

# 自然との触れ合いの場の整備技術

Development of techniques for designing areas to promote better man-nature interaction

(研究期間 平成 13~17 年度)

環境研究部 緑化生態研究室  
Environment Department  
Landscape and Ecology Division

室長 松江 正彦  
Head Masahiko MATSUE  
主任研究官 小栗ひとみ  
Senior Researcher Hitomi OGURI  
招聘研究員 畠瀬 頼子  
Visiting Researcher Yoriko HATASE

National Government Parks are asked for the function in which people can contact living things efficiently. Then, we do this research towards the proposal of the biotope maintenance plan technique for hills covered with forest. In this paper we conducted the environmental management experiment and evaluated the place suitable for forest management.

## [研究目的及び経緯]

国営公園等の大規模公園には、利用者が生きものを主とした自然と触れ合う場としての機能が、強く求められるようになってきている。本研究は、敷地の持つ環境ポテンシャルを生かしてビオトープの保全と創出を図り、利用者が効果的に自然と触れ合うことができる場の整備技術を開発するものであり、特に樹林の優占する丘陵地におけるビオトープ整備計画手法の提案を目的としている。

本研究では、宮城県川崎町にある国営みちのく杜の湖畔公園の未開園部（Ⅲ期地区）を事例地として選定し、調査から計画、管理までを含めた手法の検討を行う。平成 16 年度は、環境管理実験のモニタリング調査を継続し、環境管理による林床植物への効果を解析・評価した。また、これまでの調査結果から生物の生息環境の計画・管理にあたって適正な管理単位を抽出し、生物環境および観察施設等の整備メニュー案ならびに管理モデル案をとりまとめた。

## [研究内容]

1. 環境管理実験モニタリング調査  
実験区に設置した 27 地点およびリュウキンカの生育する谷部 3 地点の計

30 地点（図-1）において、相対光量子密度、気温、地温、土壌水分および地下水位（谷部 3 地点のみ）の測定を行うとともに、実験区内に設置したコドラートにおいて、林床植生および指標種の調査を行った。指標種は、公園資源として開花の美しい植物種とし、早春 2 種（キクザキイチゲ、カタクリ）、春 3 種（チゴユリ、イカリソウ、ヤマツツジ）、夏 6 種（アオヤギソウ、アキノキリンソウ、ヤマジノホトトギス、オオバギボウシ、オクモミジハグマ、シラヤマギク）の 11 種を選定した。光量子密度・土壌水分は 3 月、4

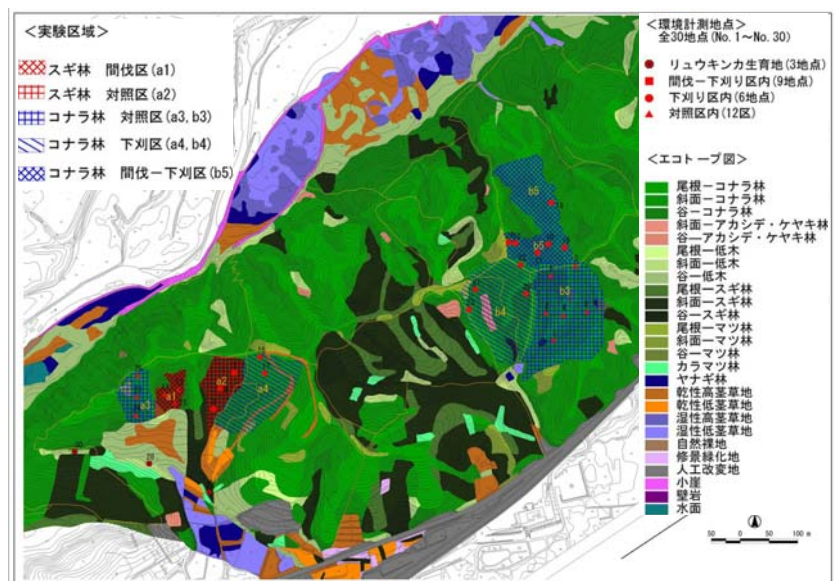


図-1 実験区域および環境調査地点

月、7月に測定を実施し、気温・地温は14年3月からの連続測定を行った。また林床植物は、早春期に開花する種は4月、春期に開花する種は5月、夏期に開花する種は9月に調査を実施し、個体数、開花・結実の有無および体サイズを記録した。

なお、管理実験は、公園事務所の協力により、14年の10月下旬～11月中旬に間伐および下草刈りを、また15年、16年の同時期に下草刈りを実施した。

## 2. 公園整備メニュー案および管理モデル案の作成

樹林管理により豊かな林床植物の生育する林床を効率的に創出するためには、より多くの植物が生育可能な立地を優先的に管理することが望まれる。また作業上の危険性やアプローチの良さなどから総合的に判断して、管理方針を設定する必要がある。そこで、まず樹林管理の適正を、「樹林管理対象植生」、「作業の危険性」（斜面傾斜）、「仮想管理道からの移動コスト」、「林床植物の生育可能種数」の4つの項目から評価し、樹林管理のための管理適性度評価図を作成した。評価の流れを図-2に示す。

次に、昨年度に行った生態系の質と利便性の2軸による環境評価において保全型利用に区分された区域を対象として、適正評価結果と地形分類、現存植生、希少種などの原データを重ね合わせ、具体的な施設整備メニューおよび管理方針案の検討を行い、施設整備上の配慮事項ならびに保全措置の整理を行った。

