

学位論文

近世城趾由来の都市公園における
自然緑地の生態的・社会的評価

徳島大学大学院先端技術科学教育部

知的力学システム工学専攻

稲飯 幸代

目 次

序章 研究の背景

1. 生物多様性の背景-----	1
1. 1 世界の生物多様性の動き-----	1
1. 2 日本の生物多様性の動き-----	2
2. 都市とは-----	3
2. 1 都市における生物多様性-----	3
2. 2 都市における都市公園-----	5
2. 3 都市公園の管理-----	7
3. 都市公園の現状と課題-----	9
4. 調査対象地の概要-----	12
4. 1 立地条件-----	12
4. 2 城山の変容と地域社会の変遷-----	14
5. 本論文の構成-----	17

第1章 徳島中央公園内の自然林の林冠形成樹（ホルトノキ）の消失リスク評価

1. 目的-----	19
2. 方法-----	19
2. 1 城山樹林の衰退要因の把握-----	21
2. 2 ホルトノキの消失危惧区域の把握-----	24
2. 3 ホルトノキの植栽適地の抽出-----	26
3. 結果-----	27
3. 1 城山樹林の衰退要因の把握-----	27
3. 2 ホルトノキの消失危惧区域の把握-----	33
3. 3 ホルトノキの植栽適地の抽出-----	39
4. 考察-----	43

第2章 徳島中央公園内の自然林保全に関する市民意識

1. 目的-----	46
2. 方法-----	46
2. 1 調査地-----	46
2. 2 アンケート対象者の抽出-----	47
2. 3 アンケートの質問項目-----	48
3. 結果-----	49

3. 1	個人属性及び利用状況	49
3. 2	都市公園の景観構成要素の価値評価	51
3. 3	利用目的	52
3. 4	現状認識	53
3. 5	城山樹林と石垣の保全意識	55
3. 6	山頂の利用頻度	58
3. 7	一番好きな場所や思い出	58
4.	考察	59
4. 1	市民にとっての都市公園の現状認識	59
4. 2	石垣、樹林の保全意識	60
4. 3	生物多様性の主流化に向けた取組	60
4. 4	今後の保全に向けて	61
第3章 アカテガニを指標とした徳島中央公園の景観構成要素の機能評価		
1.	目的	62
2.	方法	62
2. 1	調査地の概要	62
2. 2	生息するアカテガニの概要	62
2. 3	調査方法	63
3.	結果	68
3. 1	微環境因子とアカテガニの分布との関係	68
3. 2	水路の物理的構造とアカテガニの分布	70
3. 3	河川護岸の物理的構造とアカテガニの分布	71
4.	考察	73
4. 1	アカテガニにとっての都市公園内の空間価値	73
4. 2	アカテガニからみた親水性	74
4. 3	森林と汽水域との接続性	75
第4章 アカテガニを用いた環境学習		
1.	目的	76
2.	方法	76
2. 1	アカテガニの概要	76
2. 2	対象者および実施者の概要	76
3.	結果	78
3. 1	アカテガニを用いた環境学習の試行	78
3. 2	自然体験活動ツリーイングの試行	79

3. 3	プログラムの内容および児童の反応	81
4.	考察	83
4. 1	環境学習の効果	83
4. 2	環境学習の有効性	84
4. 3	今後の方向性	85
第5章 総合考察		
1.	本研究で得られた成果と今後の課題	88
2.	都市公園の価値向上と保全に向けた検討	90
2. 1	自然緑地の生態学的および社会的価値の評価	90
2. 2	人および生息生物からみた都市公園の価値評価	91
2. 3	生物多様性の社会化に向けた取組の検討	93
3.	管理者がおこなうべき保全の提案	94
3. 1	自然緑地の保全方法に関する提案	94
3. 2	生息生物の視点でおこなう景観構成要素の修復の提案	95
3. 3	生物多様性の社会化に向けた提案	95
3. 4	生物多様性を向上させるデザイン	96

引用文献

序章 研究の背景

1. 生物多様性の背景

1. 1 世界の生物多様性の動き

私たちの暮らしは生物多様性を基盤とした生態系サービスに支えられている。生態系サービスは、食糧や水、遺伝資源などの供給サービス、気候調節や水質浄化などの調製サービス、精神的な充足やレクリエーションなどの文化的サービス、これらを支える基盤サービスからなり、私たちの生活と深く関わっている。しかし、現在では、生物の絶滅速度は過去と比べ、100～1,000 倍に達しているといわれている（環境白書 2010）。私たちの生活の大部分が、生物多様性の恩恵を受けて成り立っている状況では、生物多様性の損失が私たちの暮らしに与える影響は大きく、思い切った政策の転換が必要である（ミレニアム生態系評価 2005）。

以下に、日本の生物多様性国家戦略が策定された年における世界の生物多様性の動きを日本と比較して列記する。

1992 年 6 月、ブラジルのリオデジャネイロで国連環境開発会議（地球サミット）が開催された。この会議では、生物多様性の劣化に対する課題を解決するための生物多様性条約が署名され、翌 1993 年 12 月に生物多様性条約が発行された。そして、現在では 194 の国と地域が加盟している。条約の締約国には生物多様性国家戦略を定めることが義務付けられており、現在 170 の国が国家戦略を策定している。生物多様性条約（1993）は、①生物の多様性保全、②生物多様性の持続可能な利用、③遺伝資源の利用から生じる利益の公正かつ衡平な配分の 3 項目を目的として定められている。この条約は加盟国や地域の環境行政の方向性を示すものであり、各地域や国が生物多様性の保全を行っていく上での国際的な運営指針となる（WWF ジャパンホームページ）。

その後、2002 年には、オランダのハーグで生物多様性条約第 6 回締約国会議 COP6 が開催された。この会議では、生物多様性の損失速度を 2010 年までに顕著に減少させる「2010 年目標」を含んだ「生物多様性条約戦略計画」が採択された（環境省 2012）。また、2008 年にドイツのボンで開催された第 9 回生物多様性条約締約国会議 COP9 では、国のみならず都市や地方自治体が責任を果たしていく必要があるとの認識が示され、「都市及び地方自治体の参画促進」に関する決議が採択された。そして、「都市や地方自治体が、国の戦略・行動計画の実施を支援する施策への取組を容易にして、国の生物多様性国家戦略・行動計画に沿った形で地方の生物多様性戦略・行動計画の策定を支援するように奨励すること」となった。この決議の採択は、COP9 にあわせて開催された「“生物多様性のための地域行動”に関する市長会議」によって支援された。ボンに参集した各国市長が、この会議の宣言文をとおして「締約国は都市の役割を認識し、都市の生物多様性保全の取組みを支援する」よう閣僚級会議の中で要請した（鎌田 2013）。

この時の生物多様性条約第 9 回締約国会議 COP9 の閣僚級会議で発表されたレポート「生態系と生物多様性の経済学中間報告」では、2050 年までに、さらに陸上の生物多様

性の 11%から 20%が失われるとの報告がされている（公益財団法人地球環境戦略研究機関 2010）。このような陸上における生物多様性の損失の背景には、都市で生活する人々に生態系サービスを供給するために環境に付加が加えられていると考えられる。具体的には、熱帯の草原や森林の生物多様性の損失、中でも地域で存続してきた生態系が農耕地へ転換されたことや継続的なインフラ施設の整備とその拡大など、人間活動の影響が大きく関係していると考えられる（環境省 2009）。

このため、「2010 年目標」は、2002 年以降に対策が進み、状況が改善している分野はあるものの、全体としての生物多様性の損失の傾向は止まっていないことが、「2010 年目標」における進捗状況をまとめた中間報告書「地球規模生物多様性概況第 4 版」で明らかとなった。よって、2010 年以降も、生物多様性の保全と持続可能な利用の実現に向けて、現状の把握や新たな目標達成に向けて生物多様性の損失の対策を行っていく必要がある（環境省ホームページ）。

さらに、2007 年 3 月、各国の都市首長が集まってクリチバ（ブラジル）で開催された「都市と生物多様性—2010 年目標の達成」に関する会議では、生物多様性を維持していく上で、都市が重要な役割を果たすとの認識が世界で共有された（Müller & Kamada 2011）。これを受け、各国の科学者・技術者が、自らが果たすべき役割について話しあうための国際ネットワーク（URBIO: Urban Biodiversity & Design）を形成し、「都市の生物多様性が持つ機能的側面を、文化的・精神的な享受も含めた生態系サービスの評価と関連づけながら明らかにすること」、「生物多様性の損失や気候変動に対応できる生態学的なデザイン手法を発展させること」の重要性、そのための研究を推進することの必要性を共有した（Müller & Kamada 2011）。そして、2009 年 11 月には、「生物多様性国際自治体会議」に向けて、国内 104 の自治体が参加して「生物多様性自治体会議 2009」を開催し、国内の地方自治体共通の課題の抽出がされた（COP10 支援実行委員会）。「生物多様性国際自治体会議」は、都市と生物多様性の重要性の確認や自治体の国際的な連携を推進して取り組む必要性を共有することで、地域で策定された施策が、地域レベルや国レベル、さらに地球規模での持続可能性を実現することを目指している。

そして、これに先立ち、2008 年の「“生物多様性のための地域行動”に関する市長会議」は、2010 年から「生物多様性国際自治体会議」として、市に加えて県等の自治体の参加のもと、開催されることになった（鎌田 2013）。このような背景のなか、2010 年 10 月に名古屋で開催された生物多様性条約第 10 回締約国会議 COP10 では、2011 年からの 10 年間で、愛知目標の達成に向けて国際社会のあらゆる主体が連携して生物多様性の問題に取り組むことが採択された。

1. 2 日本の生物多様性の動き

1. 1 に示した世界の生物多様性の動向に沿って、日本でも 1995 年、2002 年、2007 年に生物多様性国家戦略が策定された。また、2008 年に生物多様性基本法が制定されたことによって、生物多様性国家戦略の策定が義務化となった。国内における生物多様性の

動きについて以下に示す。

生物多様性条約と生物多様性国家戦略は、1993年に生物多様性条約を締結し、1995年に生物多様性国家戦略の策定が行われた。

また、新・生物多様性国家戦略（2002）は、「自然と共生する社会」を実現するためのトータルプランとして位置づけており、この中で日本の生物多様性の現状には「三つの危機」があることが指摘されている。すなわち、第1の危機として、「人間活動や開発の直接的な影響による種の減少、絶滅、あるいは生態系の破壊、分断、劣化を通じた生息・生育空間の縮小、消失」、第2の危機として、「生活様式・産業構造の変化、人口減少など社会経済の変化による自然への働きかけが縮小撤退することによる里地里山にみられる環境の質の変化、種の減少や生息・生育状況の変化」、第3の危機として、「外来種など人為的に持ち込まれたものによる生態系の攪乱」である。

さらに、第三次生物多様性国家戦略（2007）では、新・生物多様性国家戦略から引き継がれた3つの危機を改善するために、「自然共生社会」を構築したうえで、「持続可能な社会」の実現を目指すことが示されている。第三次生物多様性戦略では、「生物多様性の社会への浸透」、「地域における人と自然の関係の再構築」をはじめとした4つの基本戦略に対する取組みを実施している。さらに、2010年には、「愛知目標」を達成するために「国連生物多様性の10年日本委員会」（UNDB-J）を設立した。ここでは、2011年から2020年までの10年間にあらゆる主体が連携を図り、生物多様性の保全と持続可能な利用の取組を促進することが共有された。

2. 都市とは

都市とは、多くの人口集団をもち、家屋その他の建造物が密集、住民の生産がおもに第2次、第3次産業に依存して発達した集落（ブリタニカ国際大事典小項目事典）、あるいは比較的狭い地域に多数の人口、家屋が密集、農業以外のおもに商工業などが経済生活の主体をなす集落（百科事典マイペディア）とあるものの、必ずしも人口数では規定されていない。また、都市についての定義は国際的に定められていない。したがって、本論文では、上記二つの定義を参考に都市を「第2次、第3次産業を中心として人口や家屋が密集した集落」と規定する。また、形成された集落を含んだ人工建造物が多数建設された地域全体を都市域とし、その中に残存する自然性の高い樹林などの空間を自然緑地と表すことにする。

2.1 都市における生物多様性

上記に示すように、都市では、第2次、第3次産業が主な経済活動であることから、農業などの第1次産業を生業とする人口はごくわずかである。このため都市域には農地は少なく、建造物が建設されていることから自然緑地は限られ限局している。このようなことから、都市で生活する人々を支えるための生態系サービスは、都市内で自給自足されることがごく少ないと考えられる。

このため、都市の人々の生活を維持していくためには、活動に必要な生態系サービスが、都市の周辺や都市以外の地域から供給される必要がある。すなわち、都市の人々が生活していく上では、生物多様性の高い地域からの生態系サービスの供給に頼ざるを得ない。都市は、陸地面積のおよそ2%から3%を占めているに過ぎないが、そこで生活し、活動する人は世界人口の50%以上を占め、世界中の自然資本の70%が消費されているといわれている。そして、今後、ますます都市化の傾向は増加し、20年ほどで都市の人口が世界人口全体の60%を占めるようになる」と推定されている。このように、現在では、都市域における人間活動は、周辺からの生物多様性の恩恵を生態系サービスとして享受することで成り立っている。さらに、都市域は多くの人々が密集して生活する場であるため、人の利便性を追求した改変が行われてきた空間でもある。したがって、活発な人間活動による人為的な影響を最も受けやすい空間として、生物多様性が深刻な被害を受ける可能性が最も指摘されている地域でもある。

1988年にノーマン・マイヤーズ (Norman Myers) は、「生物多様性ホットスポット」として、中国、インド、アメリカ、ベトナム、タイ、ニュージーランドなど人間活動が活発な34地域を指定し、日本もこの中に含まれている。生物多様性ホットスポットの条件として、①生息する固有種の維管束植物が1,500種以上という高い生物多様性を有し、②その一方で、自然植生が70%以上損なわれる危惧がある地域としている (Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. 1999)。これに該当する地域は、いずれも人口が集中する地域を多く含み、開発圧の高い地域であることが共通している (Bhagwat, S.A. Dudley, N. and Harrop, S.R.. 2011)。都市域では、頻雑な開発が行われた結果、多くの生物多様性の高い自然資本を人為的に改変し、消失を招いてきた。そのため、自然性の高い空間は、都市域では限られている。

しかし、その一方で、このような報告もある。ヨーロッパで行われたいくつかの研究では、都市にある庭園が都市の生物多様性の中心になることが明らかにされている (Martim Kümmering and Norbert Müller)。例えば、ドイツのワイマールにある“イルム庭園”は、英国風景庭園として1778年に造られた。庭園内には樹林地、採草地、水路、池などが設けられ、自然的、歴史文化的景観を創出している。庭園は様々な社会的背景の影響を受けながら、200年以上にわたってワイマール地域の歴史を反映してきた。そして、庭園全体が、1998年にユネスコ世界遺産に登録された。また、庭園で実施した植生調査から庭園内は生物多様性が高いことが明らかとなった。一方で、庭園は市民がレクリエーションに利用できる空間でもあり、多くの人々が集まる場所となっている。この例にみられるように、都市公園は都市域で人々がホッとできる空間であるとともに、生息生育する生物にとっては、重要な住みかとなっていると考えられる。

このような空間は、人の住みやすさを向上させることを目的とした利便性の追求による人為的改変が行われ、多くの自然性の高い緑地が失われたてきた都市域では貴重であり、かつ重要である。人口が密集した都市域に残るこのような緑地では、変容や消失が起こると回復が困難である。特に、自然性の高い緑地を人為的に回復するには、長い時間と多額

の費用を伴う。したがって、都市に新しく緑地を増加させるより、現存する緑地を保全して行くことを優先すべきである。

日本においても、都市は人間活動が優先する地域として位置づけられている。都市域は、高密度な土地利用と高い環境負荷の集中によって、多様な生物が生息生育できる自然空間が、極めて少ない地域である（第三次生物多様性国家戦略 2008）。しかし、都市域の中心にある斜面には、自然性の高い樹林が生育していることがある。このような都市域に現存する斜面林や社寺林などで自然性の高い緑地は、貴重な空間であり、都市で生活する人々にとって身近に自然とふれあえる場所となっている（園田・倉本 2004）。その一方で、生活圏に自然性の高い緑が少ないことで、自然とのつきあい方を知らない子ども達やそれを教えることができないおとな達も増えている（第三次生物多様性国家戦略 2008）。都市公園は、都市の生物多様性を保持、向上させる空間であることはもちろん、都市域で居住する人々が自然とふれあえる場所として、また、人口が集中する都市域で身近に存在する自然環境としての、価値を發揮できることが期待されている。以上のような点から、都市公園に代表される都市の緑を保全しつつ、利活用することの重要性が指摘されている（環境省 2008）。

2. 2 都市における公園

日本における都市公園は、利用目的と面積をもとにいくつかの種類に分類されている（国土交通省ホームページ）。以下に、人口が密集した都市域で代表的な住区基幹公園と都市基幹公園の種類と利用目的について抜粋する（表序~1）。

表序-1 住区基幹公園，都市基幹公園の種類と利用目的

種類	種別	内容
住区基幹公園	街区公園	もっぱら街区に居住する者の利用に供することを目的とする公園で誘致距離250mの範囲内で1箇所当たり面積0.25haを標準として配置する。
	近隣公園	主として近隣に居住する者の利用に供することを目的とする公園で近隣住区当たり1箇所を誘致距離500mの範囲内で1箇所当たり面積2haを標準として配置する。
	地区公園	主として徒歩圏内に居住する者の利用に供することを目的とする公園で誘致距離1kmの範囲内で1箇所当たり面積4haを標準として配置する。都市計画区域外の一定の町村における特定地区公園(カントリーパーク)は、面積4ha以上を標準とする。
都市基幹公園	総合公園	都市住民全般の休息、観賞、散歩、遊戯、運動等総合的な利用に供することを目的とする公園で都市規模に応じ1箇所当たり面積10~50haを標準として配置する。
	運動公園	都市住民全般の主として運動の用に供することを目的とする公園で都市規模に応じ1箇所当たり面積15~75haを標準として配置する。

上の表に示すように、日本の都市域で多くみられる公園には、面積が 0.25ha 程度の街区公園，2ha 程度の近隣公園，4ha 程度の地区公園などがあり、いずれも住民の利用を目

的として設置された公園である。しかし、このような公園には、裸地に修景目的の樹木が植栽されていて、自然性の高い樹林はほとんどみられず、比較的狭い面積に遊具が設置されていることがほとんどである。一方、都市域では都市基幹公園に分類される面積が10ha以上の総合公園や運動公園を設置することは、物理的に困難を要すると考えられる。まして、大規模公園は、人口や建造物が密集した都市に新たに造るには、難しいと考えられる。したがって、都市域ではこのような大規模な公園はほとんどみられず、郊外に造られることが多い。そのため、自然の少ない都市域で都市公園の果たす役割は大切である。都市での良質な都市景観を創出することや史跡・文化財などの環境を保全すること、災害時の避難地などの防災、都市気候の緩和、レクリエーションの場、など様々なものがある（表序-2）。また、近年都市公園に期待される役割として、生態系保全やネットワークの形成による生物多様性の確保をおこなうことが求められており、都市における多様な野生生物の生息生育を支援する場としての価値を期待されている。その際、特に重要なのは、自然性の高い緑地であろう。そのひとつが、都市公園の中でも近世城趾に由来した斜面にみられる自然性の高い樹林である。このような土地が現在に残されたのは、おそらく利用しにくい空間であったことで開発を免れたと考えられる。

そこで、本研究では、面積の広さや利用目的にもとづかず、都市域に立地する公園の中でも、特に近世城趾に由来した都市公園を扱うこととする。日本における公園制度は明治にはじまるが、当初は古くからの旧跡等で、かつ地税を徴収していない土地が公園として指定された。この条件に該当したのが城趾であった。当時、城趾は町の中心に立地していたことから、城趾に由来した空間の多くが現在の都市のほぼ中心で公園として利用されることとなった（石川 2004）。日本で公園の必要性が求められ、各地の都市に公園が造られた目的は、“自然とふれあう”ための緑地を必要とした社会背景にもとづいている（真田 2007）。このため、市街地の中心にある日本の都市公園は、城趾に由来した公園が比較的多い（石川 2004）。そして、城郭は堅牢な岩盤の急斜面を利用して築かれていたため、土地利用が難しい場所であった。現在、近世城趾の70%が公園となり、その内の38%に自然緑地が残存している（稲飯・田原 2006）。そして、城趾を由来とした公園には、城趾にもともと生育していた大径木の樹木や草本等の植物が生育し、自然緑地が形成され、樹林の中に石垣などの遺構が残存している（稲飯・田原 2006）。このため、都市には城趾に造られた比較的広い面積の都市公園が存在することがあり、貴重な緑地となっている。また、城趾に生育していた樹木などの植物と石垣などの遺構が公園内に一緒に存在し、自然と地域の歴史性や文化性が共存している（石川 2001）。つまり、城趾に造られた公園には、歴史的な価値と自然的な価値が同じ空間に存在することになる。

このような城趾に造られた公園のひとつに、徳島中央公園がある。稲飯・田原（2006）によると、近世城趾に由来した徳島中央公園は県庁所在地の市街地に存在し、斜面地には自然性の高い樹林が形成されている。一般的な公園ではツツジ、サクラなどの少数の樹種による植栽が行われているが、城趾の斜面では多様な樹種による照葉樹林など地域植生に近い樹木が生育している。さらに、都市の中心部で人為を受けやすい環境でありながら、

シマヘビ、ニホントカゲなど様々な生物が生息している。都市公園で生息生育する生物は、人の近くにでもよく見かけるごく一般的な生物であるが、都市では、たとえ一般的な生物であっても生息場所が限られる。そのため、高い自然性を保持した緑地は生物が棲む場所として重要である。さらに、こうした生物に対してだけでなく、都市で暮らす私たちにも住みよい環境を提供するとともに、人の生活に欠かせない生態系サービスを提供している。

一方で、都市公園に生育する植物は、周囲を市街地に囲まれ、孤立しているため継続的に種子の供給がされにくい。特に、城趾に由来した都市公園は市街地のほぼ中心で孤立していることが多く、樹木の維持には鳥散布による種子の供給が必要である。現在、徳島中央公園の周囲では、都市公園として生物が生息生育できる十分な面積を保持した緑地は減少し、屋敷林や街路樹が島状に残存している。このため、自然性の高い樹林を継続するには、まず現在の状況を明らかにし、生じている課題を抽出しなければならない。その一方で、市民の認識を明らかにする必要があると考えられる。また、都市公園には多くの生物が生息生育していることから、多様な生き物が生息できる管理を考慮していく必要もある。

表序-2 都市公園の役割

役割		内容
良好な景観の形成		うるおいのある都市景観を創出
環境の保全	生活環境の保全	大気浄化・騒音震動防止・季節感の醸成
	史跡・文化財の保全	文化財の保護、地域の歴史性を継承
	水源かん養	河川や地下水の水量の維持・調整
都市の防災	災害時の危険防止	防火機能の高い植栽などによる火災の延焼防止
	避難地の確保	震災時などの避難地・避難路の確保、防災活動拠点の確保
都市気候の緩和		ヒートアイランド現象の緩和
レクリエーションの場		自然環境を生かした、または文化的なレクリエーションの場の創出
生物多様性の確保	生態系保全	多様な野生生物の生息・生育環境及びその働きの確保
	ネットワークの形成	野生生物の移動経路を確保

引用：広島市緑の基本計画第2章 緑の役割及び緑化推進と緑地保全の課題

2. 3 都市公園の管理

では、多様な生きものの生息を許容し、生物多様性を発揮した都市公園の管理とはどのようなものであろうか。それには、私たちの日常生活や社会活動の中に生物多様性の意識を浸透させていくことが必要であると考えられる。そして、都市で都市公園を利活用しながら実施していくことが望まれる。そして、以下のようなことが管理者はもちろん、市民にも共有されることが望ましい。①森林の機能を発揮できる自然緑地が、市民に自然とのふれあいを提供する貴重な空間であることの認識を広める。そして、このような自然緑地は森林の機能を保持したまま、今後も継続的に維持していくこと、②同時に、市民に対し

て自然緑地が都市の生物多様性の向上を担っていることを理解し、活発な利活用の推進が行われること、③石垣や水路の構造物は、本来は人の修景を目的として造られたものであるが、同時に生物が生息できる環境を保持した構造となっていることそして、④このようなことが利用者である市民に広く周知され、森林や構造物には生物が生息できる環境が必要との理解が広く市民に共有されるとともに、その価値が認識され、都市公園の機能が生物と共存できる場所として許容されている必要があると考えられる。

しかし、⑤自然緑地と構造物は利用者にとって、それぞれ個別の存在として認識され、一体となって都市公園の機能を向上させていることが実感されていないと推察される。そのため、今後、都市公園は都市で生物多様性を向上させる場所として自然緑地と構造物の両方が大きな役割を担っていることを市民が認識していく必要がある。

