツバウツギなどが高い値を示したが、出現回数が1回であり偶然性も考えられる。

平均RPPFDが3%以上の種に占める常緑植物種の割合は24種中5種（18.5%）だったのに対し、3%未満では常緑植物種の割合は37種中19種（51.4%）であった。さらに2%未満で同様の割合を算出すると22種中17種（77.3%）が常緑であった。このことは常緑植物の方が落葉植物に比べ光補償点が低く、より低いPPFDで光合成が可能なことや、光合成の可能な期間（季節）が長いなど、低光環境下で生存が可能な機構を備えていることを予想させる。

(6) 全天写真による林冠鬱閉率とその変化

表8に全天写真から解析した夏と冬の林冠鬱閉率とその比を算出した。林冠鬱閉率は、夏の時点ではいずれも85%以上だった。

しかし、冬の時点での林冠鬱閉率は高木・亜高木層に常緑広葉樹をともなわない群落区分A（ムクノキ林）やD（コナラ林）では、林冠鬱閉率は70%台に低下した。そのため、夏の林冠鬱閉率に対する冬の鬱閉率の割合は82%から92%となった。プロット7のコナラ林で冬の鬱閉率の低下が小さいのは、他のプロット4や6に比べて亜高木層にネズミモチ、シロダモ、また低木層にアオキが散在しているためと考えられる。

常緑広葉樹であるスダジイなどを高木層、あるいは亜高木・低木層にもつ群落区分B（マツスダジイ林）、C（コナラスダジイ林）、E（スダジイ林）などでは、冬の林冠鬱閉率の低下は大きくなく、夏に対する冬の鬱閉率の比はいずれも93%以上であった。

林床に実生や草本の多かったプロットは群落区分Dのコナラ林であった。これには日射が常緑広葉樹に妨げられずRPPFDが高かったことが理由として考えられた。それと同時に、春先、林冠が展葉する前に林床に高い日射があたることが考えられ、このことが実生や林床植物の定着・生育に好適な環境を提供している可能性がある。

今回の研究では、季節別のRPPFDの変化などが時間や天候の問題で追えなかったが、季節別の光環境の違いが林床での実生の分布や生育に与えている影響が小さくないこと（Shimano, 2000）も報告されており、このような観点からの研究は今後の課題となろう。

4. ま と め

今回の調査から、自然教育園内の森林群落の植生学的な位置づけや遷移上の位置づけ、さらに、これらの森林が今後どのように変化していくかが、種組成の調査、森林構造の調査、光環境の調査、実生調査などから明らかになった。

土壌の組成や構造、水分条件などは全8地点で大きな違いは無かった。種組成や森林構造の違いは、立地条件の違いよりも遷移段階や構造の違いによる光環境などの違いの影響を強くうけていると考え

られた。

群落区分Aに分類され、ひょうたん池に面するプロット4の落葉広葉樹林は組成的にはムクノキ・エノキ群集に相当する林分で、高木層・亜高木層は落葉広葉樹が優占するが、林床を1.3m未満のアオキが密に被っている。そのため林床は暗く、また春先に明るくなることもなかった。その結果、木本の実生はほとんどみられなかった。この状態で森林構造が安定している限り、落葉広葉樹による林分の再生も、常緑広葉樹による森林の遷移も、困難であることが考えられる。

群落区分Bの上層をコナラなどの落葉広葉樹が被うプロット6、7は、オニシバリーコナラ群集に相当すると考えられる。プロット7は亜高木・低木層にシロダモなど常緑樹をともなうことから、プロット6は管理を続けている雑木林、プロット7は管理を放棄した雑木林にあたることが考えられる。林床は明るく、また、季節的な変化で春先に林床が特に明るくなることが期待される。そのため、コナラやシロダモ、スダジイなど木本の実生をはじめ、草本なども種数、個体数ともに多かった。管理を放棄したりそうした状態が続いたりすると、後述の群落区分Cの状態を経て群落区分Dのようなスダジイ林へと遷移すると考えられる。

群落区分Cに分類されるプロット2、5のコナラスダジイ林は、群落区分Bよりもさらに遷移が進んだ状態の林分であった。植物社会学的にはヤブコウジースダジイ群集に相当すると考えられ、高木層で落葉広葉樹、亜高木・低木層で常緑の高木性樹種であるスダジイが優占している。このため林床は暗く、シラカシなど常緑高木種の実生がある他はほとんど実生はみられない。しかし、亜高木、低木層に出現するスダジイが成長していくに従い、落葉広葉樹と林冠部を交代し、スダジイ林に遷移していくことが考えられる。