### [研究成果]

#### 1. 環境管理実験モニタリング調査

##### (1) 林床環境

昨年度に行った管理1年目のモニタリング調査で、環境管理による林床の光環境の変化が明らかとなり、管理2年目の調査においても同様の結果を確認した。

コナラ林における管理後の相対光量子密度は、下草刈り区と間伐-下草刈り区の間で展葉前の早春期では違いがなかったものの、春期と夏期では下草刈り区よりも間伐-下草刈り区の方が高くなった(図-3)。地表面からの高さによる夏期の相対光量子密度の違いを比較すると、管理前にはいずれの実験区も地表から120

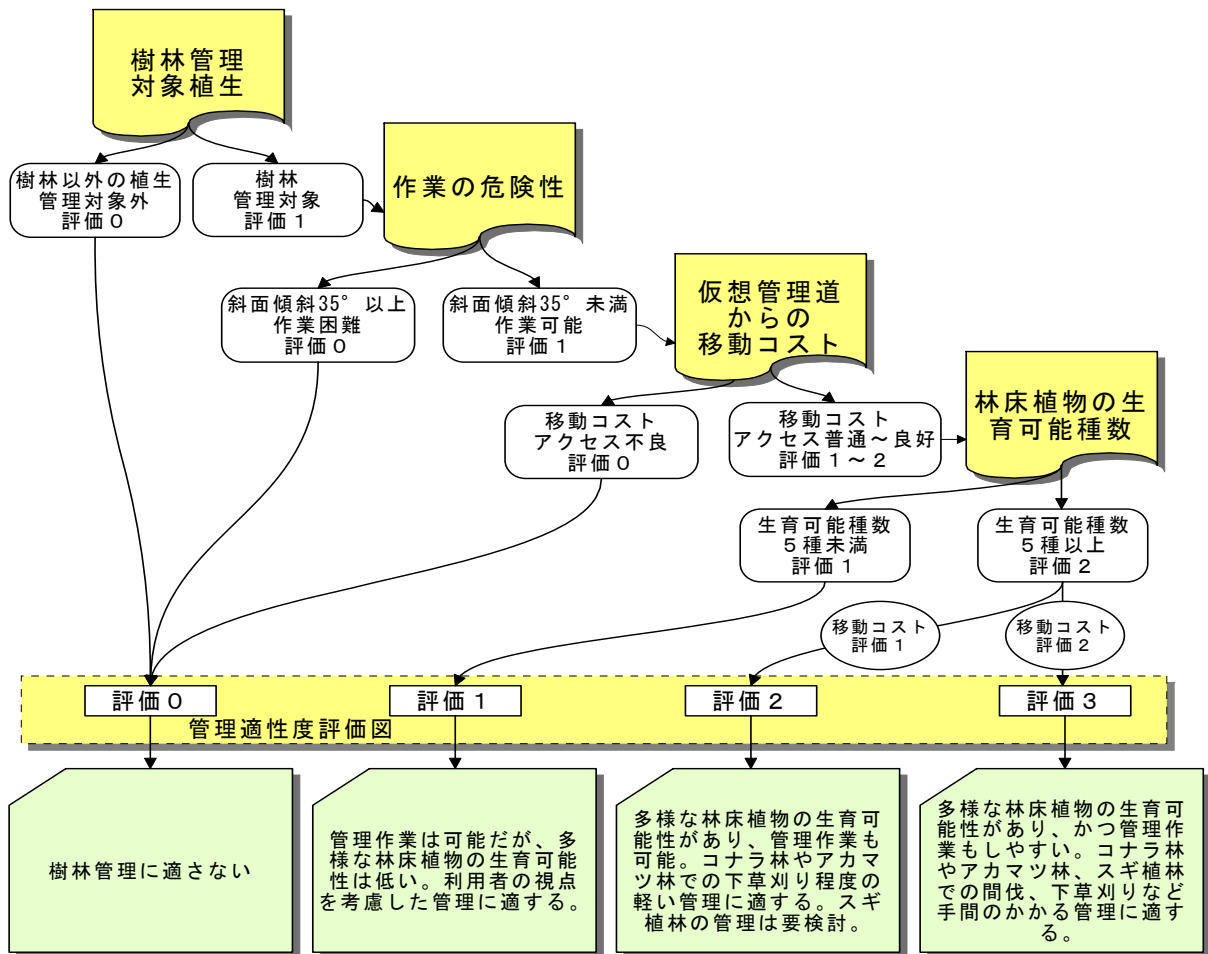


図-2 樹林管理適性評価の流れ

cmの値が10cmの値より高かったが、管理後は間伐-下草刈り区のみ地表からの高さによる違いが見られなくなり、また他の実験区よりも高い値を示した(図-4)。スギ植林では、管理前の相対光量子密度は、管理を行わない対照区よりも間伐区の方が低かったが、管理後には対照区に比べて間伐区の方がいずれの季節も高い結果となった。また、材積で約3割程度の間伐を行ったことにより、管理前は約1%だった相対光量子密度が、管理直後は約15%にまで増加した(図-5)。

積算気温・地温については、管理1年目の夏期が全国的に冷夏となったため、管理前～管理2年目の年変動が大きかった。また、日平均気温・地温の月別平均値では、コナラ林、スギ植林とも管理による違いは見られなかった。これに対して、日気温・地温較差の月別平均値では、管理前では実験区による違いは見られなかったが、管理後の春から夏にかけて、コナラ林では対照区・下草刈り区よりも間伐-下刈り区の方が、スギ植林では対照区よりも間伐区が、それぞれ高い値を示す傾向にあり、この傾向は地温でより明瞭であった(図-6,7)。