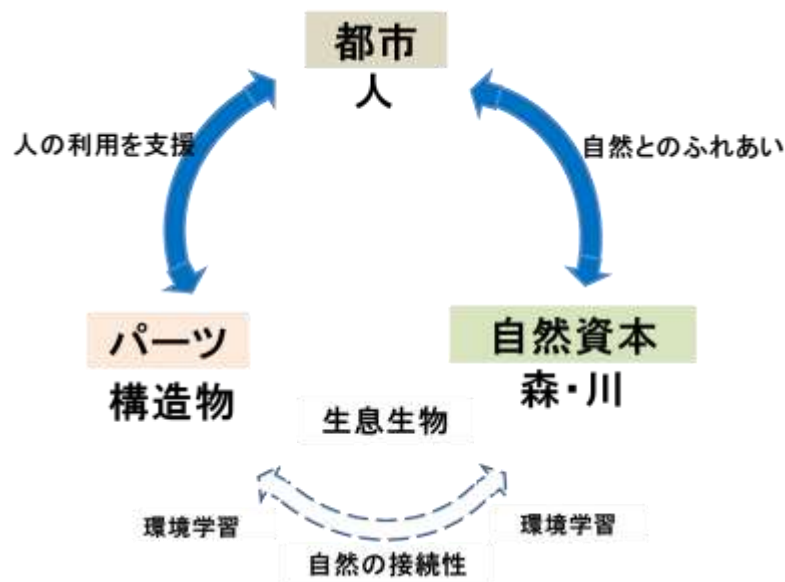
そのためには、都市公園の自然緑地の現状を知り、保全する上での課題はどこにあるのかを把握して、最適な改善策を検討しなければならない。また、園田、倉本（2003）によると、身近な自然とふれあうことへのニーズは自然とふれあう機会の少ない都市で大きく、市民は自然とふれあう機会を増やすことを希望していると述べている。こうした市民の欲求を満足させるように、管理計画の検討をおこない、都市の人々の生物多様性の成熟具合に応じて、調査にもとづいた現状への理解を深めつつ生物多様性を啓発してしていくことが大切であると考えられる。多くの人口が密集する都市域では、生物多様性やそれによる生態系サービスへの理解を効率的に促進できる可能性がある。そして、このような生物多様性の認識を向上させる場として都市公園のもつ意義や役割は大きいと考えられる。

これまでの都市公園などの共有地は、市民の財産でありながら、行政任せの管理が一般的であり、行政や専門家を主体にして自然環境を守る議論が行われてきた。そのため、市民の意向が管理に反映されることがほとんどなく、市民が都市公園に関心を示さなくなった要因とも考えられる。こうした中、住民を主体にした自然環境保全が各地でみられるようになった。住民主体による地域社会の保全には、柔軟で多様な管理方法が見直されている（宮内 2009）。こうした管理方法を参考にしつつ、都市公園で生物多様性を向上させる取組に、公園の資源をいかに活かすべきか、活用すべき資源として何があるのかといった公園にある資源を活用した計画を設計していくことが重要である。その際、併せて、多くの市民がかかわる都市公園で行う生物多様性を向上させる保全計画に、意識調査を基に、市民のより広い多様な意向を抽出し、生物多様性への理解を向上させる工夫も大切であると推察される。また、こうした市民の意向をいかしながら、実際に保全をおこなうにあたって、管理者には管理者でなければ決定できない保全計画に対しての責務を遂行する必要がある。

都市の緑として代表的な空間である都市公園は、住みよい都市環境を維持するうえで人の生活に欠かせない自然資本であり、私達の共有の財産として、今後も活かしつつ守っていく必要がある（平田 2004）。そのためには、多くの人口が集中する都市域に、生きものと共存できる空間を保持し、創出していく必要性を理解した管理者の推進意欲と態度が望まれる。自然とのふれあいを求める市民の意向をいかした保全計画を策定することによっ

て、都市公園の生物多様性を啓発する場としての機能が向上すると考えられる。また、多くの生きものが生息していることから、これらの生きものとのふれあいを通して、より多くの人々に生物多様性を効率的に啓発する場として大きな期待がもてる。

内閣府（2014）がおこなった生物多様性に関する調査では、生物多様性の認知度は「言葉の意味を知っている」、「意味は知らないが言葉を聞いたことがある」と応えた人は合わせて、46.4%、「聞いたこともない」という人は52.4%であった。2012年の調査と比較するとそれぞれ9.3%、11.0%ずつ減少している。このような現状を改善し、生物多様性の向上に都市公園が貢献できる可能性は大きい。管理者は都市公園の生態学的価値を視野に入れつつ、市民が積極的に自然に親しむ場所とするための計画を工夫することが大切である。さらに、都市公園のフィールドを活動に活用することによって、フィールドの価値を理解してもらいつつ、市民に生物多様性を向上させることができると考えられる。



図序-1 徳島中央公園のデザイン

3. 都市公園の現状と課題

都市公園の植生を対象にした孤立林の植生の現状についての調査（上甫木 1996, 夏原 2005, 服部ほか 2010, 伊藤・藤原 2007, 武野・石井 2007, 西廣 1998）をはじめとして、孤立林への園芸種の侵入や種子散布について報告したもの（石田・戸井ほか 2007, 阿部ほか 2006）や孤立した照葉樹林の個体群構造の変化（小南・永松ほか 2003, 平田ほか 2006）、種多様性について論じた研究（石田・服部ほか 1998, 服部・石田 2000, 村上・森本 2000, 石田ら 2014, 今井・夏原 1996）など、多数の報告が見受けられる。また、真鍋ほか（1989）、真鍋ほか（2007）の都市公園の樹林の価値に関する報告もみられる。これらの研究は、都市公園の植生は島嶼生態系の性質をもち、樹種の更新は鳥散布によることがほとんどであり、一般的には面積に規定された種多様性を示すことを報告するなど、都市公園の生態学

的な課題についての知見を述べている。しかし、120年以上の調査データを元に都市公園の植生を論じた研究はほとんどない。

また、都市公園を対象とした意識調査は、利用者の利用意識に関する報告（加藤・下村 2006, 増田ほか 2001, 山田ほか 2004, 澤木・上甫木 1996）や公園の構造を評価した報告（塚田・湯沢 2002）など数多くみられる。そして、空間の利用形態、空間評価に関する事例研究（倉本 1984, 近江・丸田 1990, 藤居 2005, 澤木・上甫木 1995）などが知られている。公園の歴史性に着目した研究として文化財の保存事例の報告（赤坂 2000）や保全すべき文化財について論じた報告（進士 1992）などがある。しかし、歴史的な価値と生態学的な価値が共存する都市公園で、多くの地域住民を対象に、保全意識の抽出をおこなない、現状認識から生物多様性の成熟度を顕在化したアンケート調査の事例はほとんどない。

さらに、近年の都市公園の管理計画に関する報告は、緑地の歴史性を遺産として捉え、歴史性の保全の必要性を指摘したものをはじめとして、多くの報告がある（小野 2001, 細木ら 2001, 三浦 2004, 相澤 2012, Lawrence E. Susskind and Jeffrey L. Cruikshank. 2008, 松田 2002）。そして、都市公園が生物の生息場として果たす機能に関する研究も進められてきている（大澤・勝野 2002, 長津ほか 2007）。これらの研究は、都市公園で生物多様性を維持していく上で都市公園と周辺環境との接続性、生物の生活要求にあった構造物のデザイン、配置のあり方が重要であることを示している。しかし、都市公園に生息している生物を指標として、都市公園と河川水域との接続性、公園内の石垣や水路等の構造物の現状を生態学的に評価し、機能向上を行うための知見を都市公園のデザインに組み込んでいく必要性を論じた研究はほとんどない。

また、自然緑地の生物多様性を向上させる研究では、地域住民を主体とした公園の管理運営を行い、運営プログラムを提供するなどの活動を実践していくことの必要性を指摘している（岩村・横張 2002, 清水 2012, 山添ら 2012, 岡田・倉本 2009, 平田 2004, 鬼頭 2007）。しかし、都市公園の管理運営に関しては、地域市民の活動を促進することに加えて、管理者の立場で実践することも多くあると考えられるが、管理者が策定しなければならない保全計画について論じたものは少ない。

日本においても都市は、人が密集して居住することにより成立している（石川 2004）ことから、人為的影響を強く受ける空間のひとつであり、人の利便性を追求した土地利用や改変が行われてきた。このため、緑地は分断により小面積化、孤立化や消失が進み、現在では公園や社寺境内地に比較的小面積で存在している（細木ほか 2001, 福嶋 2006, 今西ほか 2007）。しかし、城趾の急斜面など土地利用のしにくい場所には残存した樹林がみられる（福嶋 2006）。これらは改変されず放置されてきたため自然性の高い植生を保持し、多様な生物の生息場所となっている。

近世以降は、城郭を中心に人々が集まり、町が形成され、発展してきた（石川 2004）。したがって、近世以降、長期間にわたって人々が居住してきた城郭の周囲は、現在では開

発され、市街地となっている。そのため、城趾を由来とする都市公園の多くは、市街地のほぼ中心に存在し、周囲は人の居住地である。孤立して存在し、周辺地域からの種子の供給が困難な都市公園には、緑地内で遺伝子の多様性を向上させる種子の供給が行われる可能性は低い（鷲谷 1996, 1999）。このような島嶼生態系の孤立した生態系では、面積が狭くなるほど出現種数が減少し、種の多様性が劣化する（服部・上甫木 1994, 石田・服部 1998, 服部・石田 2000）。さらに、土壌の乾燥化により好適湿地性の種は頂上部や林縁部では生育が困難になる可能性が指摘されている（服部・上甫木 1994）。

これまでの都市公園の管理では、人の利用を主目的とする計画に沿った修景が主流であった。こうした管理では、生息生育する生物への配慮はされてこなかった。これまで、構造物の建設や修復といった管理計画が中心であり、生物の視点にたった計画は軽視されてきた。都市公園の生物多様性の向上には、高い自然性を保持した自然緑地を活かし、生息生物が生活史を完結できる環境を保全していくことが期待される。さらに、こうした生物と共存できる都市公園の必要性を市民が理解できる工夫をあわせて発信していくことが管理者には期待される。

これらを踏まえて、都市公園がもつ生物多様性の価値を市民に発信し、日常生活に浸透させるには次の課題が考えられる。

1) 自然緑地の現状を調査し、生態学および社会的な評価をおこなう

都市公園に存在する自然緑地が自然性の高い緑地であるか、その現状がどのようになっているか、解決する課題があるのか、あるとすればどのような対策が可能かについて明らかにする。また、市民は都市公園や自然緑地に対してどのような認識を持っているのかをアンケート調査の結果から評価をおこなう。認識の把握には、市民の多くが存在を知っている場所に対して行い、地域差や年齢差をなくすよう考慮して、できる限り多くの市民へ認識を尋ねることが有効であると考えられる。その上で、調査結果に基づいて現状を把握し、今後の対策に活かしていくことが必要となる。

2) 人および生息生物からみた都市公園の景観構成要素の価値評価をおこなう

都市公園が造られるようになった発端は、人が自然とふれあうことを目的としている。そのため、人の修景を目的とした構造物が配置されている。しかし、一方、都市で生息する生物にとっては、貴重な生息場所ともなっている。このようなことから、都市公園では人の修景への満足が同時に生物の生息を可能できるものとなっていること、言い換えれば、人の修景を目的として造られた構造物に生物が利用できる構造を備えていることが期待される。つまり、都市公園では人の視点からだけでなく、生きものの視点にたった都市公園の構造物の機能の評価をおこなうことが必要である。

3) 生物多様性の社会化に向けた取り組みの検討

都市で暮らす人々は身近な自然とふれあう機会を増やすことを求めている（園田・倉本 2003）といわれる一方で、山本ほか（1999）によると、「都市公園を利用する市民は生きものや自然とのふれあいを目的に訪れる人は殆どいない」のが現状であると述べている。

これは、多くの都市公園が遊具や修景目的の数種類の樹木によって構成されることが多いため、自然性の高い樹林が形成されない。それによって、生息する生物が限られることにより、結果的に自然とふれあう環境となっていないことも誘因となっていると考えられる。しかし、生物多様性の向上には、地球上の人口の50%の人々が生活する都市で、実際の自然とのふれあいを通じた体験が有効である。そのためには、都市に残存する自然緑地を利用することで大きな効果が得られると考えられる。さらに、近世城跡に由来する都市公園には、自然性の高い樹林が生育しており、これらを活用して実施することで効率よく啓発ができると考えられる。

そこで本研究では、人口が密集する都市で生物多様性を向上させるための管理者が実現すべき都市公園を利活用したデザインのあり方を検討することを目的とする。

4. 調査対象地の概要

徳島中央公園は、徳島市の市街地のほぼ中心部で周囲に緑地はなく、孤立した都市公園である。その分離丘陵の斜面地には自然性の高い樹林が形成され、大径木のホルトノキ、クスノキの常緑樹やムクノキ、エノキの落葉樹が林冠を形成している。都市における公園で一般的にみられる樹種は、サクラ、マツ、ツツジなど数種類であることが多い。また、まばらに植栽された空間が多い中で、多様な樹種が密集して生育する景観は圧巻であった。そこで、このような樹林が成立した経緯や樹林の構造、この景観を受容している市民の意識について明らかにしたいと考え、また、このような景観は都市の中で貴重であり、維持していくべきとの意向から調査対象地として選定した。

4. 1 立地条件

調査は、徳島市の中心部にある徳島中央公園で行った(図序-2)。公園内には東西約400m、南北約200m、標高61.7m、面積約0.6km²の分離丘陵がある。斜面の傾斜は約35°～43°、地質は三波川帯に属する緑色結晶片岩である(赤井ほか1992)。

斜面はほぼ東西南北を向いており、北斜面は助任川の汽水域と接している。城山では、貝塚があり、ハマグリ、アサリ、シジミなど多様な貝類が出土し(徳島市史1973)、岩盤には海蝕痕がみられる。最初に城が築かれたのは、1385年ころであり(森本1958)、江戸時代に描かれた徳島城絵図(作者不詳1780)には、頂上付近に本丸、二の丸、櫓などが描かれ、斜面は疎林に管理されマツやハゼノキが植栽されていた。阿波徳島城之図(作者不詳1646)、御山下絵図(作者不詳1796)などの絵図によると、城郭周囲に屋敷が記されている。そして、江戸時代に徳島城が築かれていたことから、その丘陵は“城山”と呼ばれている。さらに、1869年に版籍奉還で廃城となった後、天守等の建築物が撤去され、石垣を残すのみとなった。明治からの社会構造の変化に伴い、城跡は様々な目的で利用されてきたが、1905年に徳島公園として一般開放されるようになってから、現在まで公園として利用されている。そして、2006年には、「徳島城跡」として石垣が国指定史跡

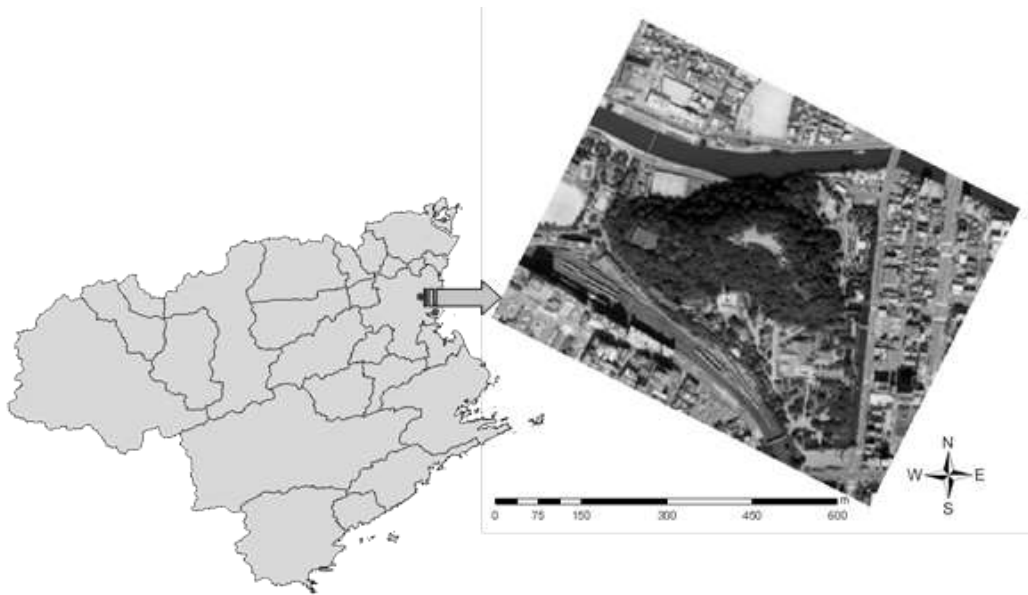
となったが、文化財の指定に先立って行われた石垣の調査で随所に孕み・欠落がみつまっている。一方で、1970年頃から生じていた「城山原生林」の立枯れは、その後も増加し、自然林全体の樹勢の衰えが目立ち始めている。このため、「城山原生林」「徳島城跡」の両方で保全対策の必要性が指摘された（徳島市 2006）。

1869年以降、急峻な城山の斜面は利用されることなく放置されてきた。そのため遷移が進行し、ホルトノキ (*Elaeocarpus sylvestris* var. *ellipticus*)、クスノキ (*Cinnamomum camphora*)、エノキ (*Celtis sinensis* var. *japonica*)、ムクノキ (*Aphananthe aspera*) 等の大径木で覆われるようになった（特定非営利活動法人徳島保全生物学研究会 2005）。その森林は1963年に徳島市の天然記念物に指定され、また、ホルトノキ群集として環境省の特定植物群落に指定されている。林床にはチヂミザサ (*Oplismenus undulatifolius*)、イシカグマ (*Microlepia strigosa*)、ベニシダ (*Dryopteris erythrosora*) 等の植物が生育している（赤井ほか 1992、森本 1994）。

城山を含む公園は、多くの市民に利用されている。城山斜面には、明治時代に改修された空石積みの石垣によって幅1.5mの歩道が整備されている。公園内は城山を取り囲むように、水路、芝生や裸地の平場、遊具を備えた広場が配置されているほか、徳島城博物館やテニスコートも設置されている。城山外周の歩道では、散歩やランニングを楽しむ市民も多い。公園の南側はJR徳島駅と接していて、周囲は商業地域となっているため、公園は出勤時や帰宅時の経路としても利用されている。

徳島市は徳島県の東部、徳島平野に位置した地方中核的都市であり、平成22年推計人口は264,600人(2009.12.31現在)である。120年間で人口は4.3倍、世帯数は7.7倍に増加した（徳島市情報推進課統計資料 2010）。徳島市の年平均気温は16.9℃、年平均降水量は1600mmであり、温帯域に属した気候である（環境省ホームページ）。

なお、本研究でいう城山とは斜面に森林が存在する小丘陵のみをいい、平場は公園内の城山を除く平地部分をさすものとする。また、城山に生育する樹林だけをさす場合は樹林、または自然緑地、徳島中央公園全体は徳島中央公園、または単に公園と表現するものとする。



図序-2 徳島中央公園の概要

4. 2 城山の変容と地域社会の変遷

安田（1982）によると，縄文時代前期から後期にかけて西日本の照葉樹林帯ではアサ，ゴボウなどの栽培農耕とイノシシ，シカなどの狩猟で食料を得ていた．城山の洞窟は海から食料を得るための拠点の役割を担っていたが，洞窟の貝塚の状況から特定された少数の利用だったと考えられる（清水 1994）．城山の洞窟は悪天候から身を守り，食料を得る拠点として，特別な場所であったことが洞窟を貝塚や埋葬場を使用した事実から考えられる．

次に，近世時代からの変容と地域社会の変遷を表序-3 にまとめた．江戸時代は，武士が地方分権により地域を統治した．統治の拠点には城郭が築かれ，周囲に徐々に町ができあがった．城山をはじめとして，この時代の城郭は権力者の所有物であり，城郭自体が権力を象徴するツールとして機能していた．江戸時代の終わりまで，城山は権力者が権力を誇示し，維持する場所であった．そのため，住民は権力者が所有する城山を畏敬と畏怖の念をもって認識していたと考えられる．城郭を中心にした地方分権を浸透させていく上で，権力者にとって城山全体の価値は高かったと推察される．

明治時代の社会構造は，地方分権から中央集権へと仕組みが大きく変化した．城郭は地域社会の権力の象徴から国の経済的資源に価値が変化し，国によって取り壊された．同じ時期，多数の社寺も同様に破壊され，社寺が所持した美術品の多くも破壊されたのを受けて，法規制が設けられた（内務省 1897）．さらに，日清日露戦争を背景に富国強兵を推進し，城址は陸軍の占有地として寄宿舎や練習場に利用され軍事資源としての価値が高かったと考えられる．明治時代の急激な社会構造の変化は社会全体に価値観の揺らぎや変化をおこし，貴重な資源の消失や破壊を誘導した．唯一文化財保護の視点がみられるのは，古社寺保存法の成立においてであった．しかしながら，急激な社会変化の流れの中にあつては，十分な効果を発揮できたとはいえない．明治時代初期には軍の占有地化によって，

城址は権力者が使用する場の概念が引き継がれていたと思われ、市民の意見によって使用方法を提案する機会は得られなかったと考えられる。

ところが、一変して明治時代後期には経済が飛躍的に発展し、急激な都市化の動きがみられた。急速な都市化にともなって、河川の埋立や交通網や市街地の整備が進められた。都市計画法によって近代化が図られていく一方、開発で多くの資源が消失した。この頃、開発から貴重な資源を守るために史蹟名勝天然記念物保護法が公布され、社会的な仕組みの中に文化財を保護する概念が初めて取り入れられた。都市の近代化は交通網を発展させ、文化財を対象に観光が活発化した。徳島県では城山を中心に徳島公園が造られ、動物園や遊具、図書館、物産陳列場を設置し、徳島県内外の人々が余暇を楽しむ観光地となった。斜面は子供の遊び場や落葉かきの場に利用され、城山一帯は遊興地として、大勢の人々のレクリエーションの場となった。当時、城山は市民にとって日常生活と結びついた身近な場所であったと推察される。アンケートでも昭和20年から30年代頃の城山の樹林は、落葉かきや子供の遊びに利用された空間であったとの記述がみられる。しかし、樹林内への立ち入りはあったものの、樹木の伐採は行われなかった。

しかしながら、昭和38年に斜面林が「城山原生林」として、徳島市の文化財に指定されると林内の立入が禁止された。このときの指定により斜面林が生態学的な価値をもつとして保護された。さらに、石垣には「徳島城跡」として、歴史的な価値が付加されることになった。しかし、斜面林や石垣に枯死や崩落の課題が生じていることが明らかになり、守るべき場所としての認識が生じたと推測される。このため、日常生活での関わりが減少し、保護される場所であるという意識の変化が生じたと考えられる。さらに、立入禁止による規制もこうした認識を強めたと考えられ、城山に対する意識を日常生活から分離させたと推測される。斜面に生育する樹林が文化財に指定されたことで、斜面林が自然景観要素に加えて文化財としての付加価値をもった。しかし、行政の継続的な管理運営の結果、斜面林内の使用は不自由になった反面、都市公園の生態学的な価値は引き継がれた。

石垣が文化財として指定を受けたことで、城山に歴史景観要素が付加された。このため、城山は自然景観要素や歴史景観要素をもつ場所であると同時に、文化財の価値が保全されるべき場所となった。城山の斜面や麓は様々な利用の変遷の結果、歴史的、自然的に多様な価値をもった空間として現在に至っている。つまり、城山は時代とともに、価値が多様に変遷した空間であり、社会背景の変化によって様々な価値を見いだされた空間である。

表序-3 都市公園の価値の変容と地域社会の変遷

時期	城山の利用形態および状態	城山の資源や機能としての価値	価値の場所	管理主体	受益者	社会的背景	住民の意識
〈第Ⅰ期〉藩の独占期 1585-1867	管理された疎林 ↓ ハゼノキの植栽 放置	防備資源 防衛機能をもち権力の象徴	斜面 石垣 疎林	藩主(権力者)	藩主	封建社会 城下町 周囲の河川に橋を造らない	畏敬の念を抱く場所
〈第Ⅱ期〉国の占有期 1869-1904	平地は陸軍省管理 城の建物は取り壊して払下げ 立木調査(藩主)	軍事資源 経済資源 → 斜面の樹木	平地 城	陸軍省(国)	国	軍備拡充(日清戦争1894~1895) 軍需景気 ↓ 経費捻出(日露戦争1904~1905) 緊縮財政 経済の飛躍的發展 急速な都市化(1900頃~)	江戸時代の有力者に権力が集中 地方行政は国の施策に 意見がいない ↓ 市民は行政に発言力がない
〈第Ⅲ期〉公園の観光期 1905-1962	徳島公演開設(1905) 5660本植栽(1908~1910) 公園化→観光化 果物産展示場開設 図書館・動物園・子供の国 運動場、護国神社建設 ローラースケート場 斜面は子供の遊び場や市民の落葉かさの場 国名勝指定「表御殿庭園」 室戸台風で斜面の樹木300本余倒木 西斜面にニセアカシア植栽 国のクスノキ伐採命令→県は伐採せず保護	観光資源 娯楽場としての機能 日常的な遊びの空間 余暇を楽しむ空間	平地	行政(県)	県民・観光客	河川の埋立・JR市街地開発 ↓ 都市の人口集中 第一次世界大戦(1914~1918) 文化財の破壊 都市計画法(1919) 史蹟名勝天然記念物保護法(1919) 金融恐慌や経済低迷 ↓ 第二次世界大戦(1939~1945) 文化財保護法(1950) 都市公園法(1956)	観光や余暇を楽しむ場所 身近な場所 日常生活と一緒に存在する場所 ↓ 意識と一体化した場所
〈第Ⅳ期〉自然的価値期 1963-2005	市指定文化財 「城山原生林」・「城山貝塚」 西斜面の樹木伐採→排水池建設 ホルトノキ補植 「ホルトノキが市民の木」に選定 立入禁止措置 石垣の崩落と森林の衰弱の課題が発生 施設の撤去 図書館・動物園・子供の国・ローラースケート場	自然資源	斜面 価値の付加	行政(市) 公園緑地課→公園緑地内 教育委員会→文化財 道路維持課→北側の道路 シルバー人材センター ボランティア	県民・観光客	列島改造(1972~1982) バブル期 景観緑三法(2005)	守るべき場所 日常生活とかけ離れていった ↓ 意識から分離した場所
〈第Ⅴ期〉歴史的価値期 2006-現在	国指定文化財 「徳島城跡」 現状調査 「城山原生林」・「石垣調査」	歴史資源 歴史的文化的資源	斜面 平地 新たな価値の付加	行政(市) 公園緑地課→公園緑地内 教育委員会→文化財 道路維持課→北側の道路 シルバー人材センター ボランティア	県民・観光客		守るべき貴重な場所 かけがえのないもの ↓ 関心が少ない、非日常的な場所