一方、群落区分Dのマツースダジイ林（プロット1、8）は、植栽されたクロマツ・アカマツ林からスダジイ林への遷移の途中相と考えられる。上層を占めるクロマツやアカマツはいずれも植栽されたもので、植物社会学的にはマツ林ではなくヤブコウジースダジイ群集に相当すると考えられる。自然のマツ林の林床は明るく、様々な植物がみられるが、ここでは潜在自然植生の群落区分Eのようなスダジイ林への遷移の途上にあり、亜高木を占める常緑広葉樹の下は暗く、実生や草本種はほとんどみられない。

群落区分Eのスダジイ林（プロット3）は、自然教育園内で最も潜在自然植生に近い林である。植物社会学的にはコナラスダジイ林やマツースダジイ林と同様のヤブコウジースダジイ群集に相当するが、プロット3のこの林分が自然状態のヤブコウジースダジイ群集に最も近い状態を保っている。上層をスダジイが被うばかりでなく、亜高木・低木層にもスダジイが出現しており、上層のスダジイが枯死しても再びスダジイが林冠を被うという、スダジイによる更新が想定される。

自然教育園は、ここに述べたように森林群落だけに限っても多様なタイプを有している。また、それらのうちのいくつかは同一の遷移系列上に位置し、時間的な森林の変化を現在という一時間断面で観察することができる。このような森林は東京近郊の常緑樹林域でも少なく、東京にあっては非常に貴重な存在であるといえる。

表1 各プロットごとの土壌含水率

群落タイプ	プロット	採取時の質量(g)	72時間後の質量(g)	含水率(%)
群落区分A				
ムクノキ林	4	198.2	109.4	44.8
群落区分B				
コナラ林	6	208.6	113.8	45.4
コナラ林	7	198.0	115.4	41.7
群落区分C				
コナラスダジイ林	2	196.3	108.3	44.8
コナラスダジイ林	5	199.9	119.1	40.4
群落区分D				
マツースダジイ林	1	200.6	124.7	37.8
マツースダジイ林	8	203.0	107.4	47.1
群落区分E				
スダジイ林	3	201.7	114.2	43.4
平均(±標準偏差)				43.2±3.0

表2 各プロットごとの土壌垂直構造

群落タイプ	プロット	A0層厚(cm)	A1層厚(cm)	A2層厚(cm)
群落区分A				
ムクノキ林	4	1.0	1.5	1m以上
群落区分B				
コナラ林	6	2	3	31.0
コナラ林	7	2.5	6.5	25.0
群落区分C				
コナラスダジイ林	2	3	10	13.0
コナラスダジイ林	5	3	9	8.0
群落区分D				
マツースダジイ林	1	1.5	11	12.5
マツースダジイ林	8	1	2	24.0
群落区分E				
スダジイ林	3	4	4	16.0
平均(±標準偏差)		2.3±1.1	5.8±3.8	18.5±8.3 *

*: 粘土層の厚さにおいてはプロット4の値を除く。

表3 各プロットの種構成

群落区分

A: ムクノキ林
B: コナラ林

C: コナラースダジイ林
D: マツースダジイ林

E: スダジイ林

	A		B		C		D		E
プロット番号	4	6	7	5	2	8	1	3	
調査年	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
月	10	10	10	10	10	10	10	10	
日	27	27	27	27	27	27	27	27	
方位	S60W	-	-	W	-	N20E	-	-	
傾斜	16	-	-	8	-	3	-	-	
調査面積 (m ²)	150	150	100		105	100	400	225	
高木層の高さ(m)	24	18	22	22	14	22	18	12	
高木層の被度(%)	80	80	90	80	80	80	70	70	
亜高木層の高さ(m)	12	10	8	9	8	10	8	7	
亜高木層の被度(%)	30	30	60	5	60	20	70	15	
低木層の高さ(m)	1.2	2	2	6	2	5	1.2	1.8	
低木層の被度(%)	90	30	30	60	80	70	20	80	
草本層の高さ(m)	0.2	1	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	
草本層の被度(%)	10	80	20	10	20	10	10	20	
出現種数	19	58	22	12	20	21	17	28	
ムクノキ	3・1	1・2	+	・	・	・	・	+	
イボタノキ	+	+	+	・	・	・	・	・	
ヤブラン	+	++2	+	・	・	・	・	・	
エノキ	・	+	++2	・	・	・	・	・	
ムラサキシキブ	・	1・1	+	・	・	・	・	・	
コナラ	・	4・4	5・4	3・3	2・1	・	・	・	
クロマツ	・	・	・	・	・	2・1	3・3	・	
アカマツ	・	・	・	・	・	2・1	1・2	・	
アカガシ	・	・	・	・	・	2・1	2・2	・	
スダジイ	・	+	・	3・3	2・2	2・2	1・1	4・4	
シラカシ	・	・	・	2・2	1・2	・	1・1	+	
ヒサカキ	・	+	+	・	1・1	3・3	2・2	1・1	
ヤツデ	・	+	+	+	+	+	・	+	
アオキ	5・4	1・2	2・2	1・2	3・3	1・1	+	4・4	
サネカズラ	1・2	++2	++2	+	++2	++2	++2	++2	
シュロ	1・1	+	1・1	+	1・1	+	1・2	1・1	
シロダモ	+	+	2・2	+	++2	+	1・1	+	
ネズミモチ	+	+	2・2	+	+	+	+	+	
ナガバジャノヒゲ	1・2	++2	+	++2	++2	++2	+	++2	
イイギリ	2・1	・	1・1	2・1	2・2	2・1	・	・	
ミズキ	2・2	+	・	2・2	・	2・1	2・2	・	
イロハモミジ	2・2	+	2・1	・	3・3	・	2・2	・	
キツタ	・	+	+	・	・	+	・	++2	
タブノキ	+	+	・	・	+	・	1・1	・	
アズマネザサ	++2	3・4	・	・	++2	・	・	・	
ツタ	・	・	・	・	+	・	+	+	
ツルグミ	・	+	・	・	+	・	・	+	