土壌水分は、コナラ林で管理2年目の夏期に極端な低下が起こったが、スギ植林も含めて、管理による影

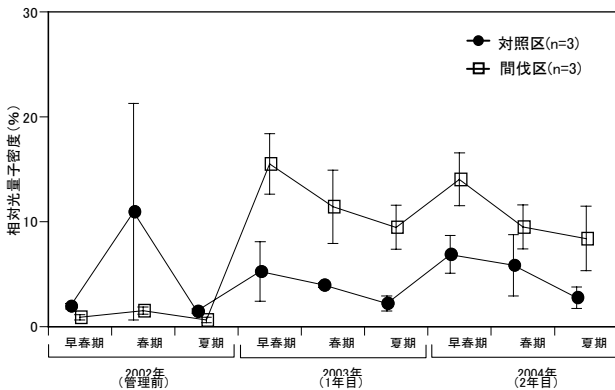


図-5 スギ植林における地表10cmの相対光量子密度  
誤差線は標準偏差

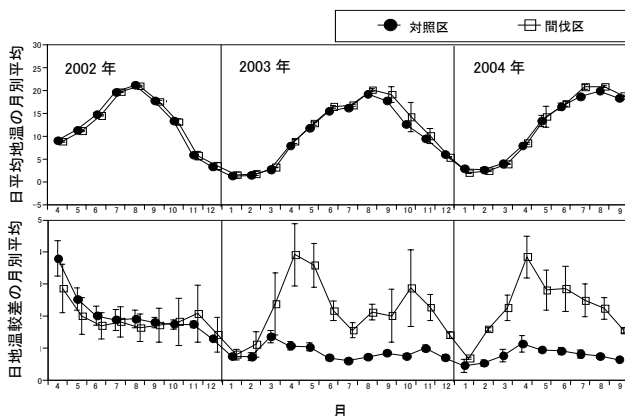


図-7 スギ植林における地温の月平均および日較差  
シンボルは平均値、誤差線は標準偏差。

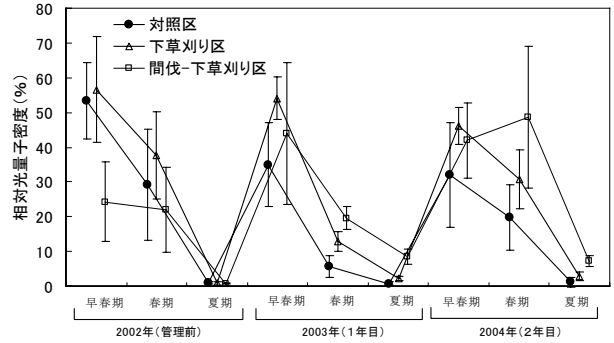


図-3 コナラ林における地表10cmの相対光量子密度  
誤差線は標準偏差

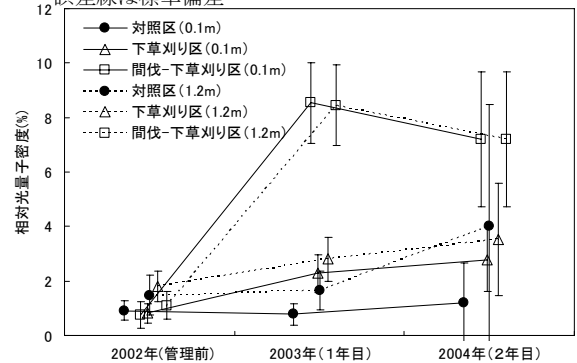


図-4 コナラ林における地表からの高さの違いと相対光量子密度の変化(夏期)  
誤差線は標準偏差、凡例括弧内は地表からの高さ。

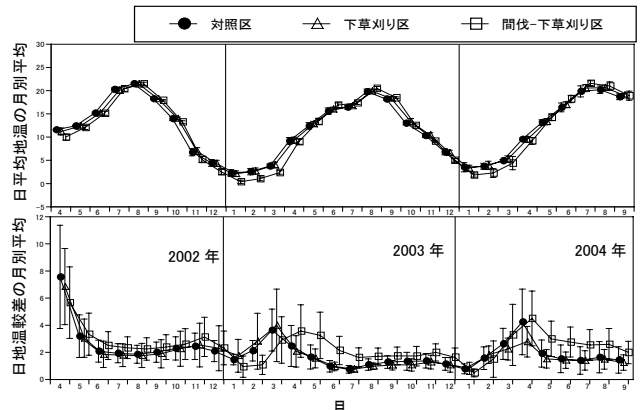


図-6 コナラ林における地温の月平均および日較差  
シンボルは平均値、誤差線は標準偏差。

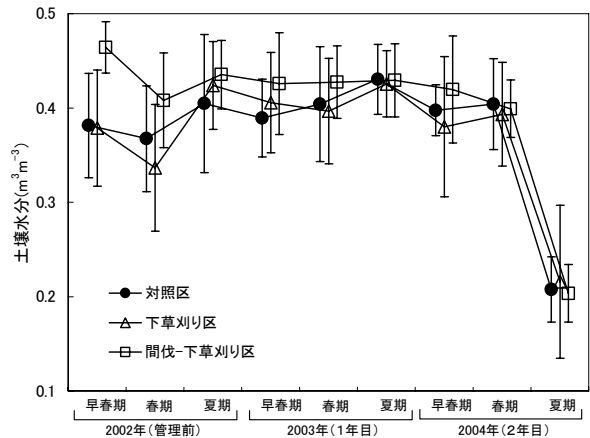


図-8 コナラ林における土壌水分  
誤差線は標準偏差。

響は見られなかった（図-8）。

(2) 林床植生

管理による林床植生の種数や開花数、被度合計等への影響はコナラ林に比べ、スギ植林において顕著であった。

コナラ林では管理の実施が種数の増加に寄与する結果となった。春期に比べ夏期の増加が著しく、また管理1年目よりも管理2年目の方が増加していたが、下草刈り区、間伐-下草刈り区の管理の違いによる傾向の差異は確認できなかった。開花数や被度合計は管理により増加する傾向が伺えるものの、より傾向が明らかになるためには、さらに長期間のモニタリングを要するものと考えられる。