5. 本論文の構成

本研究の内容と論文構成について図序-3 のフレームワークに沿って示す。

序章では、研究の背景と目的、および方法を示した。また、事例対象地の立地条件や利用の変遷等の概要を述べた。

第1章では、事例対象地である都市公園に存在する自然緑地についての調査をまとめた。①まず、群落組成調査、毎木調査、環境調査の結果から、植生と樹林構造から、自然性が高い樹林かどうかを把握する。また、過去の植生図と調査データをGIS解析する。これらの結果と環境調査から立地特性による環境要因を分類し、樹林衰退の要因を把握する。②次に、林冠形成樹（ホルトノキ）の消失リスクを知るために、年代別ホルトノキ個体数調査と個体の分布をGISに格納し、減少速度、環境因子からホルトノキの消失危惧区域を明らかにする。③第三に、植栽されたホルトノキの植栽区の環境データと生育状況から成育に必要な環境要因を把握し、植栽適地の抽出をおこなう。さらに、②と③からホルトノキの存続可能性、及び消失リスクの評価を行う。また、これらの結果から、樹林の将来像の推定を行う。

第2章では、市民にアンケート調査を実施し、都市公園の来園経験や利用頻度、市民が認識する公園内の施設でのふさわしさから、どのような都市公園を望んでいるのかを把握する。また、都市公園に対する現状認識から市民の関心度の抽出を行うとともに、現状の課題に対して、どのような保全を望んでいるのかを明確にする。そして、その中から、都市公園で市民に生物多様性を向上させるための課題を検討する。

第3章では、都市公園に生息するアカテガニの分布調査と環境調査からアカテガニのハビタットとしての都市公園の景観構成要素の価値を抽出する。さらに、都市公園の構造物と自然緑地や川などとのつながりをアカテガニの生息環境から検討する。このことから、都市公園の景観構成要素が果たす生息場としての機能をそれぞれについて、人と生きものが共生する都市公園のデザインのあり方について考える。

第4章では、第1章から第3章までの課題を解決するためにおこなった環境学習の試行から、都市公園の構造物、自然緑地の価値に気づく仕掛けとしての環境学習を評価する。その中で、自然体験活動ツリーイングでは樹木や樹林への関心、アカテガニを用いた環境学習では生息環境としての構造物である水路や石垣と自然緑地としての樹林の両方の保全が重要であることを市民に理解してもらうための有効性を検討する。

第5章では、まず第1章から第4章の研究結果を整理し、本研究で得られた成果と今後の課題を整理した。次に、近世城趾に由来する都市公園をどのような保全方法でデザインとして活かしていくべきかを研究結果をもとに考察をおこなう。さらに、都市公園で生物多様性を向上させるために管理者が実施すべき施策を提案する。



図序-3 本研究の流れ

第1章 徳島中央公園内の城山樹林の林冠形成樹（ホルトノキ）の 消失リスク評価

1. 目的

都市公園の生物多様性を基盤とした生態系サービスの提供は、市民が快適な都市生活をおくる上で重要である。徳島市の中心にある城山とその周辺は、徳島中央公園として市民の憩いの場となっている。城山の樹林には、ホルトノキが優占し、クスノキ、ムクノキ、エノキ等の大径木が混じるホルトノキ群落が成立している。その樹林は、徳島市の天然記念物、及び環境省の特定植物群落に指定されている。こうした都市公園に残る森林群落は、都市域で生物多様性を維持する場であるとともに、市民が自然にふれることのできる場として貴重である。

しかし、近年、樹林が衰弱し、樹木の立ち枯れや枯死がみられるようになった。特にホルトノキに枯死が著しく、市民団体等から森林としての存続を危ぶむ声が聞かれるようになった。都市公園の自然緑地の存続を考えるためには現在の状況を知ることと衰退の過程を把握する必要がある。そこで、本章では当該樹林の現状を把握するために群落組成調査、毎木調査、環境要因調査を実施し、立地特性による環境因子を分類することで都市公園の衰退要因を把握した。次に、過去の調査資料を整理し、ホルトノキの個体数変化を比較検討することで、消失危惧区域を推定した。さらに、ホルトノキ群落の存続可能性を明らかにするために植栽区の生育状況と環境調査からホルトノキの植栽適地の抽出を試みた。

これらから、①自然性の高い樹林かどうか、②樹林内のホルトノキの消失リスクの評価から、樹林の存続が可能かどうか、さらに、③植栽適地の抽出から将来の保全の方法を検討することを目的とする。

2. 方法

(1) 調査対象区域

群落組成調査、毎木調査、環境要因調査、GISを用いた解析、植栽適地の抽出をはじめとした本章の調査は、以下の範囲で行った(図 1-1)。また、以下に、本章の検討の流れを示す(図 1-2)。

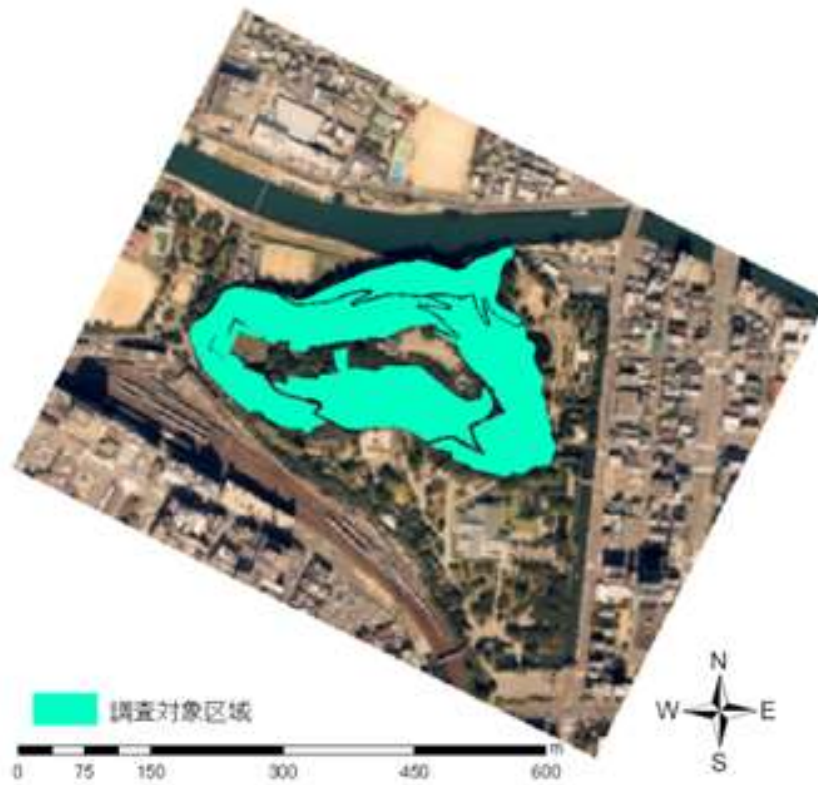


図 1-1 城山の樹林の調査対象区域

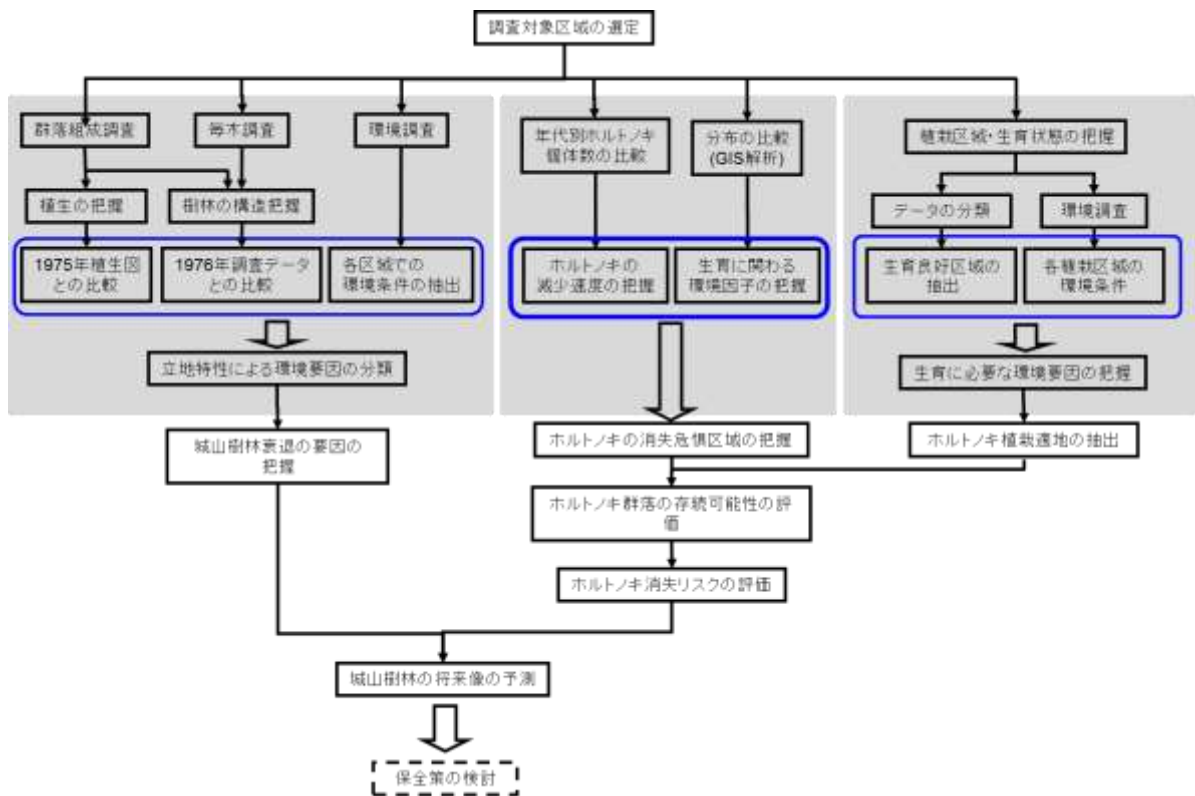


図 1-2 本章の検討の流れ

2. 1 城山樹林の衰退要因の把握

城山樹林の現状把握と植生の変化，環境因子の現状を把握することにより，樹林の衰退要因を明らかにする．調査結果から以下の検討を行った．

(1) 城山樹林の現状把握

1) DEM データの作成

GIS 解析をするために，調査対照区を 5m×5m の格子点状に DEM データを作成した．まず，1/2500 の三和航測株式会社調製「徳島市全図 (28)」を GIS に格納したうえで，5m 間隔の格子点上の標高を読み取り数値標高モデル (DEM) を作成した．そして DEM データをバイリニア法により内挿して標高グリッドを出力した．DEM データの標高値と前出の地図を参考に城山の樹林のポリゴンデータを作成した．ほかの解析についても同一範囲内で行った．

2) 群落組成調査

城山の樹林の植生構造を把握するために，以下のようにコドラートを配置した (図 1-3)．木本群落 18 地点，草本群落 5 地点，合計 23 地点に設置した．この他に，群落規模が小さく，急斜面に存在するコドラート 1 地点は調査困難なため本調査から除外された．調査はコドラートごとに，階層を高木層，亜高木層，低木層，草本層に分類し，各階層の高さと植被率を目視により測定し，記録した．調査期間は 2007 年 7 月から 8 月に行った．さらに階層別に構成種の被度，群度を決定した．植物社会学的手法であるブロン・ブロンケ (Braun-Blanquet) 法に基づき，被度，群度は目視で行った (鈴木 1985)．

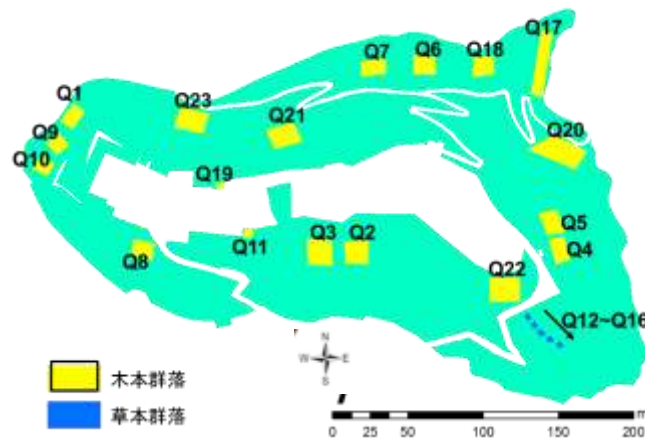


図 1-3 群落組成調査および毎木調査コドラートの配置

3) 樹林内の毎木調査

城山樹林における樹木個体群の構造変化を知るために，2007 年 8 月に毎木調査を行った．コドラートの選定は群落組成調査区のうち木本層が林冠を形成する典型的なコドラートを選択した．選択された毎木調査のコドラートの配置を以下に示す．各コドラートは，ニセアカシア (*Robinia pseudoacacia*) 1 (Q1)，エノキ 2 (Q7, Q23)，ムクノキ 3 (Q2, Q6, Q21)，クスノキ 3 (Q3, Q4, Q22)，ホルトノキ 1 (Q20) の 10 地点であった (図

1-4). コドラートは各斜面に、林縁、歩道からの影響を軽減するように設置した。コドラート内に生育する樹高 1.3m 以上の全ての木本層を対象に樹種名、DBH を記録し、幹毎に識別番号を取り付けた。各コドラートの形状と面積は、図 1-3 と同様である。

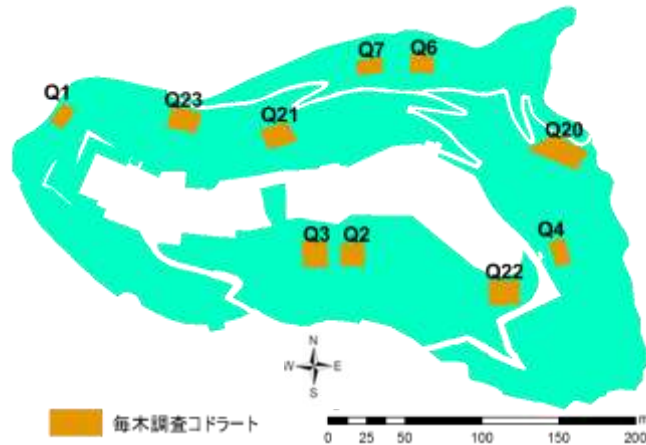


図 1-4 毎木調査のコドラート

4) 樹林内の環境要因調査

城山樹林内の環境を把握するために環境因子を計測した。調査は、土壌体積水分率、土壌貫入量、吸水時間、積算相対照度、土壌の乾燥率を 2007 年 9 月～10 月に行った。各環境値の測定区域を示す (図 1-5)。なお、Q は群落組成調査の、P は 2006 年 7 月にホルトノキの植栽適地を把握するために植栽されたエリアを示す。

i) 土壌体積水分率

林内の土壌に含まれる水分を 2007 年 10 月に、34 地点のコドラートで測定した。測定には(株)藤原製作所製の TDR 土壌水分計を用いた。プローブを地中に挿入し、コドラート内の 5 地点を計測し、記録した。体積水分率はコドラート内の 5 地点を平均し、各コドラートの測定値とした。3 日間降水が確認されなかった日を調査日として選定した。

ii) 土壌貫入量

城山の樹林の根の伸長に対する相対的な物理的抵抗力を 34 地点で行った。直径 2.5cm の均一な太さの園芸棒を用い、一定の力で斜面垂線方向に貫入させ、深さ (cm) を測った。全てのコドラート内の 5 地点を平均し、各コドラートの測定値とした。

iii) 吸水時間

城山樹林の土壌の排水性を相対的に知るために、内径 10cm、高さ 20cm の塩ビ管を斜面垂直方向に土壌に固定した後、500ml の水を注ぎ吸水されるまでの時間 (秒) を計測した。計測地点は Q1, Q2, Q4, Q20, Q21, Q22, Q23, P6a,P6b, P10, P11, P13, P16, P17a, P19, の 15 地点であった。各コドラート内の平均的な環境を選択して行った。調査は樹林内の全斜面と標高を鑑みて設定した。

iv) 積算相対照度

城山樹林内で稚樹の生育可能性を検討するために林内の照度を測定した。測定には Onset

社製ホボペンダントロガーを設置した。ペンダントロガーは標高，斜面を考慮した 11 地点と対照区の合計 12 地点に設置した。ロガーは地上 5cm の高さに杭で固定し，計測は 2007 年 9 月から 10 月の 1 ヶ月間，30 分間隔で行った。

v) 土壌の乾燥率 (炉乾法)

土壌に含まれる水分量を知るために，実施日は 2007 年 9 月に降雨後 2 日後，4 日後にほぼ同一地点での土壌を採取して行った。採取地点は 22 地点からとした。採取した土壌資料を恒温乾燥機で乾燥させ (110℃)，資料中の水分を全て蒸発させ，乾燥前後の重量の差から含水比 (水の重量/土壌のみの重量) を求めた。

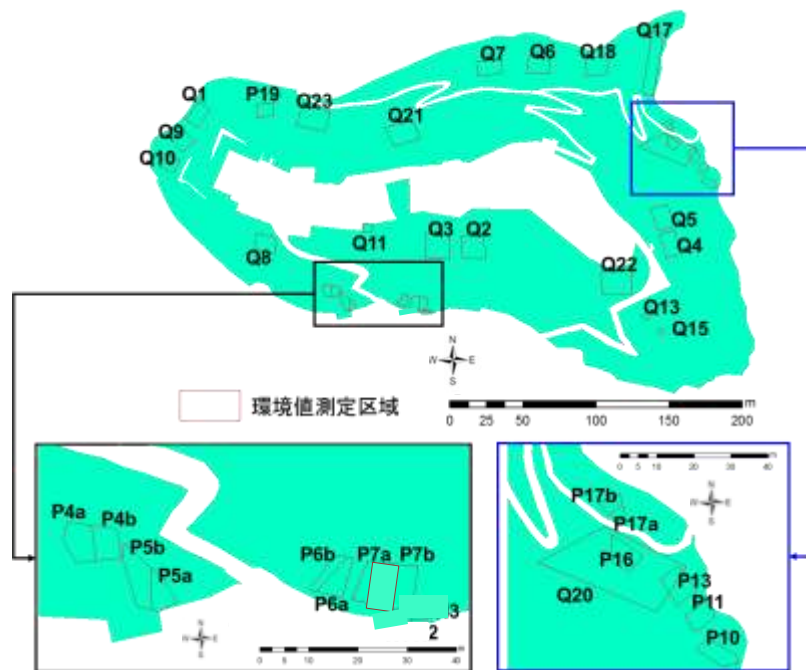


図 1-5 環境要因調査のコドラート

(2) 樹林の植生変化の把握

2007 年の城山植生図は同年に群落組成調査で決定した群落名を，上記 1) で作成した DEM データに入力した。この情報をもとに対象区域を現地踏査で相観し，各群落の境界を地図上で決定した。これを基図として GIS に読み込み，幾何補正をおこなった上でそれぞれの群落の境界をポリゴンデータとして入力，色別した。

一方，1975 年の城山植生図は 1975 年の徳島県自然保護協会の調査を元に作成された植生図を基盤として GIS に読み込み，GIS 上に植生図を作成した。これら 2 年代の植生図の比較から，1975 年と 2007 年の城山樹林の植生変化を把握した。

(3) 樹林構造の現状把握と林冠形成樹の変化

2007 年の群落組成調査をもとに常在度表を作成した。また，毎木調査の結果から，各コドラートの出現樹種を幹断面積合計による種順位で表し，ホルトノキークスノキ群落とエノキムクノキ群落でまとめた。そして，各群落の優占種，および林冠形成樹の種順位

から城山樹林の各群落の構造及び林冠形成樹の位置づけを明らかにし、城山樹林の現状を把握した。

また、1976年と2007年の毎木調査（森本）データから林冠形成樹であるホルトノキ、クスノキ、エノキ、ムクノキのDBHを10cm間隔で分類し、DBH階級ごとに個体数を集計した。

2. 2 ホルトノキの消失危惧区域の把握

(1) ホルトノキ個体群構造の変化の把握

過去の城山樹林の調査データと2004年の分布調査結果をデータベース化し、解析に用いた（図1-6）。過去の調査データは、1890年データ；蜂須賀家による城山の立木調査（徳島市1976）、1963年データ；森本康滋氏所有調査資料（森本1963）、1976年データ；城山原生林の現状とその保護対策（森本1976）、1985年データ；城山のホルトノキ群落—ホルトノキ枯死の現状—（森本・西浦1987）、1992年データ；徳島市「城山原生林」におけるホルトノキの衰弱、腰の要因を森林の活性化対策に関する調査報告書（赤井・本城・妹尾1992）を参考に、ホルトノキの個体数とDBHの計測値を抽出し、検討した。

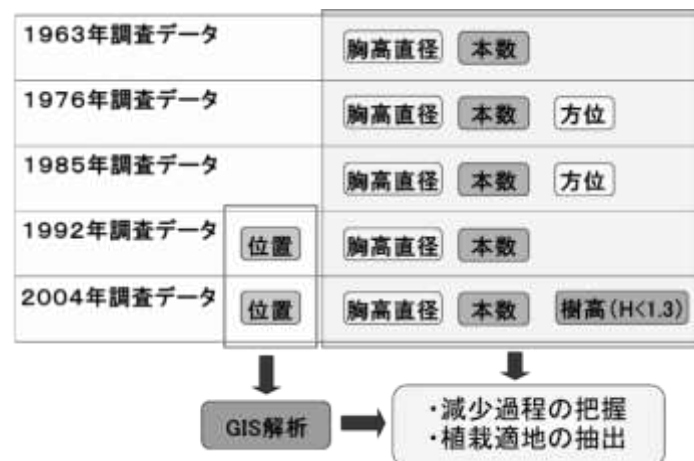


図1-6 ホルトノキ個体数の調査年代

(2) ホルトノキ個体の分布および環境因子の把握

1) ホルトノキ個体の分布

図1-6の調査データから、1992年と2004年の樹高が1.3m以上のホルトノキについて、分布位置をGISデータベースに格納した（図1-7）。

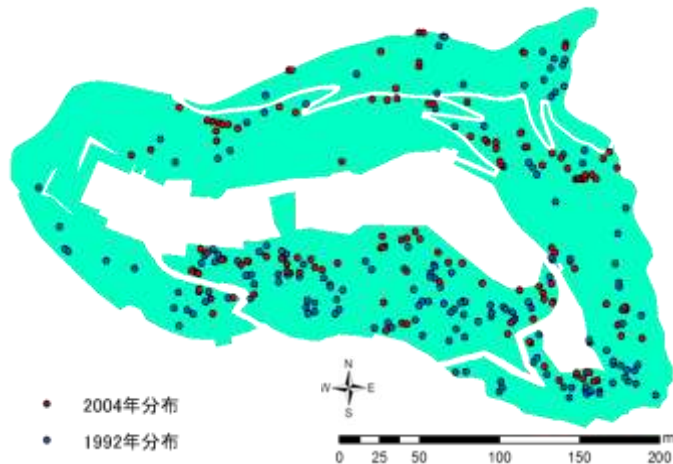


図 1-7 ホルトノキ個体の分布

2) 環境因子の把握

各調査区で得られた環境調査を調査区域の立地特性で分類した。消失が著しいとされているホルトノキについて、調査区域ごとの消失率を算出してホルトノキの消失率に従った環境調査値の検討を行った。環境調査値の各項目について SPSS による Mann-Whitney の U 検定を行い、立地特性およびホルトノキ消失率による環境因子の違いを把握した。これらより、ホルトノキ消失に影響した環境因子を検証した。なお、ホルトノキの消失率算出は、以下の手順で行った。

次に、環境値測定区域の中心から 40m バッファを発生させ、調査対象区域を重複するポリゴンをクリップ処理により抽出した。さらに、抽出されたポリゴンと 1992 年、2004 年のホルトノキの分布ポイントに、マップ・オーバーレイ解析機能を使って、ポリゴンに含まれるホルトノキの分布を抽出した。各区域から抽出された 2 年代のホルトノキ個体数を次式に代入し、求められる値を各区域でのホルトノキ消失率とした。

$$\text{消失率} = (A - B) / A$$

A : 1992 年のホルトノキ個体数

B : 2004 年のホルトノキ個体数

(3) ホルトノキ個体群変動の空間特性の把握

1992 年の赤井らによって行われた調査、また、2004 年の調査から、ホルトノキのサイズと位置情報を GIS に入力した (図 1-7)。ホルトノキの 2 年代の位置情報と作成した環境情報図 (図 1-8) を用いて、ホルトノキの消失と斜面方向、傾斜角、TWI との関係を検討した。そして、作成した DEM データを基盤としてサーフェース解析機能を用いて、傾斜方向グリッド、傾斜角グリッドを作成した。そして、土壌水分については、地形指数 TWI (Topographic Wetness Index, 以下、TWI と表記) を用いて検討した。次式で求められる TWI は、斜面を移動する地下水や物質の溜まりやすさを指標するもので、植生と地形との関係の解析に有効とされる (Osuni et al.2003)。

$$TWI = \ln(A / \tan B) \quad \dots \text{式}$$

A: 各メッシュがもつ集水面積 (m²)、B: 各メッシュの傾斜角度

これらの検討は先の手順で作成された図の 5m メッシュ単位で行った。

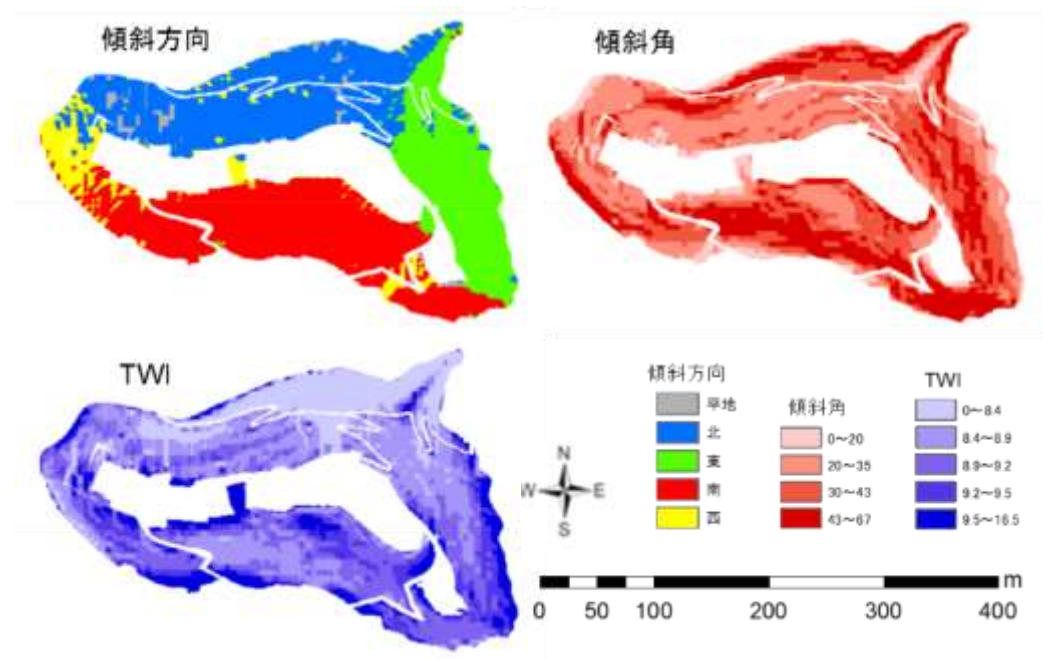


図 1-8 説明変数として用いた環境情報図

2. 3 ホルトノキの植栽適地の抽出

(1) モニタリングデータの整理

2006年6月25日に調査対象区域でホルトノキの植栽が行われ、同年7月15日、2007年7月31日に徳島市開発部公園緑地課によるモニタリング調査が行われた。モニタリング調査は、各植栽区域の個体ごとの樹高、根元直径を計測し、生育状態は5段階評価で記録した。