表3 各プロットの種構成(つづき)

コチヂミザサ	・	+2	・	・	・	・	+
ハエドクソウ	・	+2	・	・	・	・	+
ホウチャクソウ	・	+	・	・	・	・	+
マンリョウ	・	+	・	・	・	・	+
モッコク	・	・	・	・	・	+	+
チャノキ	・	・	+	・	・	+	・
ウワミズザクラ	1・1	・	・	・	・	2・2	・
ヤマザクラ	・	1・1	・	・	2・1	・	・
ヤブツバキ	+	・	・	・	+	・	・
ムベ	・	・	+	・	・	・	+
キチジョウソウ	+	・	・	・	・	・	+
クマザサ	1・2	・	・	・	・	・	・
コブシ	+	・	・	・	・	・	・
イヌシデ	・	2・2	・	・	・	・	・
イヌビワ	・	1・2	・	・	・	・	・
ミツバウツギ	・	1・2	・	・	・	・	・
ヤマコウバシ	・	1・2	・	・	・	・	・
エゴノキ	・	1・2	・	・	・	・	・
イヌツゲ	・	+2	・	・	・	・	・
エビネ	・	+2	・	・	・	・	・
シュンラン	・	+2	・	・	・	・	・
ハリゲワ	・	+2	・	・	・	・	・
ヒカゲスゲ	・	+2	・	・	・	・	・
アケビ	・	+	・	・	・	・	・
イヌワラビ	・	+	・	・	・	・	・
ウマノスズクサ	・	+	・	・	・	・	・
オニドコロ	・	+	・	・	・	・	・
ガマズミ	・	+	・	・	・	・	・
クサイチゴ	・	+	・	・	・	・	・
クサギ	・	+	・	・	・	・	・
クロモジ	・	+	・	・	・	・	・
サルトリイバラ	・	+	・	・	・	・	・
サワフタギ	・	+	・	・	・	・	・
ツノハシバミ	・	+	・	・	・	・	・
ツルウメモドキ	・	+	・	・	・	・	・
トウネズミモチ	・	+	・	・	・	・	・
ノブドウ	・	+	・	・	・	・	・
ハリギリ	・	+	・	・	・	・	・
フユノハナワラビ	・	+	・	・	・	・	・
ヤマゲワ	・	+	・	・	・	・	・
カントウマユミ	・	+	・	・	・	・	・
ムクロジ	・	+	・	・	・	・	・
ヤマノイモ	・	+	・	・	・	・	・
ヤマブキ	・	+	・	・	・	・	・
ヤマユリ	・	+	・	・	・	・	・
モチノキ	・	・	2・1	・	・	・	・
シャリンバイ	・	・	+	・	・	・	・
ビワ	・	・	+	・	・	・	・
ヤブコウジ	・	・	・	・	+2	・	・
アカメガシワ	・	・	・	・	・	1・1	・
イヌマキ	・	・	・	・	・	+	・
ベニシダ	・	・	・	・	・	+	・
キハダ	・	・	・	・	・	・	1・1
イヌエンジュ	・	・	・	・	・	・	+
オモト	・	・	・	・	・	・	+
センリョウ	・	・	・	・	・	・	+
テイカカズラ	・	・	・	・	・	・	+
フジ	・	・	・	・	・	・	+
ヤブニッケイ	・	・	・	・	・	・	+
ヤブミョウガ	・	・	・	・	・	・	+