スギ植林では、管理1年目の夏期以降に種数は急激に増加し、開花数、被度合計についてもコナラ林に比べて明らかな増加傾向が見られた。

コナラ林およびスギ植林において、管理の実施により出現頻度や優占度が明らかに変化した種の抽出を行った結果、増加傾向にある種が多く確認され、減少傾向を示した種は少ないことが確認された。また植生や管理内容により、変化が認められた種群は異なることが明らかとなった（表-1）。

管理を行った実験区において全般的に多年草の増加傾向が顕著であり、その他、植生や管理方法などにより夏緑高木、夏緑低木および藤本、ならびに一二年草を中心とした種の増加が顕著であった。

コナラ林の下草刈り区では、管理開始前より林床に比較的多く生育する多様な多年草の優占度が増加した。増加が確認された種の多くは、明るい林床環境を好む種であった。間伐-下草刈り区では、優占度が増加する種は少なく、新たに出現した種も含め、多くは出現箇所が増加するケースであった。生活形の内訳では高木実生の出現が顕著であり、特に現況における高木層から亜高木層の構成種や、伐跡群落に多く出現する樹種の出現が目立った。コナラ林の管理を行った実験区に共通する傾向として、低木や藤本で優占度が減少するものが若干確認され、繰り返し行われた下草刈り管理による影響が考えられた。

スギ植林の間伐区では管理前は出現種が少なかったが、管理後はコナラ林に比べ多くの種が新たに出現した。特に多年草の種類が多く、また一二年草の増加に

表-1 樹林管理により変化の認められた種の特徴

項目	コナラ林		スギ植林	
	下草刈り区	間伐-下草刈り区	間伐区	
概要	管理開始前より林床に多い多年草や低木などの優占度が増加	多くの種の出現箇所数の増加が顕著	コナラ林に比べ多様な種が新たに出現	
生活形	イヌシデ、タラノキ、エゴノキの実生増加			
	高木	コブシ、ヤマモミジの実生増加・優占度増加		コナラ林とは異なる種の実生増加
		高木層から亜高木層の構成種および伐跡群落に多く出現する樹種の実生の出現が顕著	ホオノキ、ミズキ、アオハダ、ヤマウルシ、ヤマグワ、リョウブなど	
	多年草	コチヂミザサの優占度増加		
		明るい林床を好む多様な種の優占度が増加	リンドウ、ツルリンドウなどの出現頻度増加	多様な多年草が出現 草地から林縁などより明るい環境を好む種が多く混在
	一二年草	オオカモメヅル、オオバギボウシ、オケラ、イカリソウ、ノツメソウ、タチシオデ、チゴユリなど	センプリの出現	アオイスミレ、ケイタドリ、タチツボスミレ、オトギリソウ、オトコエシ、タケニグサ、フキなど
低木・藤本	サワフタギ、ヤマウグイスカグラ、サルトリイバラの優占度が減少		コナラ林に比べ出現が顕著 草地から林縁など明るい環境を好む種 スズメウリ、タニソバ、ツユクサ、ヒメジョオンなど	
	ハンショウヅルの優占度増加		ミツバアケビの優占度増加	
	コゴメウツギ、ミツバアケビの優占度増加			

ついてもコナラ林より多い。多年草はコナラ林では明るい林床を好む種の増加が顕著であったのに対し、スギ植林では、より明るい草地から林縁などの環境を好む種が多く混在する傾向が見られた。

(3) 指標種

コナラ林の指標種における開花率の変化を図-9に、体サイズと個体数の変化を図-10に示す。早春期のカタクリは管理前が欠測しているが、管理1年目と2年目ともに対照区および間伐-下草刈り区に出現した開花個体が1~2個体と少なく、個体数の増加も特に見られなかった。カタクリでは、発芽から結花まで7年~10年を要することが知られており、今回の調査では管理の効果が開花に現れなかったと考えられる。

春期に開花するチゴユリ、イカリソウ、ヤマツツジの開花・生育状況の変化が明瞭になったのは管理後2年目からであった。一方、夏に開花するオクモミジハグマ、ヤマジノホトトギス、アキノキリンソウなどでは管理1年目から開花率や個体数の増加などの変化が見られた。ヤマツツジについては、花芽が開花前年の

7 月前後に形成されるため、管理作業が花芽形成の後になったことによって、開花の増加が2年目になったと考えられる。チゴユリ、イカリソウについても、同様の理由で、管理2年目に効果が表れた可能性がある。

管理条件との関係では、ヤマツツジで下草刈りと間伐を行った場合にのみ開花率の増加が見られ、ヤマツツジの生育環境を改善するためには、間伐が必要であることが示された。イカリソウ、アオヤギソウでも、間伐と下草刈りを行った場合のみ開花率の増加や個体数の増加傾向が見られた。