(2) 植栽ホルトノキの生育状態の把握

先のモニタリングデータから植栽区域別に生育状態が良好な個体を抽出した。これらの個体を対象に、2006年に対する2007年の樹高の比から成長率を算出した。また、各植栽区域の当初植栽時のホルトノキ個体数に対する枯死個体数の割合を枯死率として算出した。そして、核植栽区域での成長率と枯死率を参考にしてホルトノキの生育状態の評価を行い、生育状態の良い区域を健全区域、悪い区域を不良区域とした。

(3) 植栽区域における環境要因調査

各植栽区域で、調査は土壌の体積水分率、土壌貫入量、吸水時間、積算相対照度、土壌の乾燥率を2007年9月から10月に行った。なお、測定は2.1 4)の樹林内の環境要因調査と同様の方法で行った。

また、上記環境因子に加えて各植栽区域の傾斜をGIS解析で算出した。まず、植栽区域を記入した地図をスキャナーで読み取り、GISに格納して座標を与えた。次に、各植栽区域に沿ってポリゴンデータを作成し、図1-8の傾斜角グリッドにクリップ処理を行った。

さらに，図 1-9 の式で算出された値をその区域での傾斜とした．以下に，植栽区域の位置を示す（図 1-10）．

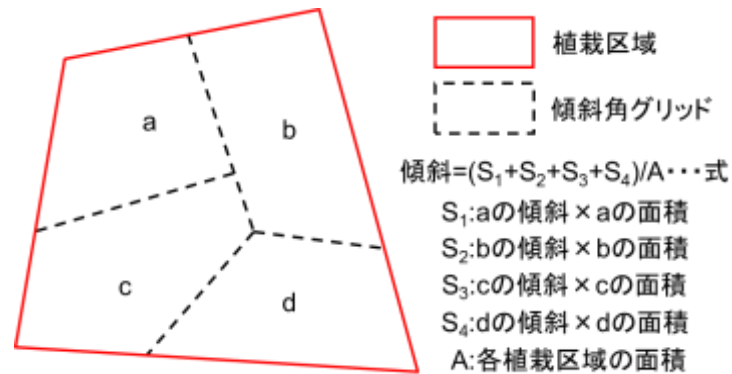


図 1-9 傾斜の算出方法

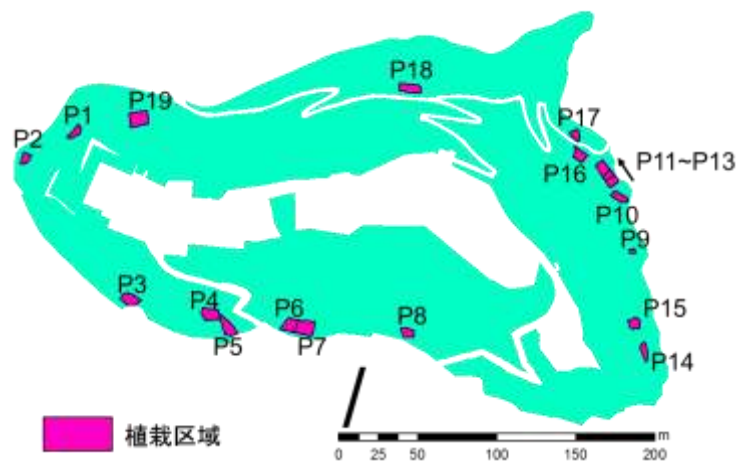


図 1-10 ホルトノキ植栽区域

(4) ホルトノキの植栽適地の把握

上記(2)の生育状態で分類した健全区域と不良区域間で有意な差のある環境因子を把握し，植栽されたホルトノキの生育に必要な環境因子を各調査区の環境測定値，および傾斜について検証した．検証には SPSS の Mann-Whitney の U 検定を用いた．そして，樹形モデル (answer tree) により体積水分率，積算相対照度と健全区域，不良区域との関係からホルトノキの生育に影響している要因を区分した．

3. 結果

3.1 城山樹林の衰退要因の把握

(1) 城山樹林の植生

1) 城山樹林の現状把握

植生調査で得られた 23 の調査資料をもとに群落組成表を作成した結果，常緑樹のホルトノキ・クスノキ，落葉樹のエノキ・ムクノキ，ニセアカシア，シバ，クズの 5 群落単位

が認められた。各群落単位の種組成は表 1-1 に示した。

ホルトノキークスノキ群落は群落高が約 12m 以上であり、林冠を形成している。本群落はトウネズミモチ、フウトウカズラの種によって区分されたほか、バクチノキ、シロダモが多数生育する。東斜面に 4 群落、南斜面に 3 群落がある。北斜面、西斜面ではみられない。

エノキームクノキ群落は群落高が約 12m 以上であり、林冠を形成している。本群落はイズセンリョウ、ツタの種によって区分された。北斜面で 5 群落、南斜面で 1 群落がある。東斜面と西斜面ではみられない。

ニセアカシア（ニセアカシア）群落は群落高が 12m～14m であり、林冠を形成している。本群落は西斜面にのみ存在している。1929 年に西の丸運動場の建設地を確保するために西斜面を削った跡地にニセアカシアを植栽した記録がある。

シバ群落は、草丈が約 0.4m のノシバで構成されている。本群落はガガイモ、チドメグサ、オオバコ、ヨモギなどが優占し、草本層の植被率が高い。南東の頂上に整備された平地に存在している。

クズ群落にはツユクサ、ヤブマメなどの草本が生育している。本群落は頂上や麓の林縁部に多く見られる。

また、図 1-12 の 2007 年の植生図で群落の分布をみると、ホルトノキークスノキ群落は、南斜面や東斜面で群落面積が広く、北斜面や西斜面の分布は一部である。エノキームクノキ群落は北斜面のほぼ全域を占め、南斜面や東斜面にもみられる。また、ニセアカシア群落は西斜面に、シバ群落は南斜面と東斜面の境界に、クズ群落は西斜面を除いた斜面に点在している。なお、群落規模が小さく、急斜面に存在するために除外されたハゼノキーオオイタチシダ群落は、東斜面に限局的に存在する。

また、毎木調査によって確認された全樹種の幹断面積合計を集計し、種順位曲線を描いた（図 1-11）。なお、生育形と生活形は日本植生便覧（宮脇 1992）によった。各コードラートで幹断面積合計による種順位曲線を求め、2007 年の植生図で広い面積を占めたホルトノキークスノキ群落、エノキームクノキ群落に分類した（図 1-11）。ホルトノキークスノキ群落はクスノキ、ホルトノキが上位に位置しているが、エノキームクノキ群落の優占種はヤブツバキであることが明らかになった。

表 1-1 城山常在度表 (指標種, 高頻度出現種)

種名 \ 群落名	ホルトノキ クスノキ	エノキ ムクノキ	ハリエンジュ	シバ	クズ	常在度階級 頻度	調査区出現 頻度
プロット数	7	6	3	5	2		
トウネズミモチ	Ⅲ+					1	3
フウトウカズラ	Ⅱ+-2					1	2
イズセンリョウ		V+-1				1	5
ツタ		Ⅱ+				1	2
ハリエンジュ			3-4		1+	2	4
シバ				V4-5		1	5
ガガイモ				V+-1		1	5
チドメグサ				V+-2		1	5
オオバコ				V+		1	5
キンエノコロ				Ⅳ+-1		1	4
コアカザ				Ⅳ+		1	4
シロツメクサ				Ⅲ+		1	3
チガヤ				Ⅱ+-3		1	2
イヌムギ				Ⅱ+		1	2
オオイヌノフグリ				Ⅱ+		1	2
オヘビイチゴ				Ⅱ+		1	2
カタバミ				Ⅱ+		1	2
ヒメジョオン				Ⅱ+		1	2
ツユクサ					2+	1	2
ヤブマメ					2+	1	2
ホルトノキ	Ⅳ+-3	Ⅱ+-2	1+			3	8
クスノキ	V1-3	Ⅲ+-1	11	I+		4	11
ムクノキ	V+-1	V1-4	3+-1		1+	4	16
エノキ	Ⅲ1-2	V1-3	21			3	11
ヤブツバキ	V2-4	V2-4	32-3			3	16
ベニシダ	V+-1	V+-1	3+			3	15
テイカカズラ	V+-2	V+-1	31			3	14
アオキ	V+-3	Ⅳ+-3	31-3			3	13
ヤブニッケイ	V+-2	V+-2	2+			3	13
ナガバジャノヒゲ	V+	V+	2+			3	13
イヌマキ	V+	Ⅳ+-2	1+			3	11
シュロ	V+-1	Ⅳ+	11			3	11
ネズミモチ	Ⅳ+-2	Ⅳ+-1	2+-2			3	11
バクチノキ	Ⅳ+-1	I+	1+			3	7
マサキ	Ⅲ1-2	Ⅲ+-1	3+-2			3	10
ビワ	Ⅲ+-1	Ⅱ+-1	2+-1			3	8
アラカシ	Ⅱ1-2	I+	11			3	4
サネカズラ	Ⅱ+	Ⅲ+	3+			3	8
ホソバカナワラビ	Ⅱ+	Ⅲ+	1+			3	6
ハゼノキ	Ⅱ+-1	Ⅲ1	2+-2			3	7
ナワシログミ	I+	I+	1+			3	3
イヌビワ	V+-2	V+-2				2	12
モチノキ	Ⅳ1-2	V1-2				2	10
シロダモ	V+-2	Ⅲ+-1				2	9
イシカグマ	Ⅲ+-2	I+				2	5
マンリョウ	Ⅲ+	Ⅱ+				2	6
コヤブラン	Ⅲ+	I+				2	5
カゴノキ	Ⅲ+-2	I+				2	4
ヤツデ	Ⅲ+	I+				2	4
タブノキ	Ⅱ+	Ⅲ+-1				2	5
ヤブミョウガ	Ⅱ+	I+				2	3
イタビカズラ	I+	Ⅲ+				2	4
カラタチバナ	I+	Ⅱ+				2	3
フモトシダ	I+	Ⅱ+				2	3

*常在度表は指標種および高頻度出現種のみ掲載した。

*ハゼノキ-オオイタチシダ群落は群落規模が小さく、急斜面に存在するため調査困難と判断し群落組成調査から除外した。

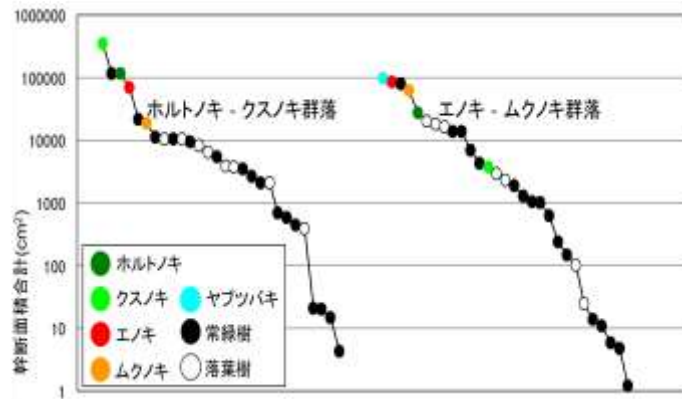


図 1-11 群落別の幹断面積合計

2) 群落面積の変化

1975 年と 2007 年に作成された植生図（図 1-12）から群落の面積の変化を明らかにした。両年代の植生図を GIS に格納し、マップ・オーバーレイ解析機能を用い、各群落で変化した面積を求め比較した（図 1-13）。

得られた植生図から、各斜面の植生の変化をみると北斜面では一部を残し、大部分の面積でエノキムクノキ群落へと変化していた。また、南斜面や東斜面にもエノキムクノキ群落が成立し、ホルトノキクスノキ群落が占める面積の割合が減少していた。クズ群落は各斜面点在するものの減少傾向が、ハゼノキオオイタチシダ群落はほぼ同じ場所で形成され面積の減少がみられた（図 1-12）。

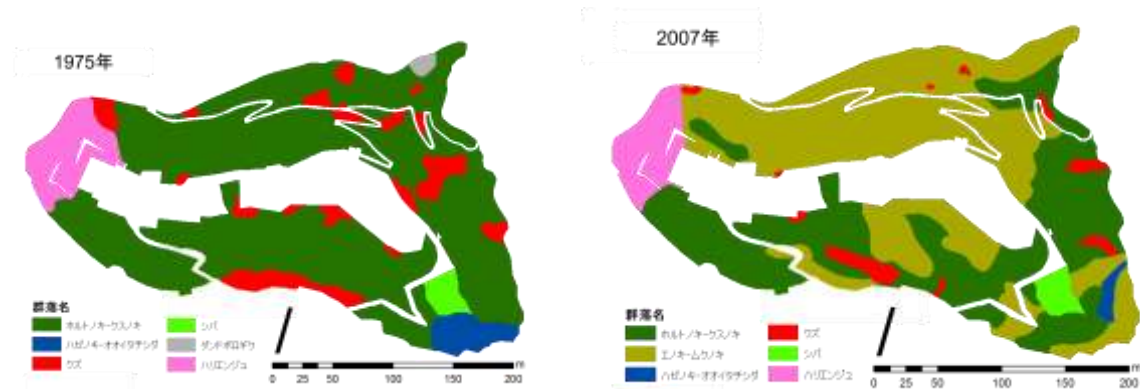


図 1-12 城山樹林の植生図の変化

次に、マップ・オーバーレイ解析で得られた 1975 年と 2007 年の群落面積の変化について具体的に増減を比較する（図 1-13）。1975 年のホルトノキクスノキ群落（41,156 m²）が 2007 年に 21,395 m²に減少し、その大部分の面積が 1975 年には記録されていないエノキムクノキ群落へと移行していた。エノキムクノキ群落は 2007 年には 25,543 m²であった。また、ホルトノキクスノキ群落の一部は、ハゼノキオオイタチシダ群落、クズ群落に変化していた。

ハゼノキ-オオイタチシダ群落 (1,780 m²) は, 1,035 m²がホルトノキ-クスノキ群落へ, 745 m²がエノキ-ムクノキ群落へと遷移がみられ, 2007年 には 447 m²に減少した.

クズ群落は 1975年の 5,167 m²が 1,621 m²へと減少していた. ホルトノキ-クスノキ群落 (2,287 m²), エノキ-ムクノキ群落 (2,437 m²) への遷移であった.

シバ群落, ニセアカシア群落には大きな変化はみられなかった. 1975年 にあったダンロボロギク群落は消失していた.

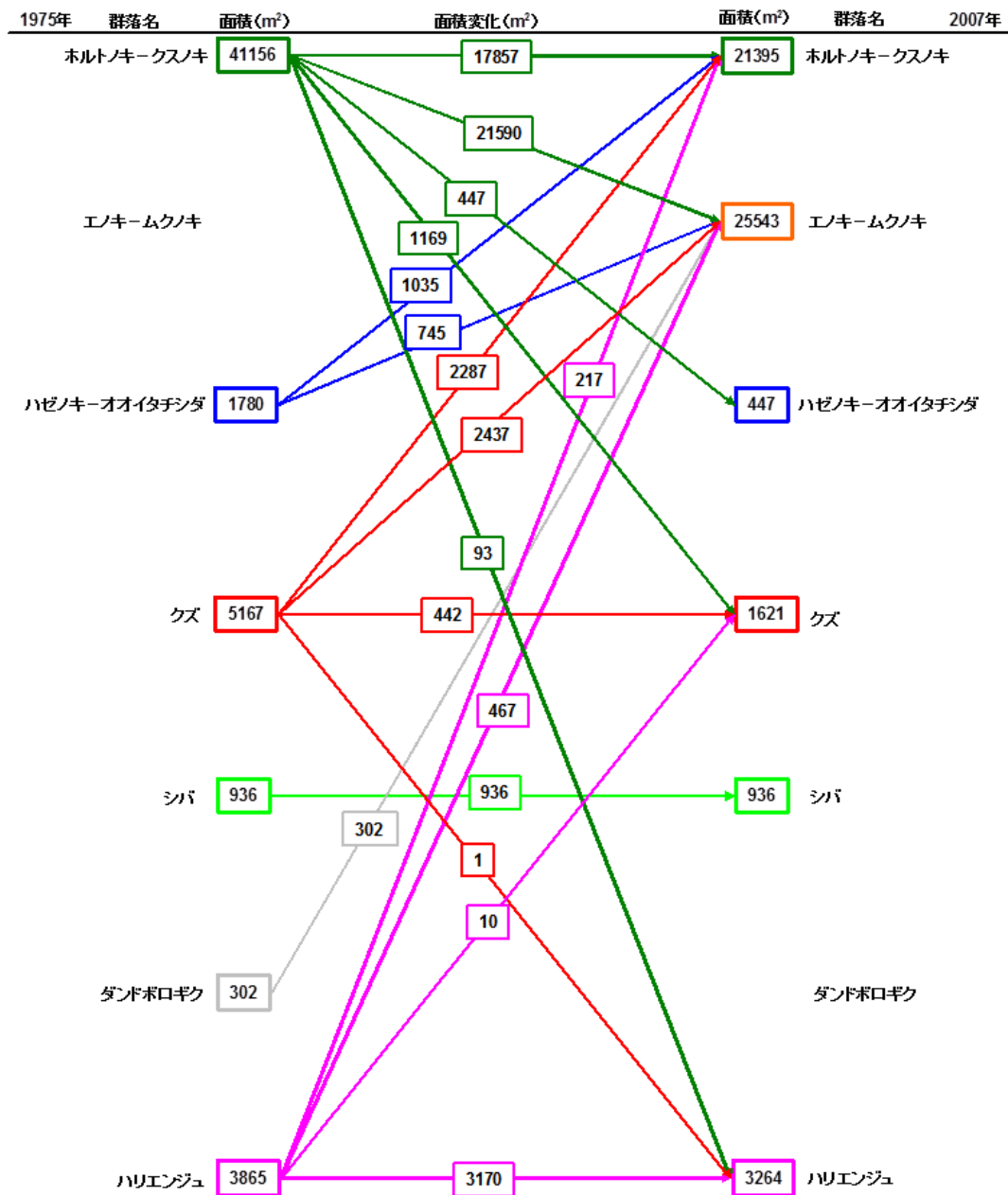


図 1-13 城山樹林の群落面積の変化 (1975年, 2007年の比較)

3) 林冠形成樹の変化

毎木調査で得られた林冠形成樹について ha 当たりの個体数を表 1-2 にまとめた. 1975

年の毎木調査と比較すると、ホルトノキ、ムクノキで減少がみられ、クスノキ、エノキでやや増加していることがわかった。

表 1-2 林冠形成樹の個体数変化

種名	個体数(本/ha)	
	1975年	2007年
ホルトノキ	31.54	26.67
クスノキ	11.73	17.78
エノキ	28.08	29.63
ムクノキ	41.35	26.67

また、1976年と2007年の林冠形成樹の個体数とDBHの調査データをもとに、DBH階級からみた個体数の変化を示した(図1-14)。各年代の樹種の近似式および決定係数は以下であった。

$$1976 \text{ 年ホルトノキ} : y = 30.797e^{-0.0372x} \quad R^2 = 0.9458$$

$$2007 \text{ 年ホルトノキ} : y = 14.368e^{-0.0188x} \quad R^2 = 0.5634$$

$$1976 \text{ 年クスノキ} : y = 1.2043e^{-0.0055x} \quad R^2 = 0.2923$$

$$2007 \text{ 年クスノキ} : y = 4.0074e^{-0.0026x} \quad R^2 = 0.2702$$

$$1976 \text{ 年エノキ} : y = 64.746e^{-0.0547x} \quad R^2 = 0.9011$$

$$2007 \text{ 年エノキ} : y = 6.0841e^{-0.0043x} \quad R^2 = 0.0815$$

$$1976 \text{ 年ムクノキ} : y = 43.72e^{-0.0389x} \quad R^2 = 0.8887$$

$$2007 \text{ 年ムクノキ} : y = 28.372e^{-0.035x} \quad R^2 = 0.7341$$

1976年についてみるとホルトノキ、エノキ、ムクノキはDBH階級が小さいほど個体数が多くなる傾向がみられた。クスノキにはその傾向がみられない。また、2007年ではホルトノキ、ムクノキはDBH階級が小さいほど個体数が多いが、エノキ、クスノキのDBH階級が小さい個体数は少ない。さらに、両年代を比較すると、2007年にはDBH階級が40cm未満の個体数がホルトノキ、エノキ、ムクノキで減少しており、特にエノキでの減少が顕著である。一方、クスノキは両年代ともDBH階級によらず、個体数が顕著に少ない。

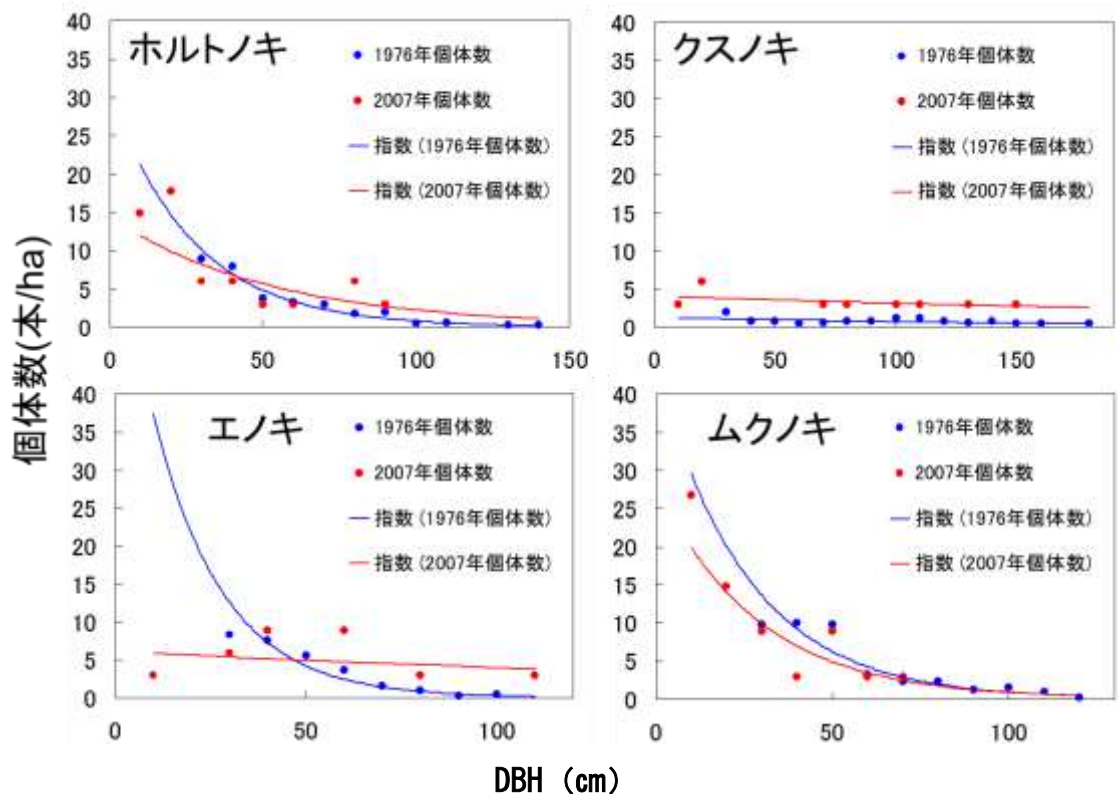


図 1-14 DBH 階級と林冠形成樹の個体数変化

(2) 城山樹林内における環境要因調査

以下に、樹林内での環境因子の計測値をホルトノキクスノキ群落、エノキームクノキ群落に区分して環境値の検定を行った。

土壌貫入量は、ホルトノキクスノキ群落では 11.56 (n=16)、エノキームクノキ群落では 20.00(n=14)であり、エノキームクノキ群落で有意に大きく、土壌が軟らかいことが明らかとなった (図 1-13 ; Mann-Whitney U 検定, $p < 0.01$)。なお、体積水分率、吸水時間、積算相対照度、乾燥率には明らかな違いはみられなかった。