表4 各群落区分・プロットごとの直径階, 樹高階分布

表4a 群落区分A ムクノキ林

プロット4

直径階(cm)	0	5	10	15	20	30	35	40	60	80	総計
アオキ	8										8
イイギリ									2		2
イロハモミジ		5	1		1						7
ウワミズザクラ					1	1					2
コブシ		1	1								2
シロダモ		1	1								2
タブノキ	1	1	2								4
ミズキ		1		1	1		1	1			5
ムクノキ										1	1
ヤブツバキ	1										1
ワジュロ		1	1								2
総計(本)	10	10	6	1	3	1	1	1	2	1	36

樹高階(m)	0	2.5	5	7.5	10	15	17.5	総計
アオキ		2						2
イイギリ						1	1	2
イロハモミジ			3	3				6
ウワミズザクラ					1	1		2
コブシ				1				1
シロダモ			2					2
タブノキ	1		1	1	1			4
ミズキ			1			3		4
ムクノキ						1		1
ヤブツバキ	1							1
ワジュロ	1		1					2
総計(本)	3	2	8	5	2	6	1	27

注:直径階は5cm刻み, 樹高階は2.5m刻みで, 例として直径階の「0」, 「5」は, それぞれ, 「0cm以上5cm未満」, 「5cm以上10cm未満」を意味する。表中の値は, 各直径階, 樹高階に含まれる幹の本数を示す。また, 該当する幹のない直径階, 樹高階は表示を省略した。

表4b 群落区分B コナラ林

プロット6

直径階(cm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	総計
アオキ	3									3
イヌシデ	1	3	5	3	2		1	2		17
イヌツゲ	2									2
エゴノキ		2								2
クロモジ	5									5
ケヤキ						1				1
コナラ				4	2				1	7
タブノキ	1									1
ハリグワ	2									2
ヒサカキ	1									1
ミズキ	1			1	2					4
ヤマザクラ			1			1				2
総計(本)	16	5	6	4	8	4	1	2	1	47

樹高階(m)	0	2.5	5	10	12.5	15	総計
アオキ		1					1
イヌシデ			1	4	1	4	10
イヌツゲ	2						2
エゴノキ		1	1				2
クロモジ	4						4
ケヤキ						1	1
コナラ					1	6	7
タブノキ		1					1
ハリグワ	1						1
ヒサカキ	1						1
ミズキ		1			1	1	3
ヤマザクラ						1	1
総計(本)	8	4	2	4	3	13	34

プロット7

直径階(cm)	0	5	10	15	20	35	40	45	50	総計
アオキ	47									47
イイギリ				1			1			2
イヌシデ		1								1
イロハモミジ		3								3
コナラ						1		2	2	5
シロダモ		1	2							3
ネズミモチ	3	11								14
ムクノキ		1								1
モチノキ					1					1
ワジュロ		1		1						2
総計(本)	50	18	2	2	1	1	1	2	2	79

樹高階(m)	0	2.5	5	7.5	10	15	17.5	総計
アオキ	14	7						21
イイギリ					1	1		2
イヌシデ			1					1
イロハモミジ			3					3
コナラ			1			3	1	5
シロダモ			3					3
ネズミモチ	1	2	6					9
ムクノキ			1					1
モチノキ				1				1
ワジュロ	2							2
総計(本)	15	11	15	1	1	4	1	48

表 4c 群落区分C コナラースダジイ林

プロット2

直径階(cm)	0	5	10	15	20	35	40	50	60	85	総計
アオキ	42										42
イロハモミジ		8	3	2					1		14
ウワミズザクラ			1								1
コナラ								1			1
サカキ	1	3									4
シラカシ					1						1
シロダモ		1									1
スダジイ		1	1			1					3
ネズミモチ	5	3									8
ヒサカキ		1									1
ムクノキ					1						1
ヤマザクラ										1	1
ワジュロ		1									1
総計(本)	48	18	5	2	1	1	1	1	1	1	79

樹高階(m)	0	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	総計
アオキ	6	9	1						16
イロハモミジ			3	4	5	1	1		14
ウワミズザクラ				1					1
コナラ								1	1
サカキ		2	1						3
シラカシ							1		1
シロダモ				1					1
スダジイ	1	1				1			3
ネズミモチ	2	1							3
ヒサカキ			1						1
ムクノキ							1		1
ヤマザクラ								1	1
ワジュロ		1							1
総計(本)	6	15	8	6	5	2	3	2	47

プロット5

直径階(cm)	0	5	10	15	25	30	35	40	総計
アオキ	12	2							14
イイギリ		1		1		1		1	4
イヌツゲ	1								1
イロハモミジ	2	1							3
コナラ							2	1	3
シラカシ	4	8							12
シロダモ	1	7							8
スダジイ	6	9	4	2					21
ネズミモチ	4								4
ヒサカキ	3	3	1						7
ミズキ					1	1	1		3
総計(本)	33	31	5	3	1	2	3	2	80