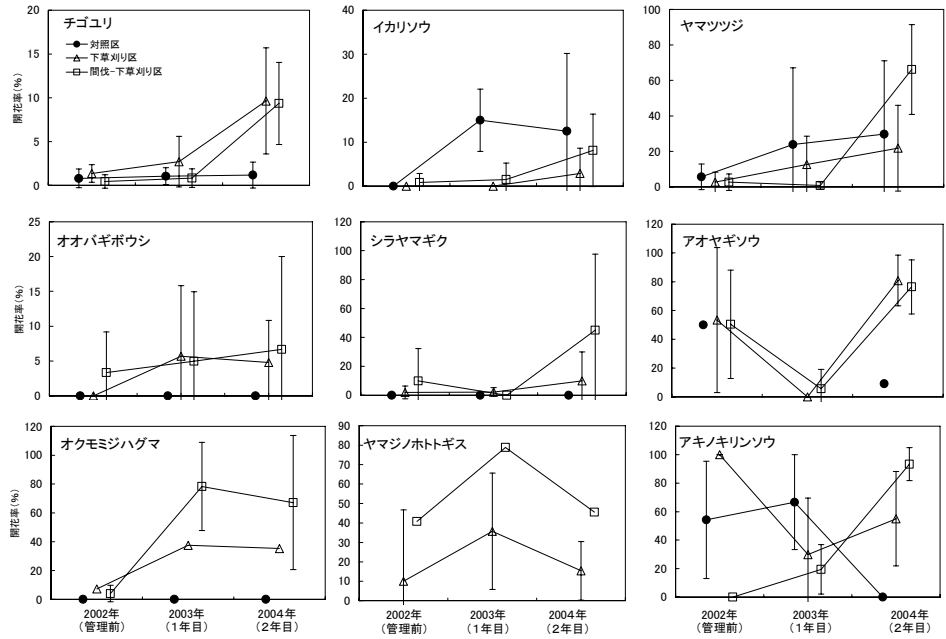


図-9 林床植物の開花率の変化

開花率は開花個体数/総個体数×100。誤差線は標準偏差。各種の出現した調査区において開花率を算出した。ヤマジノホトギスは対照区には出現しなかった。

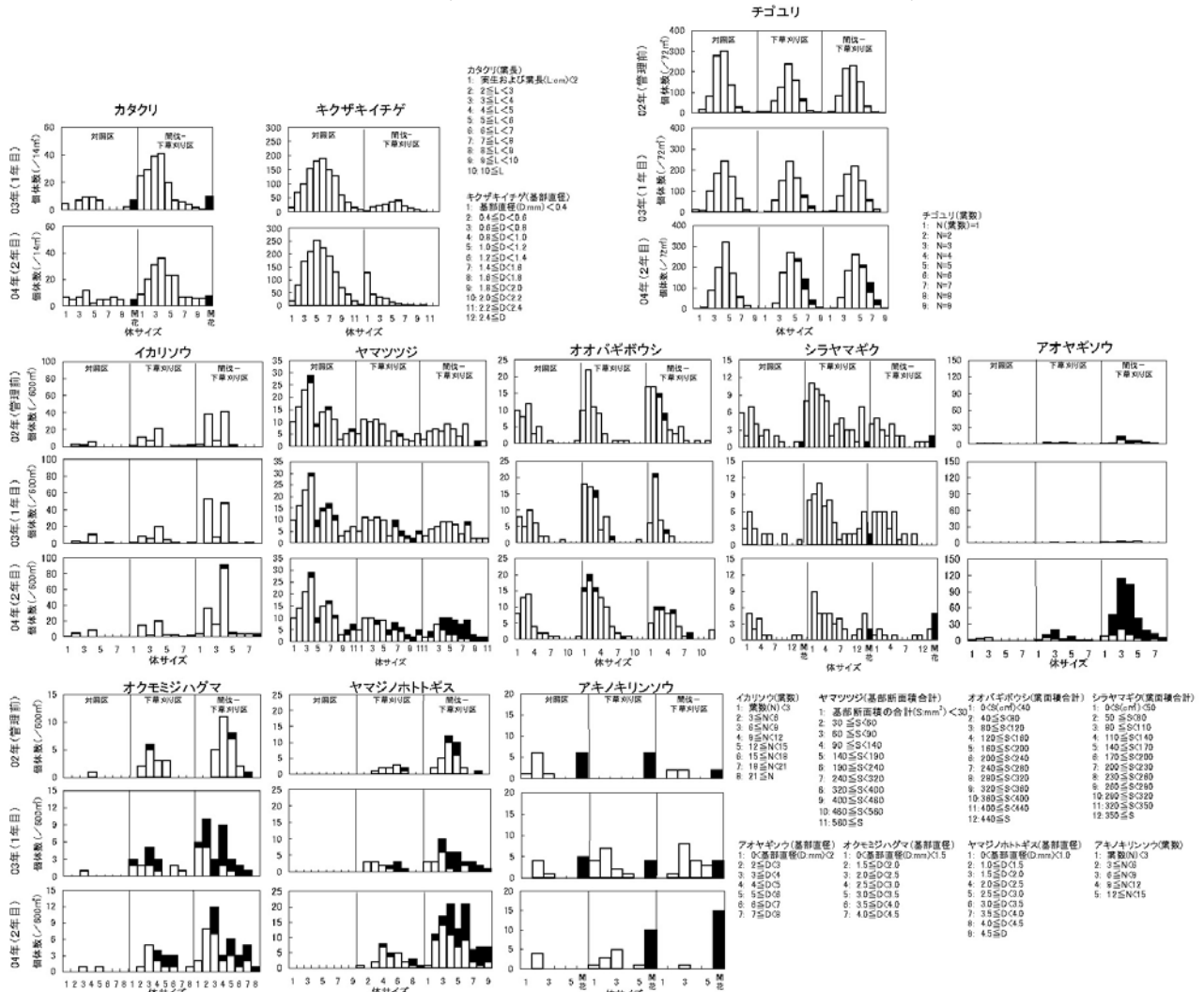


図-10 実験区に出現した林床植物の体サイズと個体数の変化

グラフの塗りつぶしは開花個体を示す。開花時に葉が2枚となるカタクリ、ロゼット葉が消失するアキノキリンソウ、シラヤマギクは開花個体数を別に示した。

一方、チゴユリ、オクモジハグマ、ヤマジノホトトギス、アキノキリンソウ、オオバギボウシでは、間伐と下草刈りを行った場合と下草刈りのみの場合の両方で、開花率の増加や個体数の増加傾向が見られており、下草刈りのみでも生育環境の改善が可能と考えられた。