3. 2 ホルトノキの消失危惧区域の把握

(1) ホルトノキ個体群構造の変化

1890 年, 1963 年, 1976 年, 1985 年, 1992 年, 2004 年の 6 年代での DBH 階級別のホルトノキ個体数とその指数近似曲線を図 1-15 に示した。各年代での近似式及び決定係数は以下であった。

$$1890 \text{ 年} : y = 51.465e^{-0.0323x} \quad R^2 = 0.9898$$

$$1963 \text{ 年} : y = 191.84e^{-0.0383x} \quad R^2 = 0.9561$$

$$1976 \text{ 年} : y = 166.81e^{-0.0383x} \quad R^2 = 0.9281$$

$$1985 \text{ 年} : y = 109.15e^{-0.0347x} \quad R^2 = 0.9156$$

$$1992 \text{ 年} : y = 69.494e^{-0.0311x} \quad R^2 = 0.9199$$

$$2004 \text{ 年} : y = 39.329e^{-0.0311x} \quad R^2 = 0.9417$$

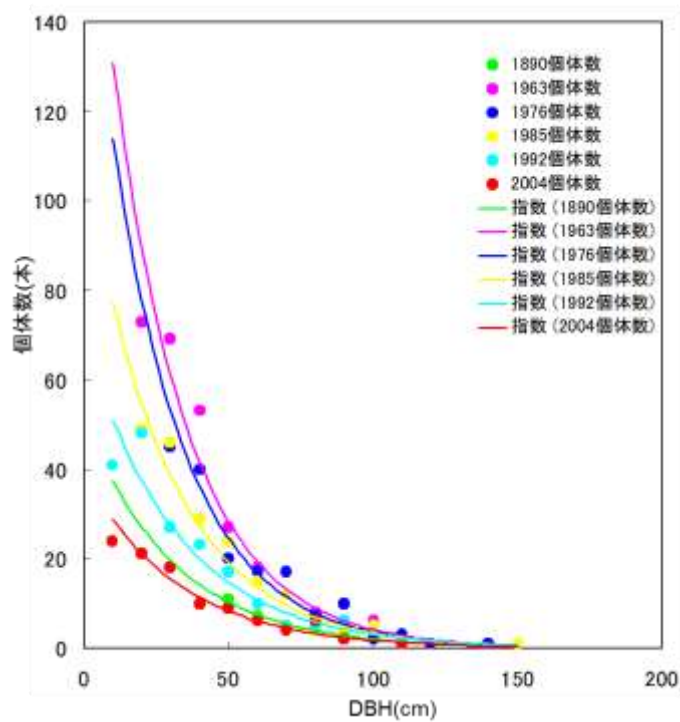


図 1-15 ホルトノキ個体数の変化

(2) ホルトノキ消失年数の推定

1) 1年あたりの減少個体数

1963年から2004年までに減少した個体数をDBH階級別に求め、各年代間の年数で除し1年あたりの減少個体数を算出した(図1-16)。

1963年以降、ホルトノキの個体数は全てのDBH階級で減少が続いていることが明らかとなった。なかでも、DBHが小さいほど減少が大きく、減少量は1976年から1992年の間で大きかったこと、1992年以降では減少量が減っていることが明らかとなった。

2) 消失年数の推定

図1-16から求めた2004年の各DBH階級のホルトノキ個体数を、1992年から2004年までの1年当たりの消失個体数で除し、消失年数をDBH階級別に示した(図1-17)。

これにより、城山樹林のホルトノキは、2004年以降、約12年から16年で消失すると推定された。また、図1-15の回帰値より求めた各年代のホルトノキ個体数から、1963年以降の個体数の回帰直線を算出した(図1-18)。

得られた近似式は $y = -7.7691x + 15678$ ($R^2 = 0.9727$)であり、ホルトノキは2018年には消失するという推定値が得られた。

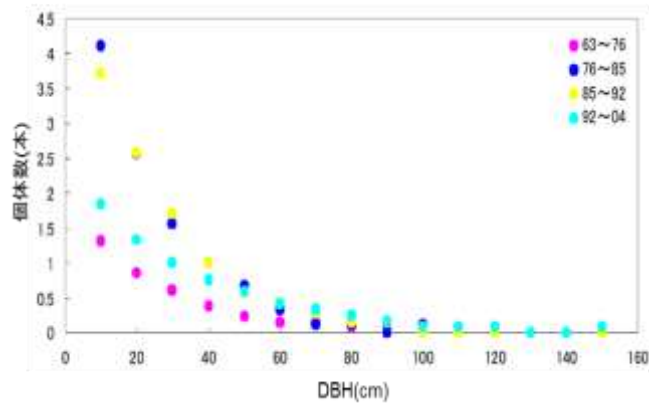


図 1-16 1年あたりの消失個体数

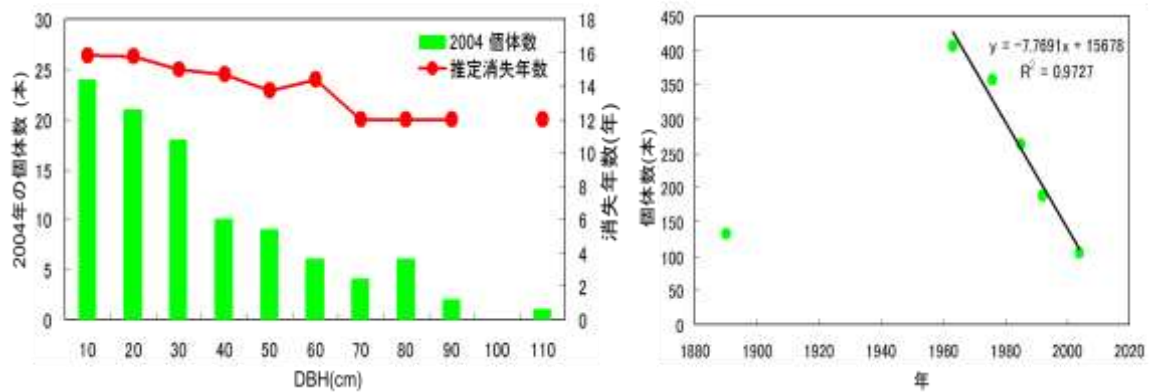


図 1-17 DBH 階級別推定消失年数

図 2-18 個体数の変化

(3) ホルトノキ消失危惧区域の抽出

1) 消失区域の抽出

図 1-7 で示された 1992 年と 2004 年のホルトノキの分布個体をもとに図 1-8 で作成された環境情報図を用いて解析を行ったところ、斜面方向では南、傾斜角では 35° 以上、TWI では 8.9~9.5 の生育環境で消失個体が多いことが明らかとなった(図 1-19). 前出(図 1-8)の環境情報図とホルトノキの分布(図 1-7)をもとにホルトノキの消失危惧区域をマップ上で示した(図 1-20). そこで、これらの環境条件をより多く満たす区域の消失リスクが高いと仮定し、マップ・オーバーレイ階席の機能を用いて、ホルトノキ消失危惧区域を抽出した. 図 1-21 にこれらの条件を満たす区域を示す.

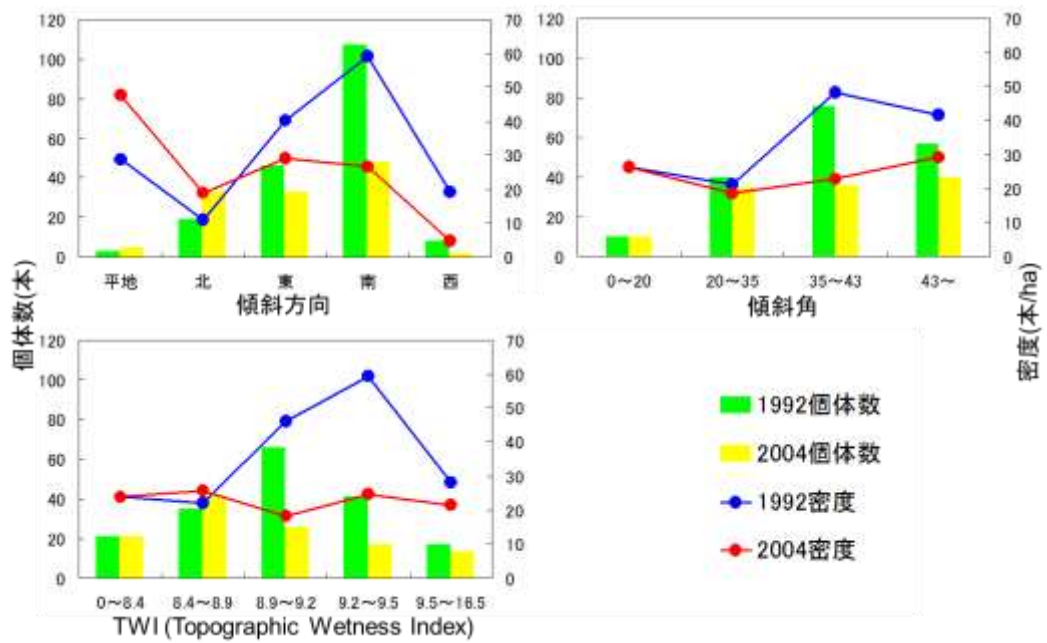


図 1-19 環境因子における個体数変化

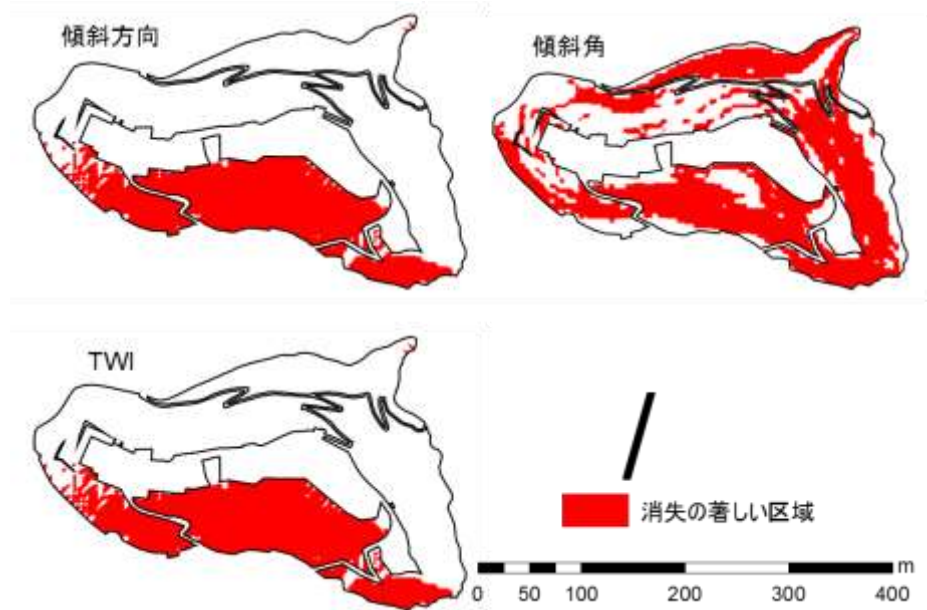


図 1-20 環境区分によるホルトノキ消失危惧区域

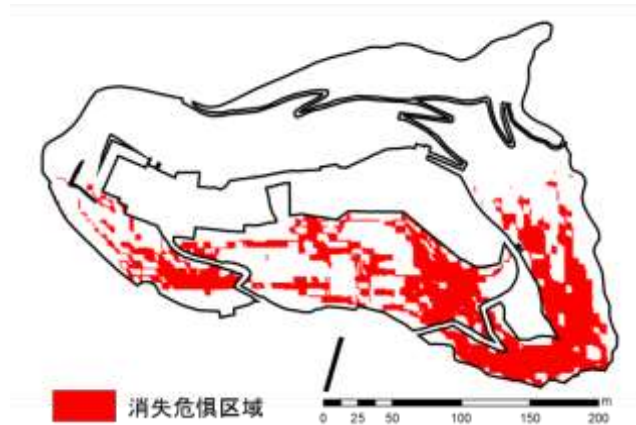


図 1-21 ホルトノキ消失危惧区域

さらに、得られた推測結果を確認するために、一般線形化モデルで検証した（図 1-22）。図 1-7 の分布図を用いて、5m メッシュ内における両年代の在/不在を集計し、1992 年を基準にしてホルトノキの幼木もしくは成木が存在していたが、2004 年には消失していたメッシュを「消失」、2004 年に成木が存在していたメッシュを「存続」と定義した。次に、作成された 5mDEM を用いて、各メッシュの TWI、斜面方向、傾斜角、標高を算出した。そして、「存続・不在」を目的変数、TWI、斜面方位、傾斜角、標高およびそれらの 2 乗項を説明変数とする一般化線形モデル（GLM）で、消失しやすい場所を推定するためのモデルを構築した（総当たり法により AIC を基準にベストモデルを選択）。

標高、標高の 2 乗、斜面方向、斜面方向の 2 乗、斜面傾斜角の 2 乗を用いたモデルがベストモデルとして選択され、AUC は 0.739 だった。また、斜面方向では南斜面で、標高では 20m 付近にホルトノキの消失確率のピークがくることも明らかになった。

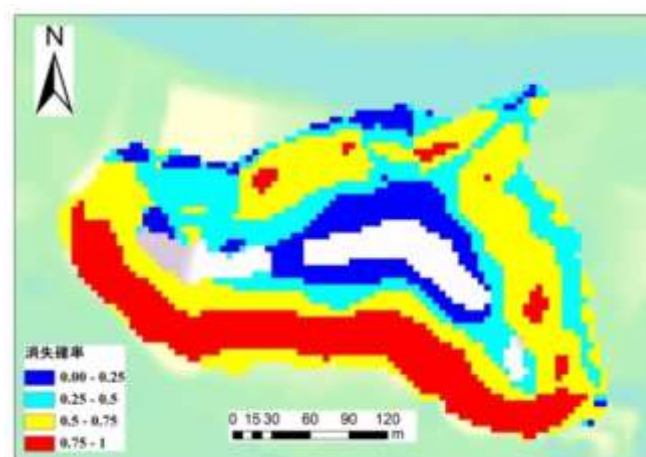


図 1-22 一般化線形モデルによるホルトノキの消失確率

2) 方位別の個体群構造の年代間変化

図 1-21 の消失危惧区域から、方位によってホルトノキの減少量が異なっていることが推測される。各斜面の個体数が明らかな 1976 年、1985 年、1992 年、2004 年のホルト

ノキの個体数を方位別に分類し、年代別の個体数を示した（図 1-23）。北斜面や西斜面では 1976 年から生育個体数が少なく、南斜面では年々個体数が減少していることが明らかとなった。

さらに、各方位、各年代で DBH 階級別のホルトノキの個体数を指数近似曲線とともに図 1-24 に示し、表 2-3 にその決定係数を示す。これらより、北斜面や西斜面は 1976 年から DBH 階級の小さな個体が少なく、とりわけ北斜面では個体の増減がほとんどみられない。一方、南斜面や東斜面では 1976 年、1985 年には後継樹となる DBH 階級の小さな個体が多く生育していた。北斜面や西斜面は 1976 年から DBH 階級の小さな個体が少なく、とりわけ北斜面では個体の増減がほとんどみられない。

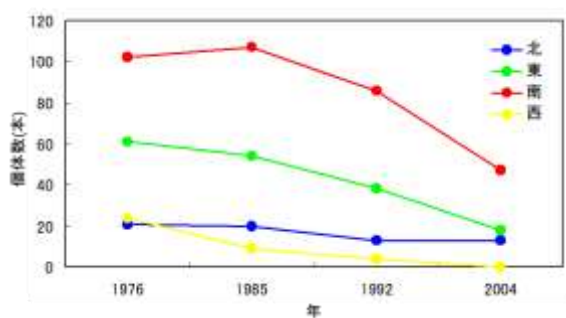


図 1-23 方位別個体数変化

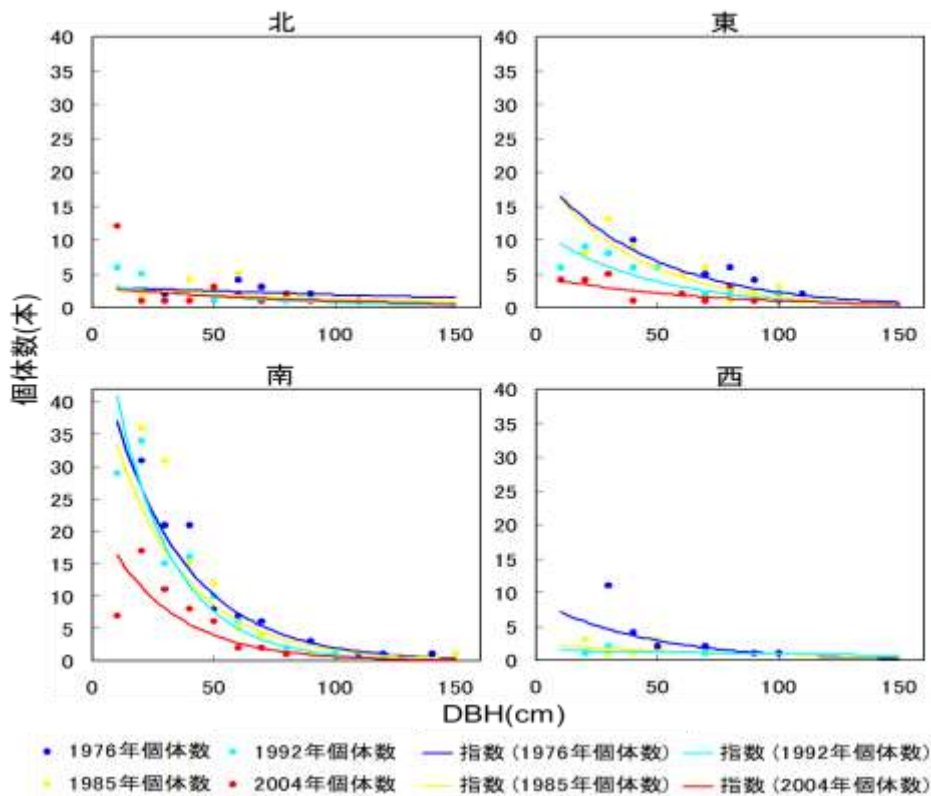


図 1-24 斜面方向別のホルトノキ個体数

表 1-3 図 1-24 の各近似式決定係数

	北	東	南	西
1976	0.0654	0.7464	0.9283	0.6746
1985	0.1378	0.7203	0.7745	0.1104
1992	0.4539	0.7703	0.948	0.1071
2004	0.1898	0.4784	0.7812	

3. 3 ホルトノキの植栽適地の抽出

(1) ホルトノキ植栽適地の把握

1) 健全な生育個体および区域の把握

植栽直後のホルトノキは、ほぼ全個体で生育状況は良好であった。この時の樹高を初期状態として比較したところ、各植栽区域には偏りがなく各植栽区で成長率の比較が可能であることが確認された。

次に、健全に生育している個体を対象に成長率の算出を行った。①健全な生育個体の設定は、具体的には生育状態評価の普通以上と判定された個体とした。①の条件を満たす個体を成長率の算出対象にした。これにより、枯死率が高くなるほど、成長率も低くなっていることが明らかとなった(図 1-25)。そして、これを参考に②健全な発育区域を枯死率 50%未満区域(健全区域)とし、50%以上を不良区域とした。

上記②で健全区域を満足する植栽区は、P3, P4, P5, P6, P7, P12, P13, P17 の 8 つの植栽区であった。これらは南斜面と東斜面の斜面下部に位置していた。

2) 環境因子の検討

健全区域と不良区域に環境因子間で差があるかについて検討した。健全区域と不良区域では、吸水時間と乾燥率(Mann-Whitney U 検定, $p < 0.05$)、体積水分率(Mann-Whitney U 検定, $p < 0.01$)で有意差が認められた。

図 1-26 に健全区域と不良区域に分類した植栽区を目的変数とし、体積水分率、土壤貫入量、吸水時間、積算相対照度、乾燥率、傾斜の 6 つの因子を説明変数として行った樹形モデル(answer tree)を示す。この解析過程で分割は 2 回行われ、2 段階を有する分類樹が得られた。分割 1 では体積水分率が 3.47 より大きいかな否か、分割 2 では積算相対照度が 32.1 より大きいかな否かで分類された。土壤貫入量、吸水時間、乾燥率、傾斜は説明変数として採択されなかった。この結果は、体積水分率が高く積算相対照度が高い区域で植栽されたホルトノキの生育がよいことを示している。

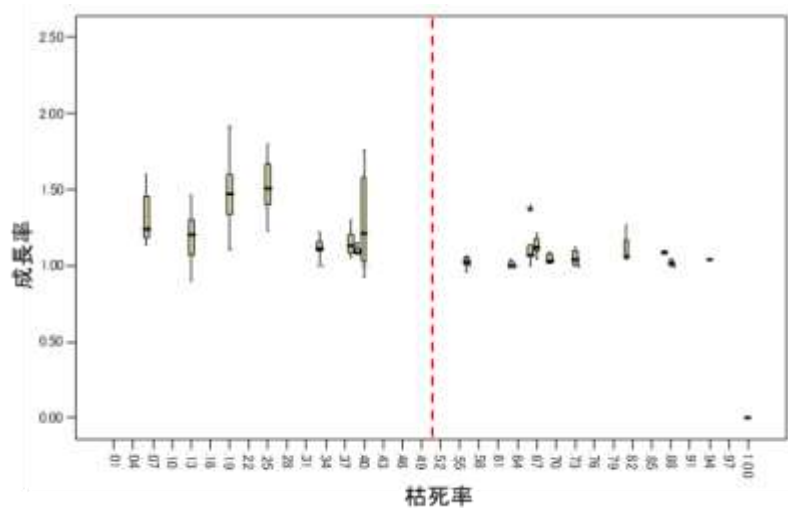


図 1-25 植栽区の成長率と枯死率

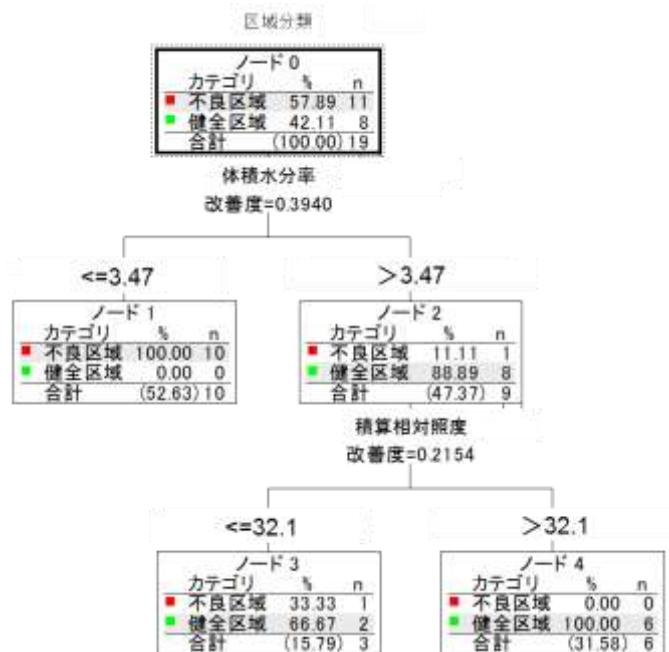


図 1-26 植栽区域分類に係る樹形モデル

(2) 城山樹林の将来像の推測

城山樹林の衰退過程の検討から、現在の城山樹林はホルトノキクスノキ群落からエノキームクノキ群落への変化過程にあることが明らかとなった。また、ホルトノキの消失要因の把握から、ホルトノキが十数年後に城山から消失することも示唆されている。今後もこの傾向が続くとホルトノキはすべて消失し、城山樹林全体がエノキームクノキ群落へと移行することも考えられる。

ここで、十数年後の城山樹林はエノキームクノキ群落が優占すると推定されたが、さらにその後はどのように変容するのかを考察し、城山樹林の将来像を推察する。そのために、城山樹林での群落の変容順に毎木調査コードラートを以下の項目に分類した。

- ① ホルトノキークスノキ群落 (ホルトノキの健全区域)
- ② ホルトノキークスノキ群落 (ホルトノキの消失区域)
- ③ エノキームクノキ群落

とした。この分類は城山樹林の植生変化が 1975 年から 2007 年にホルトノキークスノキ群落からエノキームクノキ群落へと、ホルトノキ個体の消失を理由に移り変わっていることが明確になったため、それに従ったものである。そして、それぞれの分類されたコードラートでの林冠形成樹の樹高を以下にまとめた (図 1-27, 図 1-28)。