樹高階(m)	0	2.5	5	7.5	10	15	17.5	総計
アオキ	1	6						7
イイギリ						3		3
イヌツゲ		1						1
イロハモミジ		2						2
コナラ						2	1	3
シラカシ	1	1	8	1				11
シロダモ		1	7					8
スダジイ	3	2	10	1	1			17
ネズミモチ	2							2
ヒサカキ		1	4		1			6
ミズキ						2		2
総計(本)	7	14	29	2	2	7	1	62

表 4d 群落区分D マツースダジイ林

プロット1

直径階(cm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	総計
アオキ		1								1
アカガシ		1		1						2
アカマツ									1	1
イロハモミジ	1	1								2
ウワミズザクラ			1	1			1	1		4
キハダ								1		1
クロマツ							1	2		3
クロマツ(枯死)								1		1
サカキ	1	3	2							6
シラカシ									1	1
シロダモ		4								4
スダジイ			1							1
ヒサカキ	4	18	7							29
ミズキ					1	1	2			4
ユズリハ		1								1
枯死木(不明)						1				1
総計(本)	6	29	11	2	1	2	3	3	5	62

樹高階(m)	2.5	5	7.5	12.5	15	17.5	20	総計
アオキ	1							1
アカガシ		2						2
アカマツ						1		1
イロハモミジ		1	1					2
ウワミズザクラ			1			2		3
キハダ							1	1
クロマツ					1	2		3
クロマツ(枯死)					1			1
サカキ		2	1					3
シラカシ							1	1
シロダモ		4						4
スダジイ		1						1
ヒサカキ	23	1						24
ミズキ				1	1	2		4
ユズリハ				1				1
枯死木(不明)					1			1
総計(本)	1	33	5	2	3	7	2	53

プロット8

直径階(cm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	75	総計
アオキ	3											3
アカガシ		1			1							2
アカマツ								1	1			2
アカメガシワ					1							1
イイギリ											1	1
イロハモミジ	1											1
ウワミズザクラ							1	1	1			4
コブシ		1										1
シラカシ	1			1		1						3
シロダモ		7	2									9
スダジイ	4	1										5
ネズミモチ	2											2
ヒサカキ	4	40	7	1								52
ミズキ						1						2
モッコク	1											1
総計(本)	16	50	9	2	2	2	1	2	2	2	1	89

樹高階(m)	0	2.5	5	7.5	15	17.5	総計
アオキ		1	1				2
アカガシ				1			1
アカマツ							2
アカメガシワ							1
イイギリ							1
イロハモミジ			1				1
ウワミズザクラ							4
コブシ			1				1
シラカシ				2			3
シロダモ				9			9
スダジイ		2	1				3
ネズミモチ		2					2
ヒサカキ	1	6	29	1			37
ミズキ						1	1
モッコク		1					1
総計(本)	7	8	43	1	1	11	71

表4d 群落区分E スダジイ林

プロット3

直径階(cm)	0	10	15	20	25	30	35	総計	樹高階(m)	0	2.5	5	7.5	10	12.5	15	総計
アオキ	45							45	アオキ	23	1						24
ウワミズザクラ(枯死)				1				1	ウワミズザクラ(枯死)			1					1
スダジイ	4	2	2	3	1	3	1	16	スダジイ	1	2	1	2	2	2	5	15
ネズミモチ	3							3	ネズミモチ	1	2						3
ヤブニッケイ	2							2	ヤブニッケイ	1	1						2
ワジュロ	1							1	ワジュロ	1							1
総計(本)	55	2	2	4	1	3	1	68	総計(本)	27	6	2	2	2	2	5	46

表5 各群落区分・プロットごとのBA (Basal Area; 調査面積あたりの胸高断面面積合計)

表5a 群落区分A ムクノキ林

プロット4

	BA(m ² /ha)	%
アオキ	0.1	0.2
イイギリ	23.6	35.3
イロハモミジ	3.2	4.8
ウワミズザクラ	4.6	6.8
コブシ	0.5	0.7
シロダモ	0.6	0.9
タブノキ	0.9	1.4
ミズキ	12.2	18.2
ムクノキ	20.5	30.7
ヤブツバキ	0.0	0.0
ワジュロ	0.7	1.1
総計	66.9	100.0

表5b 群落区分B コナラ林

プロット6

	BA(m ² /ha)	%
アオキ	0.0	0.0
イヌシデ	23.9	45.8
イヌツゲ	0.0	0.0
エゴノキ	0.3	0.6
クロモジ	0.0	0.0
ケヤキ	2.6	5.0
コナラ	18.0	34.6
タブノキ	0.1	0.1
ハリガワ	0.0	0.0
ヒサカキ	0.0	0.0
ミズキ	4.1	7.9
ヤマザクラ	3.1	5.9
総計	52.2	100.0