今回の調査から、指標種とした 11 種の中にも、管理への反応パターンが異なることが示された。今後開花がどの程度持続するか、あるいはササ類の繁茂・林冠の閉鎖・樹林の更新などと関連して、林床植物の開花状況がどう変化するかをモニタリングすることで、より効果的な管理計画の立案が可能になると考えられる。

## 2. 公園整備メニュー案および管理モデル案の作成

### (1) 樹林管理の適性評価

各項目の評価結果およびそれらの総合によって作成された管理適性度評価図は図-11 のとおりである。樹林管理による効果が期待され、かつ管理しやすい場所が北東向き斜面を中心に分布していることがわかる。

評価 3 の区域のうち、北東側の崖下の細い谷底部については、仮想した管理道からの移動コストが比較的低い結果となったことにより管理適性が高く評価されているが、湖岸に面した比較的平坦な場所は季節によって冠水していたり、湿地であったり、あるいは洗掘されていることがあるため、管理に適さないものと考えられる。このように、より詳細な管理適否を検討するにあたっては、現地確認により最終的な判断を行うことが必要となる。今回の検討では、管理方針を設定するための考え方の提案を目的として、仮想の管理道を設定したものであり、実際に管理方針を検討するにあたっては、計画された管理道に基づき再評価を行う

必要がある。

管理適性評価結果に基づき、各評価における管理方針を以下のように整理した。

#### 【評価 3】

多くの林床植物が生育可能であり、傾斜が緩やかで管理道から移動コストも低い。樹林管理は積極的に実施することが可能であり、そのアクセスの良さからコナラ林をはじめとする落葉広葉樹林では、林床植物の生育環境の創出を目的とした樹木の伐採管理を優先的にに行い、併せて下草刈りを実施することが提案される。またスギ植林の場合も間伐管理が行いやすく積極的な管理が可能である。

#### 【評価 2】

多くの林床植物が生育可能であり、かつ傾斜が緩やかであるが、管理道からの移動コストは評価 3 の区域に比べ高い。このため評価 3 の区域と比較して伐木の搬出などにより多くの作業コストがかかることから、管理は下草刈りを中心に実施することが提案される。ただし、スギ植林において管理を行う場合は、間伐を実施することが前提となる。

#### 【評価 1】

林床植物の出現可能性は比較的低く、それらの生育環境の創出を目的とした樹木管理を行う立地としては評価が低い。ただし、アクセスが良く管理は比較的容易であることから、公園利用上の多様な目的により、たとえば良好な樹林景観の創出や植物以外の生物資源への配慮などの必要があれば、管理内容について検討が必要となる。