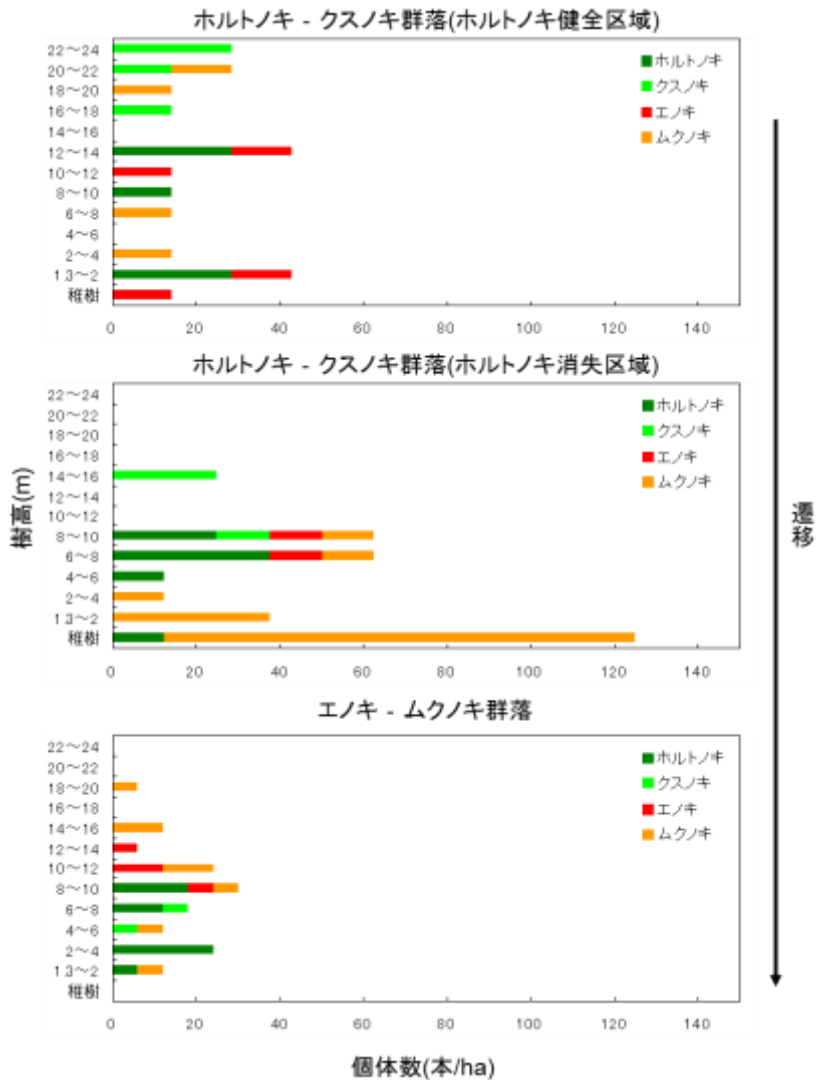


図 1-27 林冠形成樹の樹高

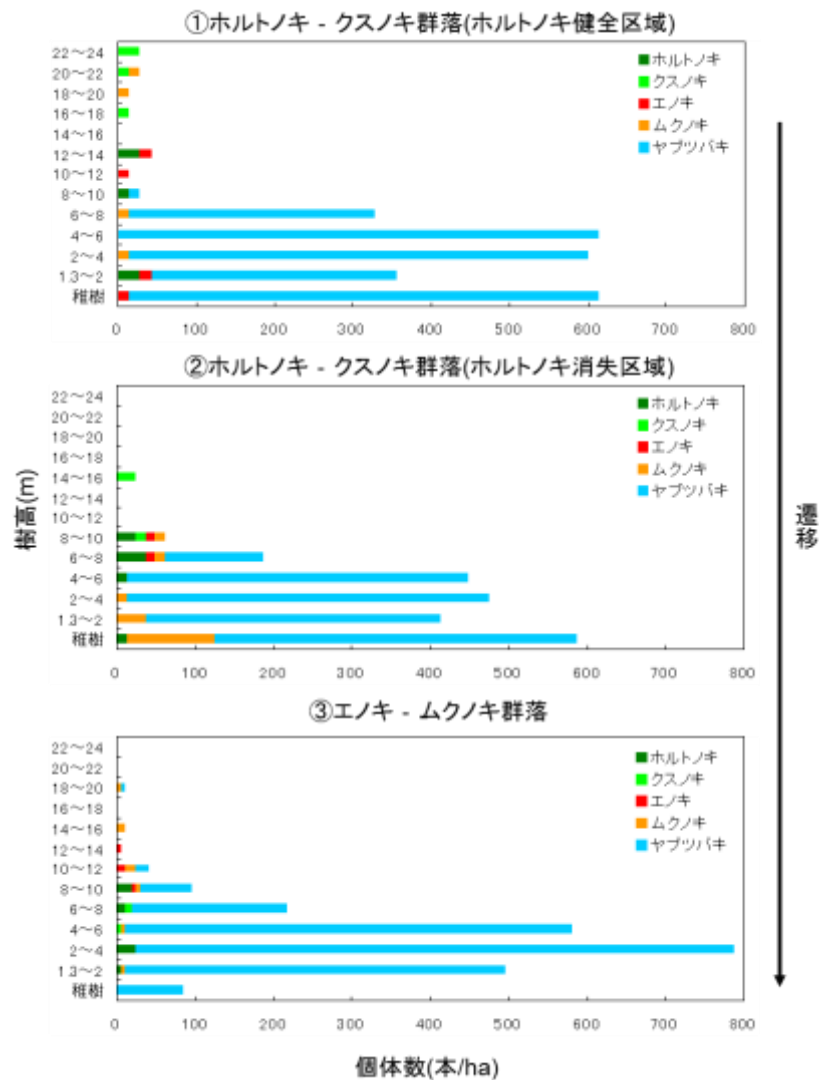


図 1-28 林冠形成樹とヤブツバキの樹高

図 1-27 では、①から②にかけて高木層のホルトノキ、クスノキが消失し、稚樹や低木層でエノキ、ムクノキが生育していることが確認できる。しかし、②から③にかけて稚樹や低木層が成長し、高木層に達したときは林冠形成樹の 4 種の個体数が減少傾向にあることが明確になった。そこで、ほかの樹種との関連を把握するため、図 1-11 のエノキ-ムクノキ群落で幹断面積合計が最大であったヤブツバキを加えて、図 1-27 と同様に検討した (図 1-28)。

林冠形成樹に比較して、ヤブツバキの個体数が著しく多いことが確認される。エノキやムクノキ個体の成長過程で必要な日照量が、密に生育するヤブツバキの遮蔽により、林床や群落下層に十分な光量が届いていないことが推察される。したがって、高木層まで成長できたエノキやムクノキ個体が僅かであったと考えられる。

また、ヤブツバキの個体数を DBH 階級でまとめ、近似曲線を得た (図 1-29)。個体群は逆 J を示し、健全な個体群構造を示した ($R^2=0.9781$)。さらに、毎木調査で各樹木個

体を検討した衰退度を、ホルトノキとクスノキ、エノキとムクノキ、ヤブツバキで分類した(図 1-30)。これにより、城山樹林のヤブツバキは林冠形成樹に比較して健全な状態で生育していることが確認できる。したがって、城山樹林で健全な状態で生育できているヤブツバキが日照量の阻害によって林冠形成樹の成長に影響し、エノキ、ムクノキの個体数は減少して、今後ヤブツバキ群落へと変容することが推察される。

以上をまとめると、城山樹林はホルトノキクスノキ群落の衰退によりエノキムクノキ群落へと変化し、やがてヤブツバキ群落へと移行すると考えられる。現在は、その過程であり、ホルトノキクスノキ群落からエノキムクノキ群落への変容過程であると推察される。

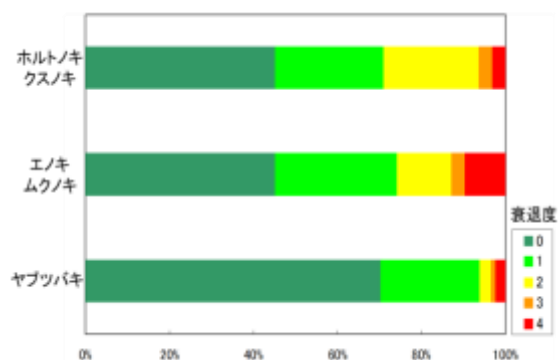
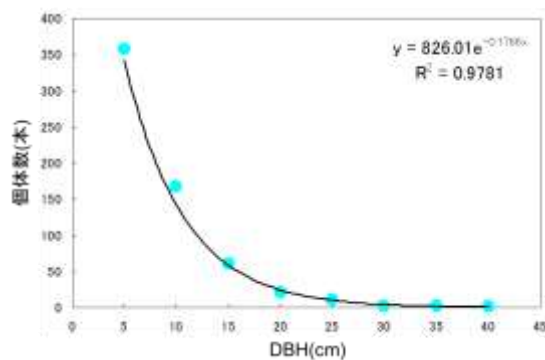


図 1-29 ヤブツバキの DBH 階級別個体数 図 1-30 林冠形成樹およびヤブツバキの衰退度

4. 考察

(1) ホルトノキの消失リスク評価

植生図では 1975 年から 2007 年にかけて、エノキムクノキ群落の発達が確認できたが、個体数単位でみるとエノキやムクノキ個体の増加はみられなかった。また、種順位においてエノキムクノキ群落、ホルトノキクスノキ群落の両群落でエノキやムクノキ個体の幹断面積合計に大差はみられなかった。一方、ホルトノキやクスノキ個体の幹断面積合計は、エノキムクノキ群落で著しく減少していることが明らかであった。これらから、植生図の変化はエノキやムクノキ個体数増加によるものではなく、ホルトノキクスノキ群落の衰退、つまりホルトノキやクスノキの個体数減少によるものであると考えられる。

環境因子では、土壌貫入量がエノキムクノキ群落で大きいことが明らかであった。これは林冠形成樹が落葉樹であること、林内が立入禁止であることなどからリターが多く堆積しやすい環境であるためと推察できる。

また、城山樹林のホルトノキ個体数は、過去には南斜面と東斜面で多く、北斜面、西斜面では少なかったということが明らかになった。また、群落組成調査、毎木調査から南斜面、東斜面のホルトノキ群落は安定した群落構造を呈していることが明らかになった。これらから、北斜面と西斜面では継続的な更新が行われているとは考えにくい。一方、南斜面や東斜面では 1976 年、1985 年には後継樹となる DBH 階級の小さな個体が多く生育していた。これらのことからすると、現在の城山樹林でホルトノキが継続的に更新され、個

体群が維持されているのは南斜面と東斜面が中心であると考えられる。したがって、ホルトノキ群落は主に南斜面と東斜面で形成され、安定した更新が行われてきたが、北斜面、西斜面に生育しているホルトノキは群落としての成立度合いが低いと考えられる。したがって、これらの斜面に生育するホルトノキは独自での更新能力が乏しく、南斜面や東斜面から散布される種子を供給源とした確率的な更新が行われ生育してきたと考えられる。これらのことより、城山の樹林でのホルトノキの生育は南斜面や東斜面が適しており、北斜面、西斜面は適していないことが明確になった。

近年のホルトノキの減少は、南斜面と東斜面での減少が影響していると推察される。これらの区域は城山の樹林のホルトノキ群落の種子供給源となっているため、ここでのホルトノキの消失が全体のホルトノキ消失へ拡大することが示唆される。これらの区域で残存するホルトノキを存続するための対策が必要である。ホルトノキ稚樹を植栽し、生育状況を調査したところ、環境因子の結果から、植栽する適地として体積水分率が高い区域と吸水時間が速く、乾燥率の低い区域が植栽適地として有意な差がみられた。つまり、植栽されたホルトノキが健全に成長できている区域として、単に水分量が多だけでなく吸水・保水能力も高い区域が適しており、ホルトノキの成長には良好な水分条件は不可欠であると考えられる。

すなわち、ホルトノキの消失は乾燥しやすい南向き斜面の急傾斜地で顕著であることが示された。都市内の森林は、都市の発達による気温上昇や乾燥化による影響を強く受けると考えられるが、その影響は地形的な要因によって増幅されている可能性が示唆された。

(2) 城山樹林の保全の検討

城山樹林の変容は、ホルトノキの消失が発端であることが確認された。そこで、城山樹林の保全を考えるうえでホルトノキの保全が急務であり、かつ必要であると考えられる。ホルトノキの保全方法には、種子を供給するホルトノキの成木を保護することに加えて、稚樹を植栽することも選択肢のひとつとして考えられる。ホルトノキの植栽適地をみると、稚樹の生育には体積水分率が高い、かつ吸水、保水に富んだ区域を選定しなければならない。ホルトノキ個体群は南斜面と東斜面で形成されてきたこと、北斜面と西斜面では個体群が以前から維持されていないことが明確になった。これまでの結果を踏まえて、移植されたホルトノキが健全に生育できる区域として良好な水分条件がある南斜面、東斜面のホルトノキクスノキ群落がある区域が適地であると推察できる。

しかし、森本(私信)によると、近年種子生産を行うホルトノキが減少しているという。これに加えて、孤立した分離丘陵であることから、ほかの生育地からの花粉や種子供給ができていないことで、個体群の遺伝子劣化をもたらしている可能性も捨てきれない。

さらに、ごく最近の遺伝子解析の結果、ファイトプラズマによるホルトノキ萎黄病に罹患しているとの指摘がある。佐藤ら(2014)は城山樹林のDBH階級15 cm以上のホルトノキ13本をPCR法によりDNA鑑定し、すべてのホルトノキでファイトプラズマDNA

の増幅産物が検出されたと報告している。ホルトノキのファイトプラズマ罹病による枯死が1999年に日本で最初に報告（河辺ら1999）されて以来、小田原市、福岡県などで報告されている（小田原市文化財保護委員会2013、檜崎2006）。ファイトプラズマ（*phytoplasma asteris*）を媒介する昆虫として特定のヨコバイ（*Leafhopper*）の関与が指摘されている（難波2006）、そして、城山樹林の罹病したホルトノキに対してファイトプラズマに有効とされる抗生物質の注入が行われている。ホルトノキの枯死によって文化財指定が解除された小田原市では成木は枯死しているが、稚樹が残存している（小田原市文化財保護委員会2013）。

城山樹林のホルトノキの保全には、ファイトプラズマに対する有効な方法が見つからないため、抜本的な対策がおこなえないことの難しさがある。しかし、並行して稚樹を植栽するなどの対処を試行しつつ、新たな対策を積極的に講じていくことも必要であると考えられる。

第2章 徳島中央公園内の自然林保全に関する市民調査

1. 目的

都市公園は都市域で生物多様性を向上させるために重要である。徳島中央公園には「自然性の高い城山樹林」と「文化財である石垣」、その他様々な構造物が存在する。樹林と石垣は、徳島市および国の文化財となっている。都市公園は人口が密集する都市域に立地し、人の生活空間と近接している。また、公共の施設であることから必然的に関係者も多くなる（平田 2004）。多数の関係者が存在する緑地を利活用しながら、生物多様性の価値を最大限に発揮するためには、市民の都市公園への現状の認識や保全意識を知ることが必要となる。より多くの市民の多様な意向を知るには、関わりの深い市民だけでなく、多くの市民から満遍なく意向を抽出し把握する必要がある。そこで、都市公園における生物多様性の向上を実現させる可能性を把握するために、市民の意向を抽出した。具体的には、市民を対象に行なったアンケート調査から都市公園に対する市民の現状認識を抽出し、保全意識を明確にすることで都市公園に対する認識を抽出する。これらから、都市公園における市民の生物多様性の成熟度を把握したうえで、管理者が行うべき保全計画の検討に役立てることを目的とする。

以下に、アンケート調査のフレームワークを示す（図 2-1）。

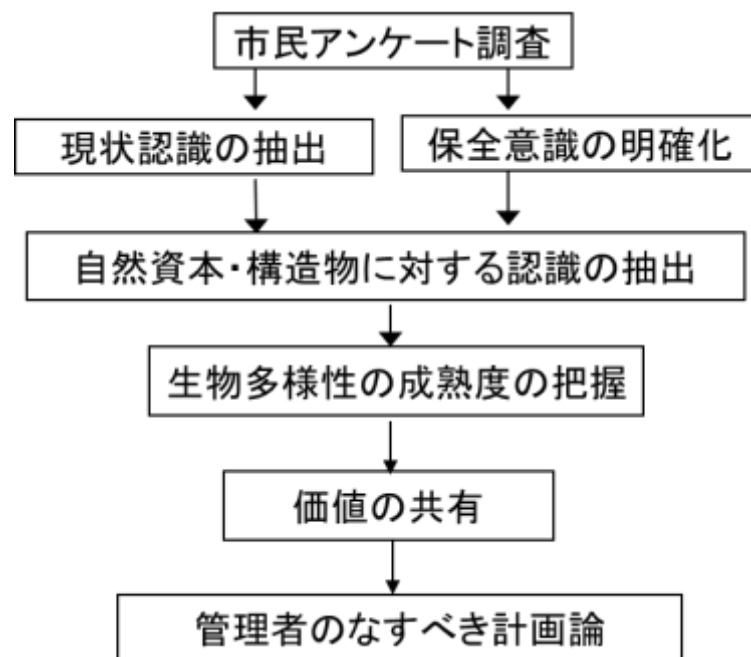


図 2-1 アンケート調査のフレームワーク

2. 方法

2. 1 調査地

城山の山頂には、1385 年頃から 1871 年まで城郭が存在していたが、明治初めに取り壊

された。その後、開発されることなく、現在に至っている。そして城趾一帯は、現在は徳島中央公園として、多くの人に利用されている。城山には遺構である石垣が山頂や樹林内、麓、堀に残存し、2005年に「徳島城跡」として国の文化財に指定されている（徳島県教育委員会 2005）。斜面には、ホルトノキ、クスノキ、ムクノキ、エノキを林冠形成樹とした発達した樹林が生育し、1963年に「城山原生林」として市の文化財に指定されている（徳島県教育委員会 2005）。また、生育するホルトノキは「市民の木」として親しまれている。「徳島城跡」には石垣に崩落が生じ、「城山原生林」には主にホルトノキの大径木に枯死が続いている（徳島県教育委員会 2005；鎌田 2006）。下記に「徳島城跡」の石垣と「城山原生林」の樹林に生じている課題の詳細について示す。

（1）徳島市指定文化財である「城山原生林」の現状

城山にはホルトノキ群集の残存林が分布し、ホルトノキ、クスノキ、エノキ、ムクノキを林冠形成樹とした森林が成立している（宮脇 1982）。しかし、1970年頃からホルトノキに立枯れが始まり、近年では森林の衰弱が指摘されている。特に、特定植物群落に登録されているホルトノキ群落でホルトノキの枯死が多くみられる（鎌田 2006）。森林の衰弱を防ぐために、2003年に活性化対策が講じられたが、十分な効果は現れていない。

（2）国指定文化財である「徳島城跡」の現状

石垣は国指定の文化財であるが、随所で欠落や孕みがみられ、崩落の危険が指摘されている。特に、頂上付近の登山道沿いでは利用者への事故防止のために布団籠で応急処置が施されている。石垣の傷みの主な原因としては、土圧、間詰石の欠落や築石の割れにより生じた隙間からの土砂の流出、樹木の根の影響などが考えられている（徳島市教育委員会 2006）。

2. 2 アンケート対象者の抽出

多数の市民の意向を探るために教育委員会・公民館・小中学校・NPOとの協働による連携体制を構築し、アンケート調査を実施した。徳島中央公園は徳島市が管理しており、市民の公的財産であることから、徳島市全域の市民を対象に実施した。対象者は、徳島市民の年齢層、居住地域を偏りなく選定できるように配慮した。

まず、主な利用者である徳島市民を対象に年齢層と城山からの距離を網羅するように配慮し、小中学校の保護者と公民館利用者を対象に行なった。年齢層は配布する学年を指定すること、高齢者は公民館を利用することで、また居住地域については校区を調査単位とすることで工夫をした。配布方法は徳島市教育委員会職員により、徳島市内の全小学校1年、5年、6年生児童、中学校2年生生徒を通して、その保護者に対して用紙を配布する形で行なった。各家庭で保護者が回答後、学校ごとに回収した。また、公民館では、留め置き式のアンケート調査を実施した。集計は同一に解析した。アンケートの総数は5,747票、実施期間は2007年10月19日から26日であった。

2.3 アンケートの質問項目

アンケートでは、回答者の属性、利用経験を尋ねた後、徳島中央公園に存在する景観構成要素の評価、城山樹林と石垣の現状認識、将来の保全への要望、城山樹林と石垣の文化財としての認識の有無を尋ねた。分析はカイ二乗検定を用いて有意差の検定を行った。

なお、城山の樹林は市内では「自然林」、「城山原生林」とも呼ばれており、アンケートでは市民にわかりやすい名称を用いている。また、城山樹林の現状認識は城山の代表的な群落であるホルトノキの枯死、石垣は頂上付近で発生している崩落について尋ねた。

表 2-1 アンケートの質問項目と回答形式

	質問内容	回答形式
問1	基本的な属性	
	居住地	記述式
	性別	2項目からの1項目選択回答式
	年齢	7項目からの1項目選択回答式
	徳島市居住年数	6項目からの1項目選択回答式
	出生地	3項目からの1項目選択回答式
	徳島市以外の居住歴	3項目からの1項目選択回答式
	職業	9項目からの1項目選択回答式
	余暇利用	19項目からの複数回答式
問2	徳島中央公園への訪問歴、認識度	4項目からの1項目選択回答式
	1) 行ったことがある	
	2) 眺めたことはあるが、行ったことはない	
	3) 知ってはいるが、眺めたことも行ったこともない	
	4) 全く知らない	
問3	設置施設のふさわしさ	1) ふさわしい
	ア, 石垣	2) どちらかといえばふさわしい
	イ, お堀	3) どちらともいえない
	ウ, 鷲の門	4) どちらかといえばふさわしくない
	エ, 城山の自然林	5) ふさわしくない
	オ, パラ園	1)～5)の5段階からの選択回答式
	カ, 池	
	キ, 芝生の空間	
	ク, テニスコート	
	ケ, ランニングコース	
	コ, 機関車	
	サ, 碑や銅像	
	シ, 徳島城博物館	
	以下、問2で1), 2), 3)に該当する回答者を対象とする	
問4	自然林、ホルトノキ、石垣の現状認識	1) 知っている
	ア, 中央公園は徳島城跡として国指定史跡	2) 知らない
	イ, 石垣の崩落	1), 2)からの選択回答式
	ウ, 城山の自然林は「原生林」として徳島市の天然記念物	
	エ, 城山のホルトノキの存在	
	オ, ホルトノキの森は環境省の特定植物群落に指定	
	カ, ホルトノキの枯れ	
	以下、問2で1), 2)に該当する回答者を対象とする	
問5	城山の自然林の保全意識	1) そう思う
	ア, なくなっても仕方がない	2) どちらかというそう思う
	イ, 現在の木が枯れない対策が必要	3) どちらともいえない
	ウ, 城山の木の苗木を補植して樹林を育てる	4) どちらかというそうは思わない
	エ, 現在の樹種でなくとも樹林は残す	5) そうは思わない
	オ, 桜公園にする	1)～5)の5段階からの選択回答式
問6	城山の石垣の保全意識	1) そう思う
	ア, 崩れてもかまわない	2) どちらかというそう思う
	イ, 危険な箇所だけ直す	3) どちらともいえない
	ウ, 現在と同じでなくとも石垣は残す	4) どちらかというそうは思わない
	エ, 城があった当時と同じ状態の石垣に補修する	5) そうは思わない
	オ, ブロックやセメントで固める	1)～5)の5段階からの選択回答式
	以下、問2で1)に該当する回答者を対象とする	
問7	利用の頻度	6項目からの1項目選択回答式
問8	利用時の同伴者	6項目からの複数選択回答式
問9	利用目的	14項目からの3項目選択回答式
問10	城山山頂までの利用頻度	7項目からの1項目選択回答式
問11	一番好きな、あるいは大切な場所	記述式
問12	思い出	記述式
問13	今後のあり方への要望	記述式

3. 結果

アンケートの回収率は 69%、有効回答数は 3,625 票（有効回答率 63%）であった。

3. 1 個人属性及び利用状況

属性について表 2-2 に示す。回答者は女性が 2,964 人（82.5%）であった。年齢は、30

歳代 1,275 人, 40 歳代 1,376 人で両方をあわせると, 2,651 人 (72.6%) を占めていた。また, 50 歳代 221 人, 60 歳代以上 618 人で 50 歳以上は 839 人 (23.2%) であった。城山と居住地の距離は 0km~2km が 1,039 人, 2km~4km が 1,345 人で 2km 以内 に住む回答者が 38.8% と多く, 距離が遠くなるほど減少していた。居住年数は 20 年以上が 2,199 人 (61.2%) と最多であった。

次に, 来園経験の有無と来園頻度を示す (図 2-2)。徳島中央公園の来園経験は, 「行ったことがある」という市民は, 3,000 人で来園経験者が約 82.9% を占めている。その反面, 「知っているが見たことはない」市民が 126 人 (3.5%), 「全く知らない」という市民が 112 人 (3.1%) 存在した。来園頻度は数年に 1 回以下という回答者が 41.1% を占めていた。平均来園頻度は 1-2 回/年であった。

表 2-2 回答者の属性

		単位: 人(%)	
性別	男	615(16.8)	
	女	2964(82.5)	
年齢	30歳代	1275(34.9)	
	40歳代	1376(37.7)	
	50歳代	221(6.0)	
	60歳代	297(8.1)	
	70歳以上	331(9.1)	
	70歳以上	331(9.1)	
距離 ¹⁾	~2km	1039(38.8)	
	~4km	1345(37.4)	
	~6km	656(18.1)	
	~8km	463(12.8)	
	8km以上	88(2.3)	
来園頻度	毎日	39(1.4)	
	1-2回/週	85(2.9)	
	1-2回/月	327(11.4)	
	1-2回/年	1144(40.1)	
	1回/数年	745(26.1)	
	10年以上来園せず	429(15.0)	
	10年以上来園せず	429(15.0)	
居住年数 ²⁾	~1年	61(1.7)	
	~3年	96(2.6)	
	~5年	112(3.1)	
	~10年	307(8.5)	
	~20年	776(21.6)	
	20年以上	2199(61.2)	