プロット7

	BA(m ² /ha)	%
アオキ	0.8	1.4
イイギリ	7.1	12.7
イヌシデ	0.3	0.6
イロハモミジ	0.6	1.1
コナラ	41.0	73.1
シロダモ	1.3	2.4
ネズミモチ	1.8	3.3
ムクノキ	0.2	0.4
モチノキ	1.8	3.3
ワジュロ	1.1	1.9
総計	56.1	100.0

表5c 群落区分C コナラースダジイ林

プロット2

	BA(m ² /ha)	%
アオキ	0.7	1.0
イロハモミジ	18.2	26.1
ウワミズザクラ	0.4	0.6
コナラ	9.6	13.8
サカキ	0.6	0.9
シラカシ	4.6	6.6
シロダモ	0.2	0.3
スダジイ	6.7	9.6
ネズミモチ	0.5	0.7
ヒサカキ	0.3	0.4
ムクノキ	2.0	2.9
ヤマザクラ	25.6	36.8
ワジュロ	0.2	0.2
総計	69.6	100.0

プロット5

	BA(m ² /ha)	%
アオキ	0.7	1.3
イイギリ	11.6	23.9
イヌツゲ	0.0	0.1
イロハモミジ	0.2	0.4
コナラ	15.5	32.0
シラカシ	1.2	2.4
シロダモ	1.2	2.5
スダジイ	5.9	12.1
ネズミモチ	0.0	0.0
ヒサカキ	1.4	2.9
ミズキ	10.9	22.4
総計	48.6	100.0

表 5 d 群落区分D マツースダジイ林

プロット1			プロット8		
	BA(m ² /ha)	%		BA(m ² /ha)	%
アオキ	0.1	0.1	アオキ	0.1	0.1
アカガシ	1.1	1.5	アカガシ	2.2	2.6
アカマツ	6.0	7.9	アカマツ	11.6	13.7
イロハモミジ	0.2	0.3	アカメガシワ	2.1	2.5
ウワミズザクラ	9.5	12.5	イイギリ	7.0	8.3
キハダ	6.5	8.6	イロハモミジ	0.0	0.1
クロマツ	17.8	23.5	ウワミズザクラ	34.4	40.5
クロマツ(枯死)	4.5	6.0	コブシ	0.2	0.3
サカキ	1.6	2.1	シラカシ	3.2	3.7
シラカシ	5.9	7.8	シロダモ	1.9	2.3
シロダモ	0.5	0.7	スダジイ	0.3	0.4
スダジイ	0.4	0.5	ネズミモチ	0.0	0.0
ヒサカキ	6.9	9.2	ヒサカキ	12.0	14.2
ミズキ	11.5	15.2	ミズキ	9.7	11.4
ユズリハ	0.1	0.2	モッコク	0.0	0.0
枯死木(種不明)	3.1	4.0			
総計	75.8	100.0	総計	85.0	100.0

表 5 e 群落区分E スダジイ林

プロット3

	BA(m ² /ha)	%
アオキ	0.3	1.0
ウワミズザクラ(枯死)	2.1	7.4
スダジイ	26.0	91.3
ネズミモチ	0.1	0.2
ヤブニッケイ	0.0	0.1
ワジュロ	0.0	0.0
総計	28.4	100.0

表6 各群落区分, プロットごとの出現実生数 (no./10m²)

群落区分 プロットNo.	A	B		C		D		E	総計
	4	6	7	2	5	1	8	3	
アオキ	3	14	16	11	14		5	9	72
アオキ(当年生)						2	1		3
アオスゲ		1							1
アカメ							2		2
アケビ		1							1
アズマネザサ		35							35
イヌビワ		1							1
イボタノキ		1							1
イロハモミジ		2							2
ウワミズザクラ			1						1
エゴノキ		2							2
エノキ		7	17						24
エビヅル		1							1
ガマズミ		5							5
カラタチバナ				2					2
キツタ		3	1				1	4	9
クサイチゴ		1							1
クサギ		1							1
ケヤキ		1							1
コナラ		2	1						3
コブシ			1						1
サルトリイバラ		8							8
サワフタギ		1							1
シラカシ				210		4	1	5	220
シロダモ		2	6			2			10
スイカズラ		1							1
スタジイ		2			1			21	24
タケシマラン		2							2
タブノキ		5					2		7
チシマザサ		1							1
チジミサザ		2							2
チャ			1						1
ツルウメモドキ		4							4
ツルグミ			1						1
トベラ		1	2						3
ナガバジャノヒゲ	7	10	3	6			5	5	36
ヌスビトハギ		1							1
ネズミモチ		5	2	1			1		9
ハエドクソウ		1							1
ハリグワ		4							4
ヒサカキ		7		1					8
ビナン	8		11	24		7	8	5	63
フジ		1							1
マンリョウ		1							1
ミズキ		1							1
ムクノキ		14	5	1				1	21
ムベ			1						1
ムラサキシキブ		4	1						5
メギ		1							1
ヤツデ		3	2		1			2	8
ヤブコウジ			1				2		3
ヤブラン	1	1						1	3
ヤマグワ		2							2
ワジュロ		1	6	1		1	4		13
総計	19	164	79	257	16	16	32	53	636