#### 【評価 0】

管理を行う必要性が低いまたは管理が困難な立地であるため、基本的に林床植物の生育環境の改善のため

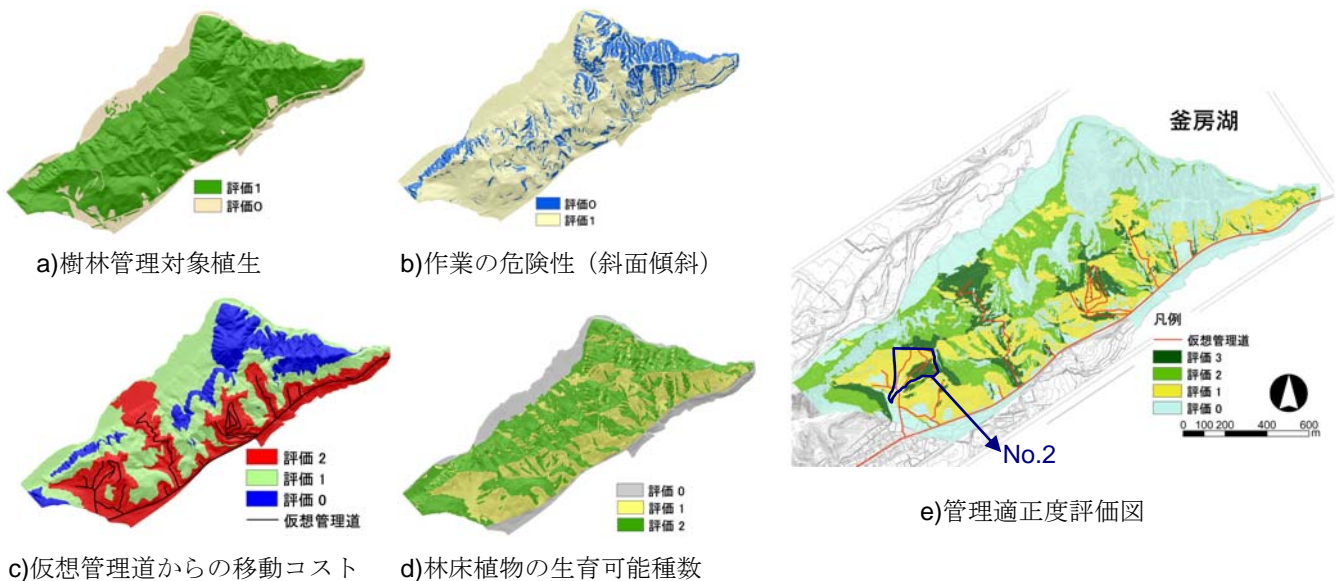


図-11 樹林管理の適正評価結果

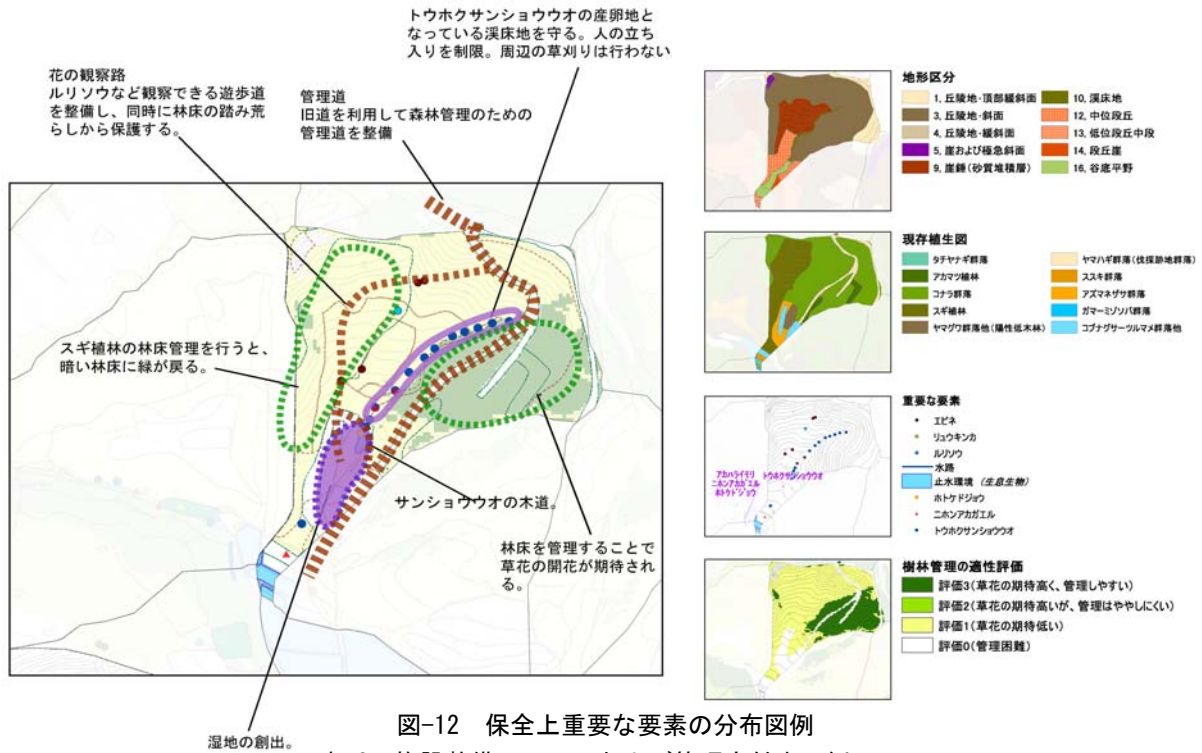


図-12 保全上重要な要素の分布図例

表-2 施設整備メニューおよび管理方針案の例

地点番号	名称(仮称)	整備目的	整備内容	留意点
①	花の観察路	ルリソウ、ヤマツツジ、ホトギス類などの植物を観察するため	遊歩道の整備	沢沿いは急傾斜で危険なため歩道を通さず、沢をぐるりと囲むように敷設。観察はルリソウ、ホトギス、キバナアキギリなどの林床植物を中心とする。沢は産卵地として多数のトウホクサンショウウオに利用されているため、利用者の入り込みを防いで保護する。
②	管理道	森林管理のため	管理道の整備	旧道を利用して管理道を整備する。トウホクサンショウウオ等の小動物の保全のため、沢の東側の旧道を整備する際にアスファルト等の舗装は避ける。また側溝が必要な場合は全体がスロープになったものや石積みのものでする(所々に脱出用スロープが付いたものは効果が低いため不可)。
③	湿地の創出	トウホクサンショウウオ等の観察場所を創出するため	植生を管理して湿地を創出	ミゾソバ等の草原となっている場所の植生を管理し、地面を棚田状に浅く掘り下げて湿地を創出する。動植物のⅢ期地区外からの導入は行わず、域内の親個体を用いた播種によるリュウキンカの導入やトウホクサンショウウオ等の分布拡大を待つ。トウホクサンショウウオの産卵場所は流れのゆるやかな溜まり、リュウキンカの生育場所は浅い流水辺で砂質土の場所である。
④	サンショウウオの木道	トウホクサンショウウオ等を観察するため	遊歩道につながる短い木道の整備	沢に下りられる木道を整備し、生きものを観察できるようにする。なお、池はコンクリート等で整備せず、むしろ水位を下げて湿地状にして利用する。

の樹林管理は行わない。

(2) 施設整備メニューおよび管理方針案

昨年度の環境評価において、開発型利用～保全型利用(生態系の質:1、利便性:2)に区分された区域No.2(図-11e)について、管理適正評価結果と原データを重ね合わせて、保全上重要な要素の分布図を作成し(図-12)、整備メニューおよび管理方針案を検討した。この区域の主な自然資源は、管理された明るいコ

ナラ林の林床植物、およびトウホクサンショウウオの産卵場所である。この区域では、林床植物を観察するための自然観察歩道の設置、環境管理実験が行われているコナラ林の里山モデル林としての利用および散策と里山の観察に適した湿地の創出が、整備メニューとして考えられる(表-2)。