¹⁾ 城山と自宅間の直線距離

²⁾ 徳島市内の居住年数

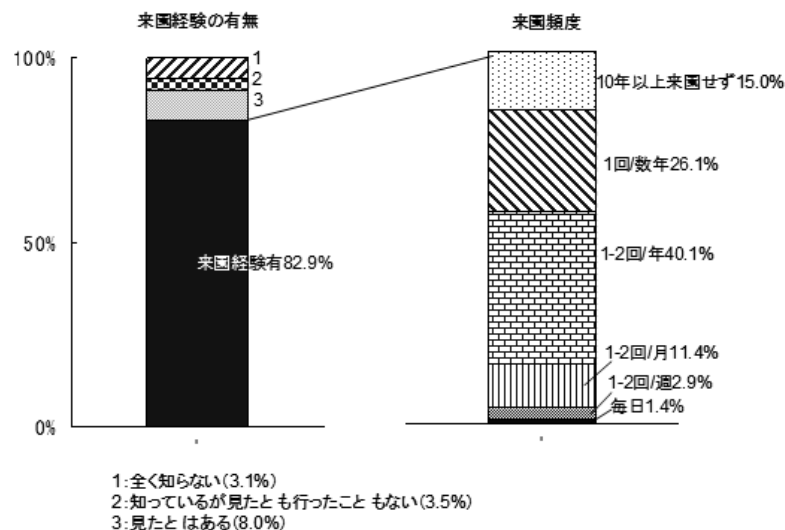


図 2-2 来園経験の有無と来園頻度

3. 2 都市公園の景観構成要素の価値評価

都市公園の評価を知るために、城山や平場に存在する景観構成要素について「ふさわしい」、「どちらかといえばふさわしい」、「どちらともいえない」、「どちらかといえばふさわしくない」、「ふさわしくない」の5段階で質問した。都市公園の景観や施設として「ふさわしい」「どちらかといえばふさわしい」という評価が高かったのは、「石垣」「お堀」「鷺の門」「自然林」であり、いずれも90%以上であった(図2-3)。「池」、「芝生」、「徳島城博物館」には、80%以上が、「ランニングコース」、「バラ園」、「碑と銅像」には70%以上が「ふさわしい」、「どちらかといえばふさわしい」と感じていた。一方、「テニスコート」は50%未満が「ふさわしい」「どちらかといえばふさわしい」という評価であり、最も低かった。市民は都市公園には「石垣」、「お堀」、「鷺の門」、「自然林」の価値を高く意識していた。

さらに、各景観構成要素の階層クラスター分析(平方ユークリッド距離, ward法)を行った。分析は「ふさわしい」から「ふさわしくない」の各評価を得点に変換して行った。7.5で「石垣」、「お堀」、「鷺の門」、「自然林」、「池」と「芝生」、「徳島城博物館」、「ランニングコース」、「バラ園」、そして「機関車」、「碑と銅像」、「テニスコート」の3つのクラスターに分類された(図2-4)。

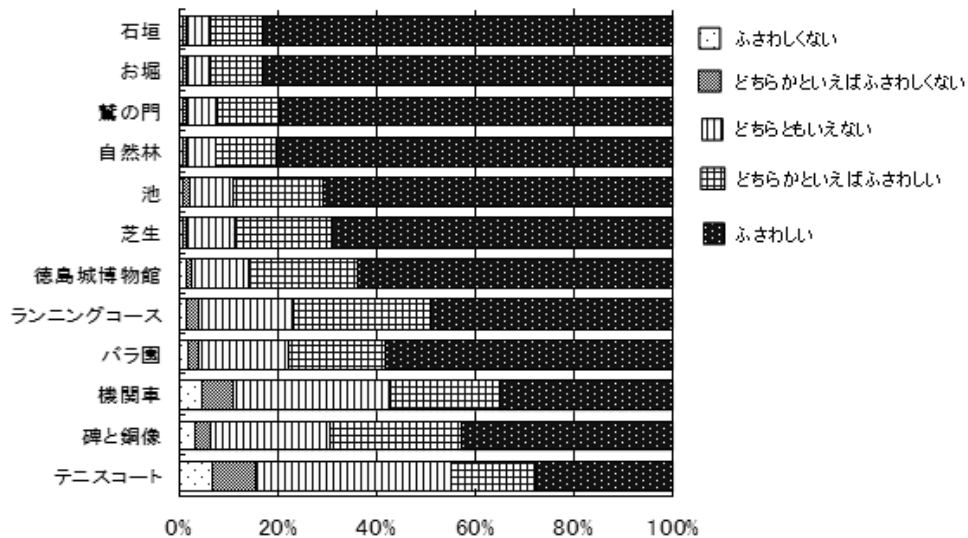


図 2-3 景観の価値評価

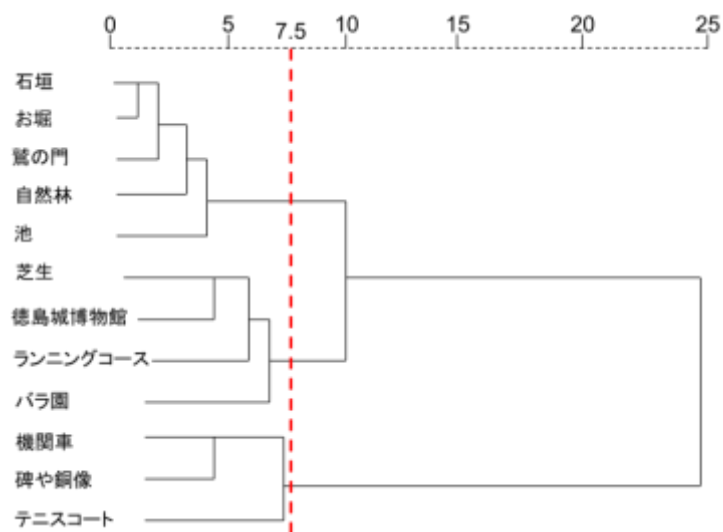


図 2-4 景観構成要素のクラスター分析

3.3 利用目的

利用者の都市公園での過ごし方を知るために、「行ったことがある」という市民 3,000 人（82.9%）を対象に来園の目的を 14 項目から 3 項目選択式の質問をした（表 2-3）。桜見（19.8%）、健康維持（14.0%）、学校行事（13.8%）の回答であった。また、樹林や植物を目的とした森林浴、野草鑑賞や環境学習に訪れるとの回答はそれぞれ 3.3%、1.5%であった。

表 2-3 都市公園の利用目的

項目	単位:人(%)
	合計
健康維持	1213(14.0)
テニス	132(1.6)
趣味の利用	124(1.4)
森林浴、野草鑑賞	282(3.3)
暇つぶし・休暇	759(9.6)
環境学習	122(1.5)
桜見	1643(19.8)
学校行事	1050(13.8)
リクレーション	212(2.7)
デート	141(1.8)
バラ園鑑賞	634(7.5)
公共施設利用	728(8.8)
図書館利用のため	579(7.4)
通り抜け	328(4.0)
その他	230(2.9)

3. 4 現状認識

徳島中央公園の課題や文化財の認知について、「行ったことがある」「眺めたことはあるが、行ったことはない」「知ってはいるが、眺めたことも行ったこともない」という市民3,416人(94.2%)を対象に、「知っている」、「知らない」の2段階で実施した(表2-4)。「知っている」との評価は「石垣や堀の国指定史跡」(41.8%)や「石垣の崩落」(39.5%)であり、「ホルトノキは環境省の特定植物群落」(10.3%)、「ホルトノキの枯死」(13.1%)であった。また、「ホルトノキの存在」を知っている市民は26.7%であった。

表 2-4 城山の現状認識

質問項目	知っている	知らない	無回答
石垣、堀の国指定史跡	1,340(41.8)	1,805(56.3)	61(1.9)
石垣の崩落	1,226(39.5)	1,882(58.7)	61(1.9)
城山樹林は市天然記念物	805(25.1)	2,328(72.6)	74(2.3)
ホルトノキの存在	856(26.7)	2,273(70.9)	77(2.4)
ホルトノキは環境省の特定植物群落	330(10.3)	2,805(87.5)	74(2.3)
ホルトノキの枯死	420(13.1)	2,706(84.4)	77(2.4)

次に、文化財に対する関心を石垣と自然林の課題について現状認識の違いを年齢、利用頻度、居住年数、城山と居住地までの距離と現状認識について検討した(図2-5、図2-6、図2-7、図2-8)。現状の認識は城山の訪問経験の如何にかかわらず、城山の存在を知っている市民3,416人を対象とした。関心のある市民が認識しやすい石垣の崩落とホルトノキの枯死についておこなった。

年齢による比較では、20歳代から10歳ごとの年代によって区分し、検討した。石垣と自然林の両方で年齢が高くなるほど、生じている課題を知っている割合が高かった(図2-5)。また、石垣と自然林では自然林より石垣の課題が高く認識されていた。また、利用頻度では、利用頻度が多いほど認識が高かった(図2-6)。自然林と石垣の認識を比較すると、自然林より石垣が文化財の認識が高く認識されていた。これらから、文化財に対する関心は、自然林より石垣が高く、年齢と来園頻度によって関心の高さに違いがみられた。

一方、居住年数では、石垣の課題は居住年数が長いほど認識が高いが、ホルトノキの課題では明らかな傾向はみられなかった(図2-7)。さらに、居住地までの距離と現状認識には明らかな傾向はみられなかった(図2-8)。

石垣と自然林の文化財であることや生じている課題の認識は石垣で高く、自然林で低かった。

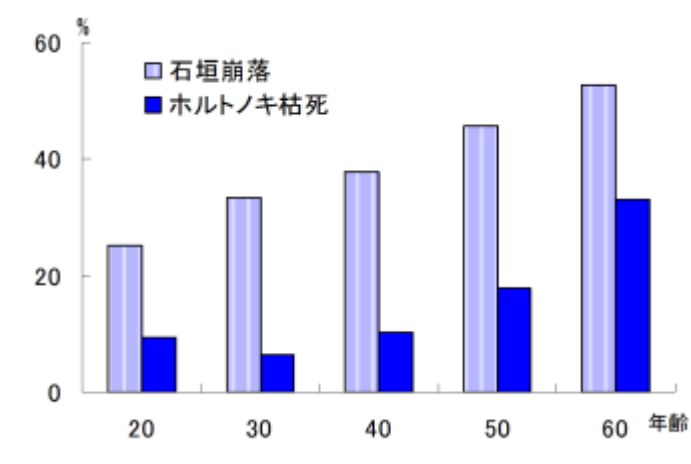


図 2-5 年代別の現状認識

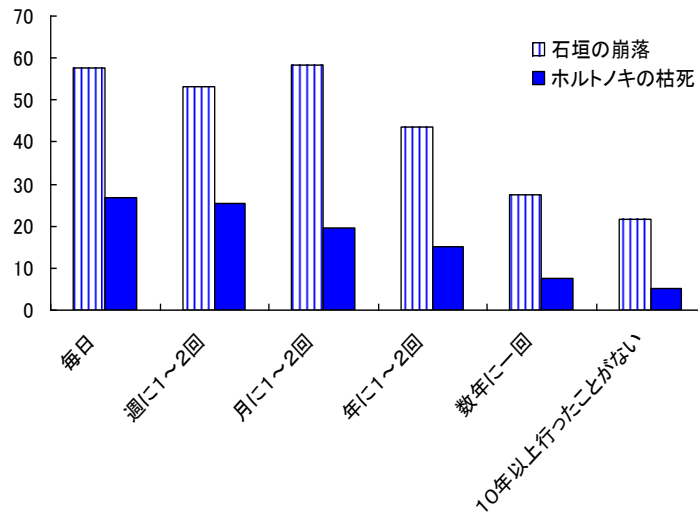


図 2-6 利用頻度による現状認識

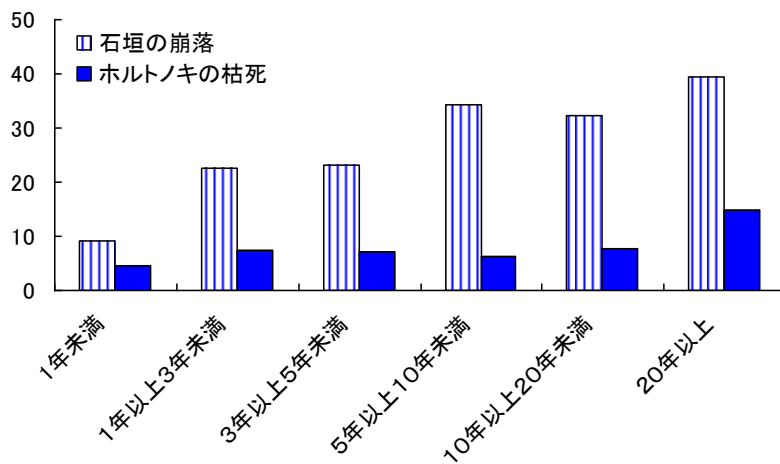


図 2-7 居住年数による現状認識

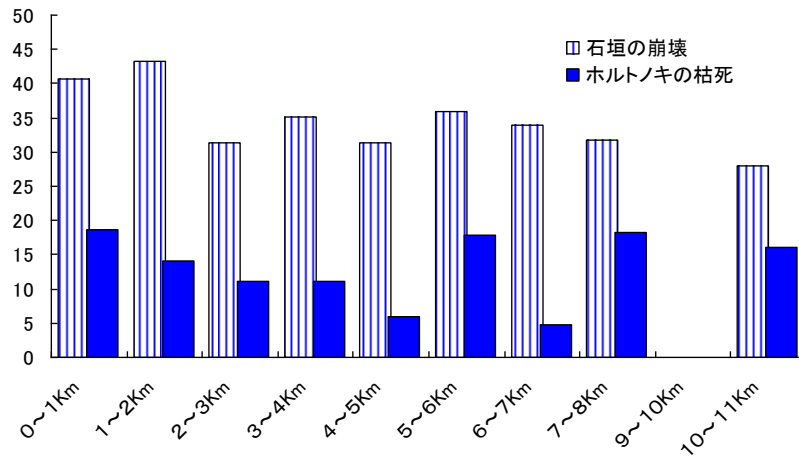


図 2-8 城山から居住地までの距離による現状認識

3. 5 城山樹林と石垣の保全意識

城山樹林と石垣への保全意識を知るために、「見たことがある」「行ったことがある」という市民 3,290 人 (90.9%) を対象に、自然林と石垣の今後の保全について質問した (表 2-5, 表 2-6)。回答は、項目ごとに「そう思う」、「どちらかというと思う」「どちらともいえない」「どちらかというとは思わない」、「そうは思わない」の 5 段階で質問した。自然林では、「現在の樹木が枯れない対策」(76.2%) や「城山の苗木を植えて育てる」(61.4%)、「樹種にこだわらず樹林を残す」(52.5%) であり、「樹林がなくなっても仕方がない」と思わないとの回答者は 72.7% であった。石垣では「危険箇所だけ修復」(68.6%)、「同じ石材でなくても修復して残す」(47.2%) であり、「石垣の崩落は仕方がない」(71.8%)、「セメント・ブロックで固める」(67.7%) とは思わないとの回答であった。つまり、市民は自然林、石垣ともに現状の景観をできるだけ維持した保全を希望する意向の回答が多かった。

表 2-5 城山の自然林の保全

	思う	どちらかといえば そう思う	どちらともいえない	どちらかといえば そう思わない	思わない
	単位: 人(%)				
樹林がなくなっても仕方がない	34(1.2)	74(2.6)	212(7.5)	370(13.1)	2055(72.7)
現在の木が枯れない対策が必要	2154(76.2)	410(14.5)	144(5.1)	40(1.4)	51(1.8)
城山の木の苗木を補植して樹林を育てる	1736(61.4)	659(23.3)	308(10.9)	40(1.4)	45(1.6)
現在の樹種にはこだわらず樹林を残す	1484(52.5)	735(26.0)	359(12.7)	88(3.1)	127(4.5)
桜公園にする	85(3.0)	141(5.0)	1159(41.0)	404(14.3)	978(34.6)

表 2-6 城山の石垣の保全

	単位:人(%)				
	思う	どちらかといえば そう思う	どちらともいえ ない	どちらかといえ ば そう思わない	思わない
石垣の崩壊は仕方がない	51(1.8)	65(2.3)	260(9.2)	339(12.0)	2030(71.8)
石垣の危険箇所だけ修復	1939(68.6)	481(17.0)	187(6.6)	60(2.1)	110(3.9)
石垣の石材で得なくても修復して残す	1334(47.2)	696(24.6)	489(17.3)	105(3.7)	156(5.5)
城があった当時と同じ状態の石垣に補修する	761(26.9)	647(22.9)	947(33.5)	190(6.7)	238(8.4)
セメント・ブロックで固める	51(1.8)	40(1.4)	464(16.1)	297(10.5)	1914(67.7)

次に、保全意識の違いを年齢、利用頻度、居住年数、城山と居住地までの距離について石垣と自然林の保全意識を検討した。「そう思う」、「どちらかというと思う」という回答が最も多かった自然林の「現在の木が枯れない対策が必要」と石垣の「危険な箇所だけ修復する」の2項目で行った。保全意識は、城山に行ったことがある、または眺めたことがある市民3,290人を対象とした。

年齢による比較では、20歳から10歳ごとで年代に区分し、検討した(図2-9)。石垣と自然林の両方で年代が高いほど現状をなるべく生かした保全を希望している市民の割合が比較的高かった。特に、30歳代以上では90%以上の市民が現状を保全したい意向であった。

次に、利用頻度による違いをみると、利用頻度が高い市民ほど石垣と自然林の両方で現状をなるべく生かした保全を希望している割合が高かった(図2-10)。一方、居住年数と居住地までの距離と保全意識には明らかな傾向はみられなかった(図2-11、図2-12)。

石垣と自然林のなるべく現状を保持した保全を望む市民は、石垣と自然林ともに高く、特に利用頻度が高い市民ほどその傾向が強かった。

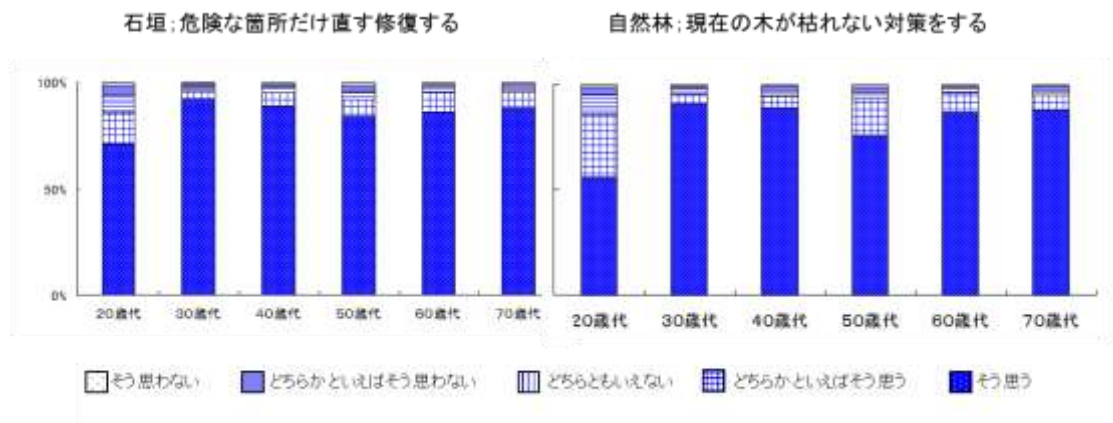


図 2-9 年齢による保全意識

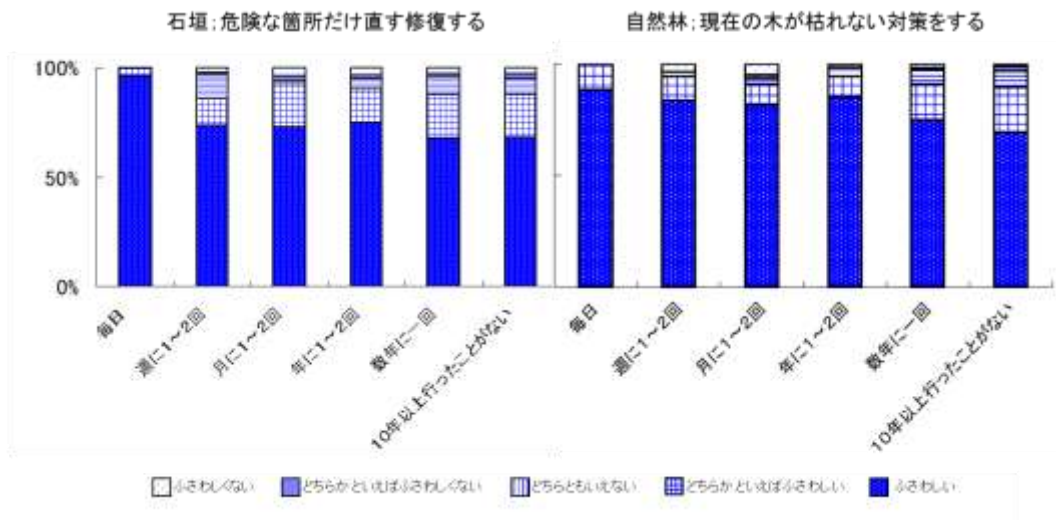


図 2-10 利用頻度による保全意識

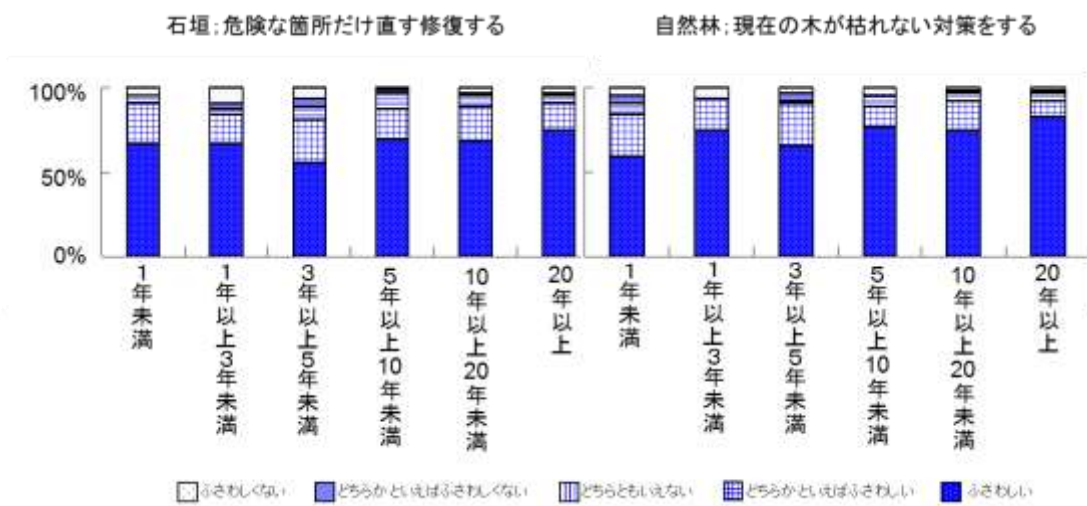


図 2-11 居住年数と保全意識

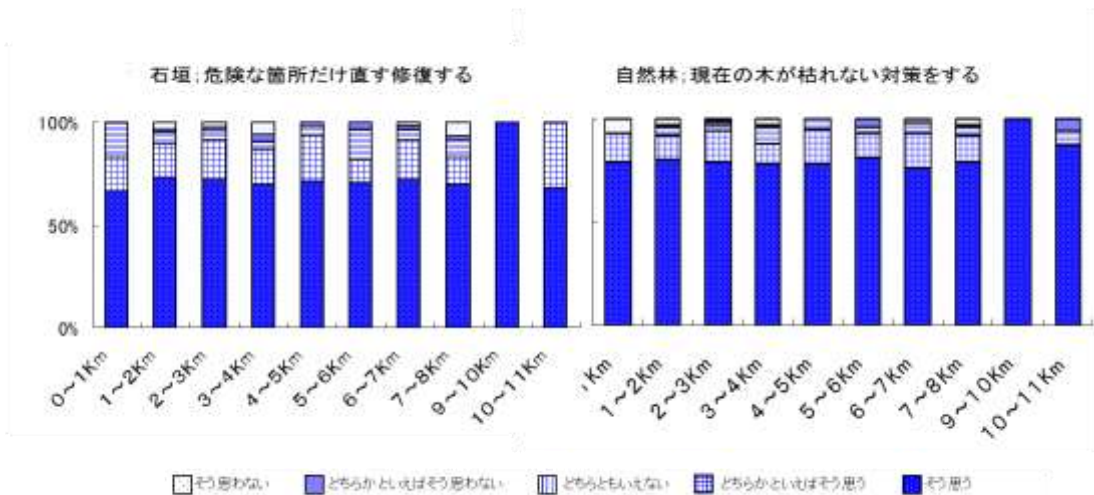


図 2-12 城山から居住地の距離と保全意識

3. 6 山頂の利用頻度

城山山頂の利用頻度を知るために、「行ったことがある」という市民 3,000 人 (82.9%) を対象に質問した (図 2-13)．中央公園に来園した経験のある人のうち、「10 年以上登ったことがない」(42.3%)，「数年に 1 回」(22.9%)，「一度も登ったことがない」(22.1%) であった．また，「毎日登る」(0.3%)，「週に 1～2 回登る」(0.3%) であった．

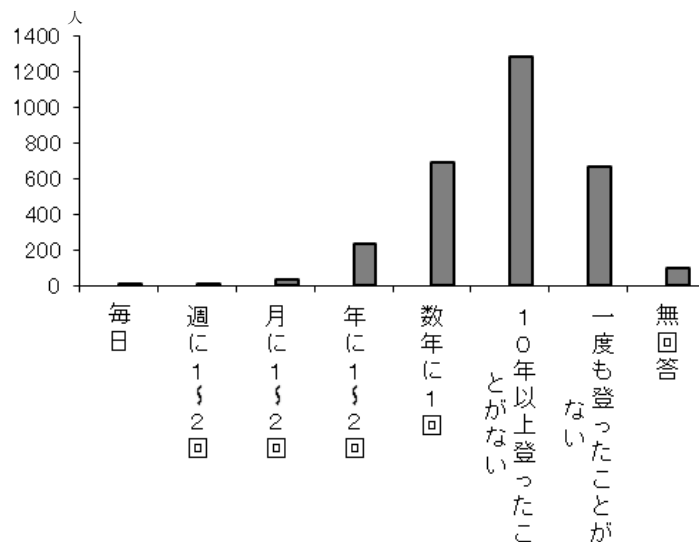


図 2-13 城山山頂の利用頻度

3. 7 一番好きな場所や思い出

城山とその周辺の好きな場所について、自由記述で質問した。回答者は 906 人 (53.7%) であった (図 2-14)。「樹林以外の芝生、広場、バラ園、桜などが一番」と答えた回答者は 15.4% であった。「原生林や樹林などの自然」(8.3%)，「石垣、お堀などの歴史的なもの」