表7 各群落区分，プロットごとの相対光量子密度 (%)

群落区分	プロットNo.	地上10cm	地上2m	比率
群落区分A ムクノキ林	4	0.5±0.3	1.5±0.6	0.4
群落区分B コナラ林	6	2.7±0.9	3.8±1.0	0.7
	7	2.7±1.4	0.9±0.3	2.8
群落区分C コナラースダジイ林	2	1.4±1.5	4.5±4.5	0.3
	5	0.6±0.7		-
群落区分D マツースダジイ林	1	0.4±0.2		-
	8	0.4±0.2	0.6±0.5	0.7
群落区分E スダジイ林	3	1.0±0.3	4.3±2.7	0.2

表8 全天写真による林冠鬱閉率とその変化

群落区分	プロット No.	林冠鬱閉率(%)		比率 冬/夏
		夏	冬	
A. ムクノキ林	4	87.9	72.3	0.82
B. マツースダジイ林	1	94.8	90.3	0.95
	8	91.4	85.3	0.93
C. コナラースダジイ林	2	90.2	88.6	0.98
	5	93	86.6	0.93
D. コナラ林	6	87.6	78.3	0.89
	7	93.2	85.3	0.92
E. スダジイ林	3	86.9	91.7	1.06

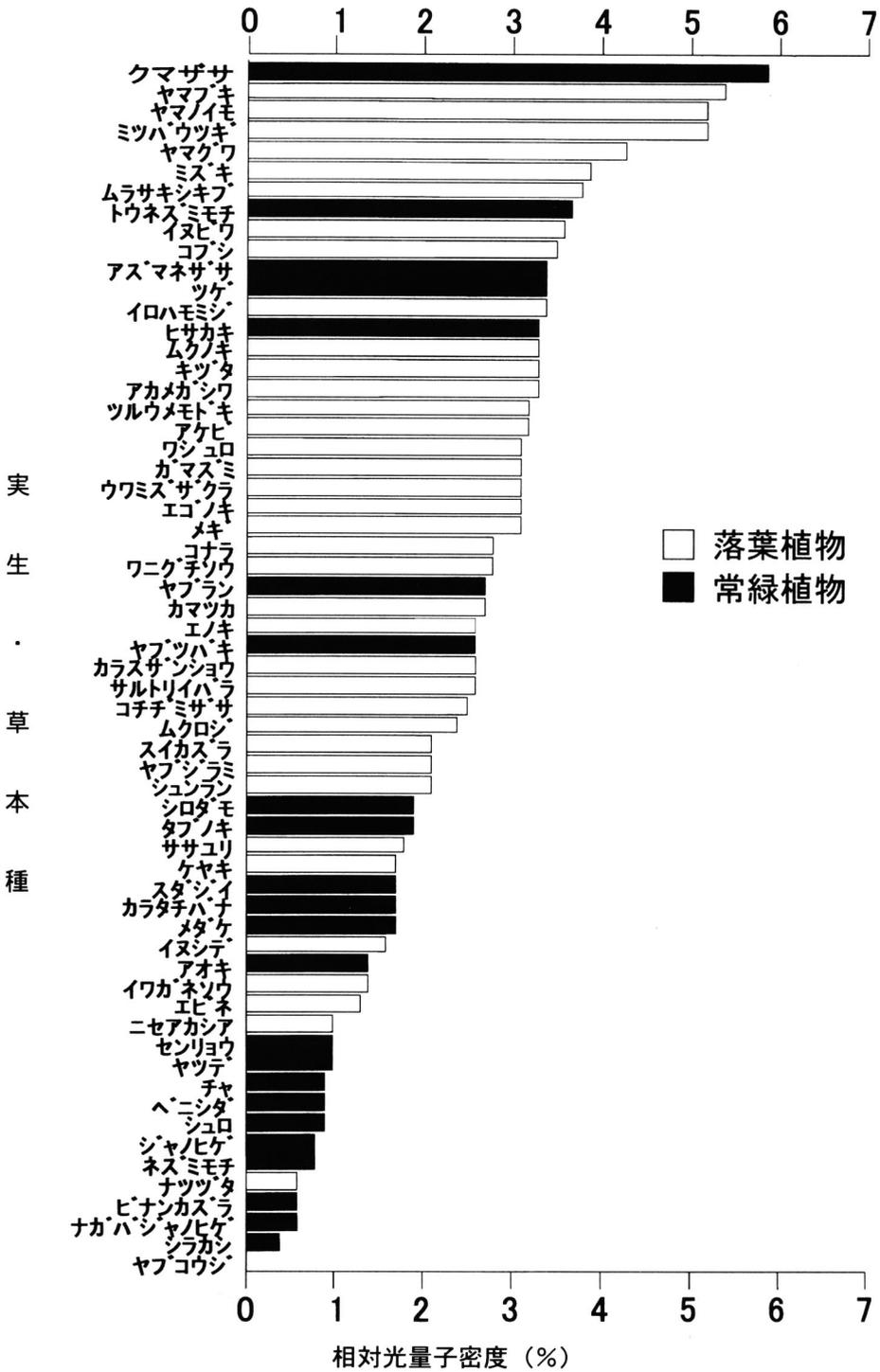


図2 各実生・林床草本の出現地点の平均相対光量子密度

引用文献

- Braun-Blaquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. 3aufl. Springer, Wien, New York, 865pp.
- Kobayashi, T., Muraoka, H. and Shimano, K. 2000. Photosynthesis and biomass allocation of beech (*Fagus crenata*) and dwarf-bamboo (*Sasa kurilensis*) in response to contrasting light regimes in a Japan Sea-type beech forest. J. For. Res. 5 : 103-107.
- Makita, A. 1992. Survivorship of a monocarpic bamboo grass, *Sasa kurilensis*, during the early regeneration process after mass flowering. Ecol. Res., 7 : 245-254.
- 宮脇昭. 1985. 日本植生誌 関東. 641pp. 至文堂, 東京.
- 村岡裕由・鷺谷いづみ. 1999. 保全生態学のための光環境測定・評価法と光環境からみたマイズルテンナンショウの生育適地の評価. 保全生態学研究, 4 : 33-55.
- Shimano, K. 1997. Analysis of the relationship between DBH and crown projection area using a new model. J. For. Res., 2 : 237-242.
- 島野光司. 1998. 何が太平洋型ブナ林におけるブナの更新をさまたげるのか? 植物地理・分類研究, 46 : 1-21.
- 島野光司. 1999. 日本海型ブナ林における雪の働き. 植物地理・分類研究, 47 : 97-06.
- Shimano, K. 2000. Safe sites of beech (*Fagus crenata*) seedlings improved by falling down dwarf bamboo due to snow accumulation in spring season. Vegetation Science, 17 : 89-95.

Summary

This study aims to clarify the forest structure and species composition of some forests that are on succession from deciduous secondary forests to potential natural forests of evergreen *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* with viewpoints of light condition of forest floors and seedlings' distribution.

The first deciduous forest of vegetation type A in plot 4 would be correspond with Aphanantho-Celtidetum japonicae. The forest was dominated by deciduous trees but there were few seedlings and herbs because shrub layer was dense covered with evergreen *Aucuba japonica*. Then it would be difficult to success into evergreen forests without any disturbance.