(3) 環境評価のスケールと計画段階

これまでの検討結果から、生態系の質と利便性から

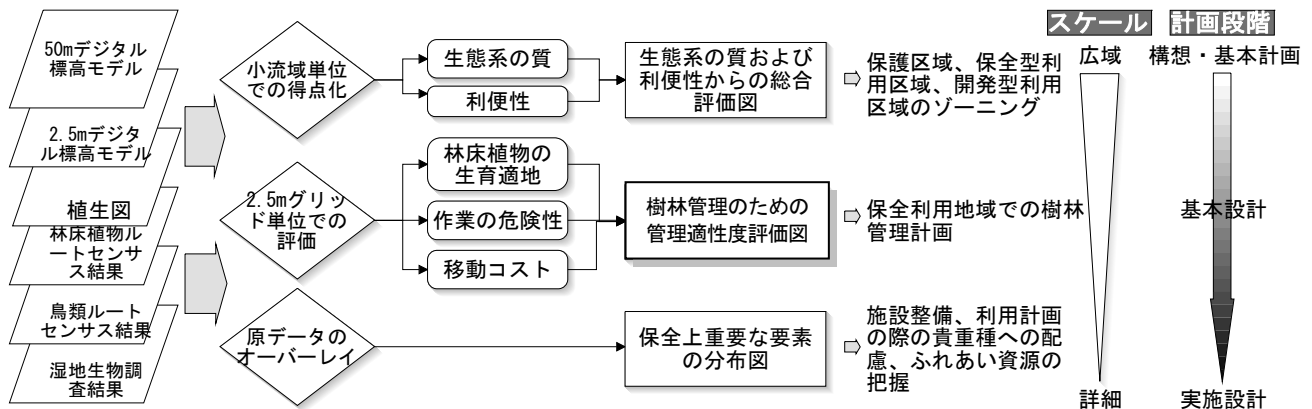


図-13 環境評価と計画のフロー

の評価図、樹林管理適性度評価図および保全上重要な要素の分布図といったスケールの異なる評価結果を組み合わせ、計画段階に応じた利用を行うことで、蓄積された情報を効率的に活用できると考えられた。

図-13 に示すように、まず小流域単位での生態系の質と利便性からの評価結果を参照して地域全体の大まかなゾーニングを行う。その上で、2.5m グリッド単位における管理適性度評価図を用いて各ゾーン内の樹林管理計画を策定し、さらにこれらより細かいスケールとして、希少種の分布などの原データを重ね合わせることによって、具体的な施設整備などの際の配慮事項を検討することが可能である。

### 3. まとめ

14年から16年の3年にわたり行われた環境管理実験では、放棄された里山の樹林環境において、管理による生物への影響・効果を明らかにし、公園としての魅力ある林床景観を創出するための可能性を示した。

コナラ林やスギ植林における間伐や下草刈りによって、林床の光環境や温熱環境に変化がもたらされ、林床植物の生物多様性が向上することが概ね理解された。ただし、管理開始から比較的初期の段階における林床植物への影響・効果については明らかにすることができたものの、影響・効果の全体像を把握するためには、5年後、10年後、20年後など、より長期にわたる遷移の動向を視野に入れた効果の検証が望まれる。また、下草刈り開始後、ササ類の繁茂は認められないものの、毎年刈り続けることは、ササ以外の林床植物に対しても負担となるため、ササを抑制しつつ林床の植物相を多様に保つための、管理の期間や頻度などについて、今後検討を進めることが必要である。

また、本研究では、林床植物の好適地の抽出、生物相の豊かさや利便性、樹林管理の適性など様々な評価を実施し、利用・整備や管理の方針を検討するための

判断材料とした。これらの評価に際しては、GISが非常に有効に機能したが、同様の解析評価を他の国営公園において行うためには、まず基礎となるデータの整備が急務となる。特に、生物の確認地点、植生図、地形分類、DEM（標高データ）といったデータの整備が必要である。

#### [成果の発表]

- 1) 島瀬頼子・大江栄三・宇津木栄津子・百瀬浩・井本郁子・小栗ひとみ・藤原宣夫, 国営みちのく杜の湖畔公園におけるスギ林の林床植生復元を目指した管理技術, 造園技術報告集 No.3, pp50~53, 2005.1
- 2) 井本郁子・大江栄三・藤原宣夫・島瀬頼子・小栗ひとみ・百瀬浩・宇津木栄津子・名取睦, 国営みちのく杜の湖畔公園におけるGISを使用した林床植物の分布予測による自然資源評価, ランドスケープ研究 Vol.68(5), pp637~642, 2005.3
- 3) 小栗ひとみ・島瀬頼子・藤原宣夫・百瀬浩・井本郁子・大江栄三・宇津木栄津子, 大規模丘陵地公園における環境管理計画のための環境の総合評価, ランドスケープ研究 Vol.68(5), pp643~646, 2005.3
- 4) 島瀬頼子・藤原宣夫・小栗ひとみ・百瀬浩・宇津木栄津子・大江栄三・井本郁子, 国営みちのく杜の湖畔公園における森林管理と林床植物の開花状況の関係, ランドスケープ研究 Vol.68(5), pp659~664, 2005.3
- 5) 上野めぐ・菊池多賀夫・若松伸彦・松江正彦・小栗ひとみ・島瀬頼子, 宮城県釜房地区の丘陵地小谷底に発達した湿地とリュウキンカの葉のフェノロジーについて, 第52回日本生態学会大会講演要旨集, pp280, 2005.3