The next forest types, B, in plot 6 and 7 were *Quercus serrata* forests, which would be classified into Daphno pseudomezerei-Quercetum serratae. Light condition on their forest floor was good enough not only for seedlings' germination and survival but also for herbs, leading high diversity of plant species. These type will success to evergreen forests in near future if human activity was cut out.

The third type, C, in plot 2 and 5 were somewhat succeeded forest into evergreen *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* forest than type B, because the second tree layer and shrub layer was covered by evergreen trees of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* even though crown layer was dominated by deciduous trees like forest type B. Then there were few species and

individual of seedlings except evergreen *Quercus myrsinaefolia*. This type will change into evergreen forest in near future.

The fourth type of D in plot 1 and eight, on the other hand, was dominated by planted pine trees like *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii* but invaded by evergreen *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* in subtree and shrub layer. Though there were few seedlings and herbs because of the low rppfd due to such evergreen layers, the forests will success to evergreen *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* forest like vegetation type C.

Vegetation type E in plot 3 was the nearest forest to natural potential vegetation in this district. *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* dominated not only on lower layer but also the crown layer, suggesting that the forest would regenerate into the same forest type as climax forest. The forest floor had not necessarily had high value of rppfd but had many seedlings of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*. This type of climax forest should be Ardisio-Castanopsietum sieboldii phytosociologically, which is the natural potential vegetation.

The garden of the "Institute of Nature Study had varied types of forests. Some of them were on succession, and we can now observe the change of both forest structure and species composition in one time cross section. Such garden with various forest types on successional stages is rare, so should be important especially in Tokyo metropolis under high human activity.