(7.9%), 「石垣も樹林もどちらも大事」(8.5%), 「城山と公園すべてが一番」(3.5%) などの回答が多くみられた。

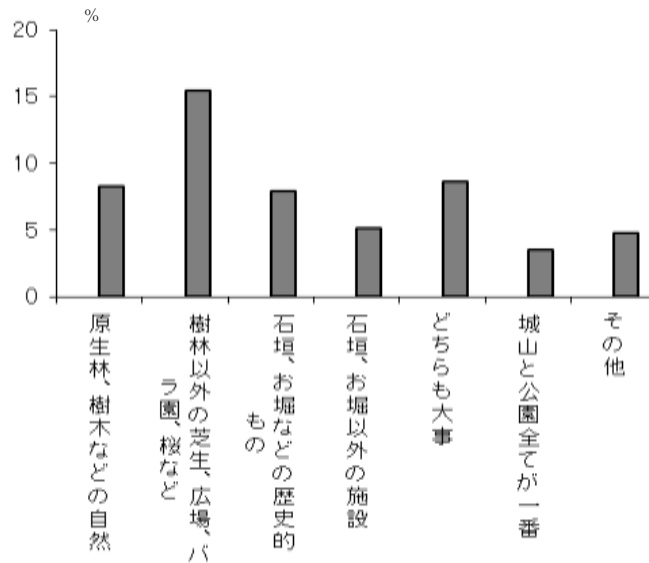


図 2-14 城山とその周辺で一番大事と思う場所

また、城山での思い出についての自由記述で質問した。60歳以上の市民に「イタドリ取りをした」、「野イチゴを摘んで食べた」、「草冠を作った」、「段ボールで草滑りをして遊んだ」など樹林内での子供のころに遊んだ思い出の回答がみられた。

4. 考察

4. 1 市民にとっての都市公園の現状認識

市民は歴史的、あるいは自然的な価値をもつ「石垣」、「お堀」、「鷲の門」、「自然林」の景観を都市公園にふさわしいと評価していた。徳島中央公園の価値は歴史的なものとする自然なものであり、街区公園や地区公園にはみられない地域の歴史性に根ざした空間としての認識を持っていることが示唆される。これは、近世からの城郭が存在したことが、市民の記憶に残るためであると推察される。しかし、反面、石垣と樹林が文化財に指定されていることを知っている市民は少ない(表 2-4)。

また、石垣の崩落とホルトノキの枯死は、年齢と利用頻度によって認識に差がみられる。つまり、年齢が高いほど、また利用頻度が多いほど現状の課題を認識している。これは過去に城山を利用した経験があることが誘因であると考えられる。自由回答では60歳以上の市民に「イタドリ取りをしに行った」、「野イチゴ摘みをして食べた」、「草冠を作って遊んだ」、「段ボールで草滑りをした」、「落ち葉かきをした」などが思い出として記述されている。現在、立入禁止の城山の樹林内も、昭和38年に「原生林」として市文化財に指定される以前は、自由に利用されており、樹林内での遊びの場であり、自然とふれあえる空間であったと考えられる。このため、60歳以上の市民には城山での幼少時の思い出があり、

林内で発生したホルトノキの異常が記憶されたのであろう。さらに、徳島中央公園をよく利用する市民は、現状の課題を目にする機会が多いと推察される。このような、年齢や利用頻度による差はあるものの、樹林の現状認識は総じて低く、中でも自然的価値への現状認識が低いことが明らかとなった。その反面、市民は徳島中央公園の樹林や樹木、芝生などの自然的なものを大事と回答する市民が多くみられた。

つまり、徳島中央公園に起きている石垣とホルトノキの課題を知る市民は少ないことから、公園に関心をもつ市民は少数であると推察される。そして、図 2-13 に示すように、城山山頂の利用頻度は低い。こうしたことも誘因となり、表 2-4 に示すように、山頂付近で生じている石垣の崩落とホルトノキの枯死の課題を知っている市民が少ない結果につながったと考えられる。

4. 2 石垣，樹林の保全意識

回答者の 90%以上が現状維持での保全を希望していた。また、保全の対象は自然林も石垣も両方であると回答し、自然的な景観構成要素と歴史的な景観構成要素の両方を保全していきたい意向であった。都市公園は都市における生物多様性を保持しており、今後向上させる場として注目されているが、市民には自然景観要素だけでなく、歴史的な景観要素の必要性を認識していた。

アンケートでも昭和 20 年から 30 年代頃の徳島中央公園の樹林は、落葉かきや子供の遊びに利用された空間であったとの記述がみられた。そして、樹林が徳島市の文化財に指定されると林内の立入が禁止され、これによって市民には樹林の自然的価値が意識されることとなったと考えられる。さらに、石垣は「徳島城跡」として、文化財に指定されたことで歴史的な価値が付加されることになった。しかし、樹林と石垣に文化財としての価値が付加されたことが保全意識の高さにつながったとは、必ずしもいえない。その理由として、本アンケート調査では、文化財であることを半数以上の市民が認識していなかった。しかし、都市公園の緑や石垣を保全したいとの意向は非常に高かった。

徳島中央公園の斜面や麓は様々な利用の変遷がみられるものの、現在では、歴史的や自然的に多様な価値をもった空間となっている（序章）。つまり、社会背景の変化によって様々な価値を見いだされた空間である。このように、近世城趾に由来した都市公園は、単なる空間としての価値だけでなく、樹林の自然的価値と石垣の歴史的価値が共存することから、両者を一体として保全する対策が必要である。

そのためには、まず、市民に自然的価値や歴史的価値をもつ景観構成要素の現状を正しく伝え、理解してもらうことが必要であろう。そうすることで、市民には自然性と歴史性を兼ね備えた価値をもつ空間として意識づけられると考えられる。

4. 3 生物多様性の主流化に向けた取組の必要性

残された緑地は自然資本の価値に加えて、建造物や遺構といった歴史的価値を内包している。田村 (2009) によると、社寺林は地域の自然や歴史、文化に即した面を持ち合わせ、

良好な景観として大きな役割を果たしているが、城址を基盤とした緑地も同様の役割があるといえる。現在、都市公園は生物多様性を保持する場として、生態学的機能が注目されているが、市民は都市公園のもつ生物多様性の価値を認識していないことが明らかとなった。また、生態学的資源と歴史的資源が同一空間に存在する緑地では、両者を視野に入れた利活用の方法や保全の認識を向上させる取り組みが重要であると考えられる。

平均来園頻度が1-2回/年ということから、多くの市民にとって日常的な場所というよりは、行事やイベントに利用している空間であるといえる。市民は、都市公園の生物多様性の価値を十分に認識しているとはいえない。市民にとって都市公園は保全意識の高さから必要な空間として認識されているが、利用頻度の低さからみると利活用していく空間とは意識されていない。しかし、都市で生活する市民にとっては貴重な空間であり、将来に残すべき価値があると認識されている。このような市民の保全意識の高さを活かし、現状認識の低さを上昇させる取組を行っていく必要があると考えられる。市民に都市公園の景観構成要素を使った生物多様性の向上をねらった取組を展開していくことが大切である。それには、市民に都市公園が生物多様性を向上させるとの認識を周知し、効果的に成熟させる工夫として、来園回数を増加することも視野に入れた公園で実施する活動が効果的であろう。たとえば、小学生をもつ家族を対象に、生息生育する生物を利用した生物多様性を伝える取組を実施する。そのための場所を都市公園が提供することが考えられる。

4. 4 今後の保全に向けて

自然的、かつ歴史的景観要素をもった都市公園の保全には、歴史的な景観構成要素に対する保全であっても、生態学的な観点を取り入れた対策を講ずることが重要であると考えられる。すなわち、自然性の高い樹林として保全を考慮しつつ、文化、風土、歴史も視野に入れた多様な視点からの対策が講じられるべきである。さらに、現状認識の低さから推察される生物多様性への関心の低さという課題を解決し、現在の姿を残したいという市民の意向を満足させ、都市公園へのかかわりを増加させるために、管理者は都市公園の保全について利活用も考えた管理計画を検討していくことが期待される。管理者は、市民の現状認識を向上させるための工夫を行い、自然緑地の保全に真摯に取り組んでいく姿勢が重要である。都市域での生物多様性を推進できる価値のある空間として都市公園を再認識しなおすべきであると考えられる。

今後の具体的な取り組みとして、現状認識が低い市民に向けて自然的価値と歴史的価値を理解する工夫を図りつつ、自然緑地と石垣の両方の価値が共存できる都市公園を実現していくことが管理者に求められる。つまり、都市公園の自然や歴史的構造物を用いた、市民への啓発が有効である

第3章 アカテガニを指標とした徳島中央公園の 景観構成要素の機能評価

1. 目的

本章ではアカテガニの生活環を全うできる環境の保全が、同時に他の多様な生物の生息環境の保全につながると考え、アカテガニの生活史段階に沿って、その空間利用を把握する。これにより、都市公園内の様々な景観構成要素の生息場としての機能を総合的に評価することを試みる。また、アカテガニのハビタットとしての構造物と樹林や川などの自然緑地とのつながりを把握することを目的とする。それをもとに、市民の強い利用下にある都市公園において、アカテガニが生活環を全うできるよう手助けし、共存していくことができるようにするためのデザインのあり方について検討する。

2. 方法

2. 1 調査地の概要

調査は、徳島市の中心部にある徳島中央公園（以下、公園）で行った（図 3-2）。公園内には東西約 400m、南北約 200m、標高 61.7m の分離丘陵があり、北斜面は助任川の汽水域と接している。江戸時代に徳島城が築かれていたことから、その丘陵は“城山”と呼ばれている。1869 年に版籍奉還で廃城となった後、天守等の建築物が撤去され、石垣を残すのみとなった。そして、1905 年に徳島公園として一般開放されるようになった。2006 年には、公園一帯の城址は国の文化財に指定された。

1869 年以降、傾斜が 35°~43° の急峻な城山斜面は利用されることなく放置されてきた。そのため遷移が進行し、ホルトノキ (*Elaeocarpus sylvestris* var. *ellipticus*)、クスノキ (*Cinnamomum camphora*)、エノキ (*Celtis sinensis* var. *japonica*)、ムクノキ (*Aphananthe aspera*) 等の大径木で覆われるようになった（特定非営利活動法人徳島保全生物学研究会 2005）。その森林は 1963 年に徳島市の天然記念物に指定され、また、ホルトノキ群集として環境省の特定植物群落に指定されている。林床にはチヂミザサ (*Oplismenus undulatifolius*)、イシカグマ (*Microlepia strigosa*)、ベニシダ (*Dryopteris erythrosora*) 等の植物が生育している（赤井ほか 1992、森本 1994）。

城山を含む公園は、多くの市民に利用されている。城山斜面には、明治時代に改修された空石積みの石垣によって幅 1.5m の歩道が整備されている。公園内は城山を取り囲むように、水路、芝生や裸地の平場、遊具を備えた広場が配置されているほか、徳島城博物館やテニスコートも設置されている。城山外周の歩道では、散歩やランニングを楽しむ市民も多い。公園の南側は JR 徳島駅と接していて、周囲は商業地域となっているため、公園は出勤時や帰宅時の経路としても利用されている。

2. 2 生息するアカテガニの概要

アカテガニは、中国東部、台湾、朝鮮半島、日本列島の南西諸島から本州に広く分布す

る。成体の甲幅は 30mm 程度で、森林など陸域に生息する。そして、7月から8月の大潮の夜に雌が海岸や河口付近の川岸に降りてきて産卵（放仔）を行う（北見・本間 1981, 三宅 1983, 矢部・岸 2001）。幼生は汽水域や海域で3~4週間の浮遊生活の後、稚ガニへと変態して陸に上がり、森林等を生活の場として成体へと成長する（北見・本間 1981, 小野 1995）。陸上生活に適応したカニであるが、湿度の低下が呼吸機能と活動量を低下させることから、長期にわたり水がない環境で生息することは難しい（橋口・三宅 1967a）。そのため、生活圏内に水域があることや土壌水分、湿度が保持されるよう地表が樹木等に被覆されていることが重要である。また、放仔に川岸や海岸へ移動する際の適当な隠れ場所や稚ガニとなって上陸してから森林等へ移動する経路も確保されていなければならない。さらに、水域—陸域のエコトーンが健全な状態で保たれていなければ、放仔もしくは上陸が困難になる。

本調査地である都市公園には、アカテガニが生息している（図 3-1）。11月から4月にはほとんど姿をみないが、5月上旬になると公園内の水路や石垣を利用して活動している。また、樹林内にも多数の成体がみられ、7月から8月の満潮時期には樹林と通路を隔てた助任川に下りて放仔を行っている。

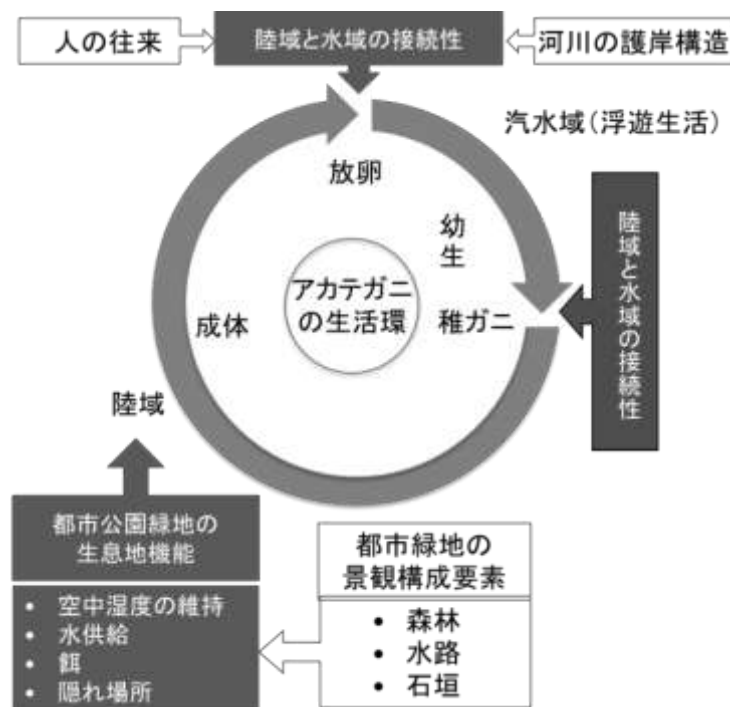


図 3-1 アカテガニの生活環と都市公園の景観構成要素との関わり

2. 3 調査方法

2009年5月に城山を含んだ公園全域を踏査し、アカテガニの分布状況を面的に把握した（図 3-3）。そして、アカテガニの個体数が多く確認されたエリアを調査区域に設定することとし、城山森林内とそれに接する公園内の水路、および助任川の川岸に3つの調査区

(A~C) を設けた (図 3-2)

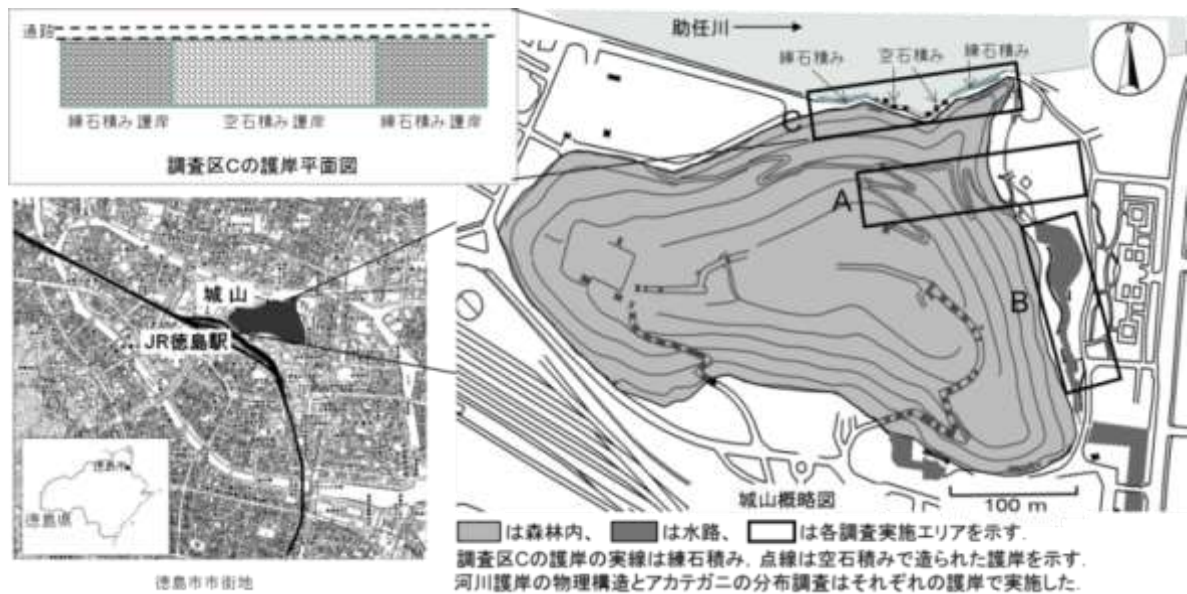


図 3-2 調査対象地

調査区 A では公園の景観構成要素である森林、水路、平場での微生物環境利用を把握する目的でアカテガニの分布を調べた。調査区 B では水路の物理的環境と利用との関係について明らかにした。調査区 C では放仔環境における物理環境と利用について把握した。

アカテガニの活動には 16°C 以上の日平均気温が必要であることが知られている (北見・本間 1981)。そのため、気象庁徳島気象台 (2008) の日平均気温データに基づき、その条件を満たす期間のうち 5 月～9 月を活動期のアカテガニの調査期間とした。いずれの調査日も、曇りまたは晴れの日を選択して行った。植生調査は 10 月に実施した。

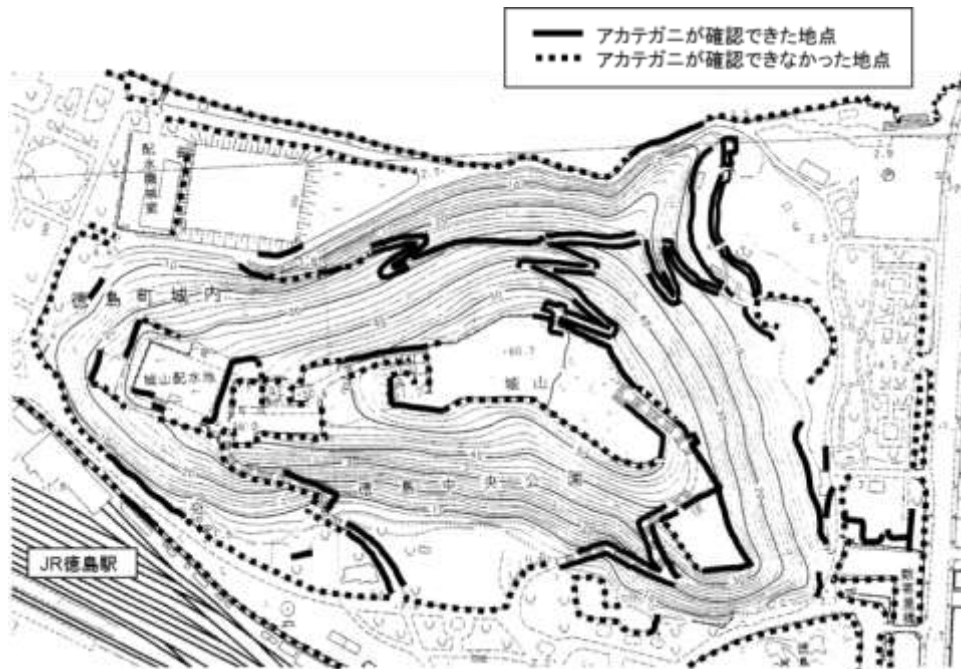


図 3-3. 2009 年 5 月下旬における城山を含む公園内のアカテガニの空間利用.
13 時から 16 時に歩道に沿って行った定性的観察を示す.

(1) 平場，水路，森林の微環境とアカテガニの分布

調査区 A (図 3-4) : 都市公園の景観構成要素である，森林，水路，平場 (広場) でのアカテガニの環境利用の概略を把握するために，東斜面森林内の林床，歩道沿いに設置された空石積みの石垣，斜面麓に接続する人工水路，平場に調査区を設定した．斜面森林と水路の間にはシャガ (*Iris japonica*) 等の草本が植栽されている．水路幅は約 1m で，底面はモルタル，側面は高さ約 40cm のコンクリートブロックとなっている．水路の大部分は上を覆うものがなく開空状態であるが，一部はホルトノキやヤブツバキ (*Camellia japonica*) 等の木本，また，木道で遮蔽されている．水路にはポンプアップされた水が供給され，助任川とは接続していない．また，水路の水深は 2cm ほどで流速は遅い．平場は裸地となっていて，単木の植栽以外に日光を遮る物はない．

1m (幅) × 10m (長さ) のコドラートを，水路との垂線に直角になるよう設置した (図 3-4)．コドラートサイズは，歩道脇の石垣の高さが 1m しかないという制約がある中で，行動力の大きいアカテガニの発見数を増やせるように決定した．比高 10m から比高 50m までは，10m 間隔で林床と石垣に 1カ所ずつ設置した (計 10 個)．比高 0m の林縁部石垣，水路内，水路から 10m，20m の平場上には，それぞれ 1つコドラートを置いた．コドラート総数は 14 個となった．

9月 26 日～28 日の 14 時～15 時 30 分，および 9月 23 日，26 日，27 日の 19 時～20 時 30 分の間に，1 回ずつ見回り，それぞれのコドラート内に出現したアカテガニの個体数を数えた．なお，調査の時間帯は，アカテガニは 14 時頃には巣穴で過ごし，19 時頃には採餌を行っているとの報告 (吉田 1961，北見・本間 1981) に基づき設定した．

アカテガニの分布に影響を及ぼす環境因子として，コドラート内の植被率，気温および

湿度、石垣の空隙率を調べた。植被率については、コドラート内に生育する植物を、1.3m以上を木本層、1.3m未満を草本層として区分し、階層別に目視により1回ずつ測定した。植被率調査は10月に行なった。

気温と湿度は、次のように把握した。すなわち、水路および平場それぞれに1ヶ所、城山の樹林内の標高20m、40m地点にそれぞれ1ヶ所、計4ヶ所に、データロガー（ウイジン社製 UIZ3641）を設置した。そして、5月～10月の間、地表から50cmの気温と湿度を30分毎に記録した。

アカテガニの隠れ場となると思われる石垣の空隙について、以下のように把握した。すなわち、コドラート内に1m×4mのサブコドラートを設け、石垣の空隙数と空隙の短径、長径、深さを、金属製巻き尺を用いて計測した。空隙はアカテガニが通れる幅を考慮し、短径1cm以上、長径3cm以上を対象とした。

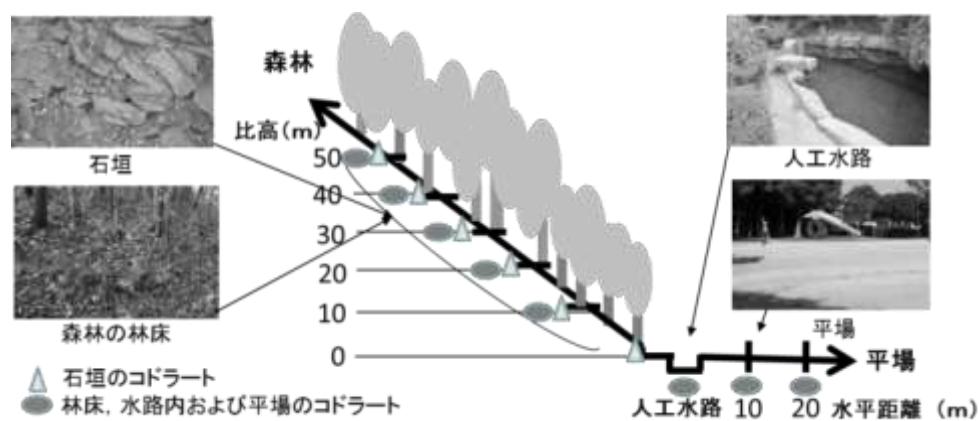


図 3-4. 調査区 A（森林、水路、平場）におけるコドラート設置地点

(2) 水路の物理的構造とアカテガニの分布

調査区 B（図 3-5）：広い部分で約 10m、狭い部分で約 4m の幅を持つ水路で、上流部にある調査区 A に含まれる水路よりも多様な環境を有している。岸はモルタルに四角い石の平面が 1cm ほど突出した練石積みの構造、あるいはモルタルに埋め込まれた敷石の護岸部分と、水路に沿って植栽されたノシラン (*Ophiopogon jaburan*) 等の植生が水路内に 18cm～32cm ほど張り出す部分がある。水路の大部分はカバーのない開空状態であるが、ところどころに修景目的で大きな岩が配置されている。岩の下部と水路底との間には、高さ 9cm～15cm、奥行き 6cm～30cm ほどの空間がある。水路の流速は遅く、底面には泥が薄く堆積し、藻類が繁茂していた。人工水路の横には街灯が設置されているため、19時から20時の調査時に個体数の確認は可能であった。

水路の物理的な構造とアカテガニの分布との関係を検討するために、岸の護岸部分（3ヶ所）、植生部分（3ヶ所）、水路の岩部分（5ヶ所）、開空部分（13ヶ所）に、1m×2mのコドラートを設置した。そして、9月26日～28日の13時～14時と19時～20時の間に、各コドラート内のアカテガニの個体数を全てのコドラートで6回ずつ調べた。植生と

岩の部分の個体数は、双眼鏡を用いて対岸から覗き込むことで確認した。

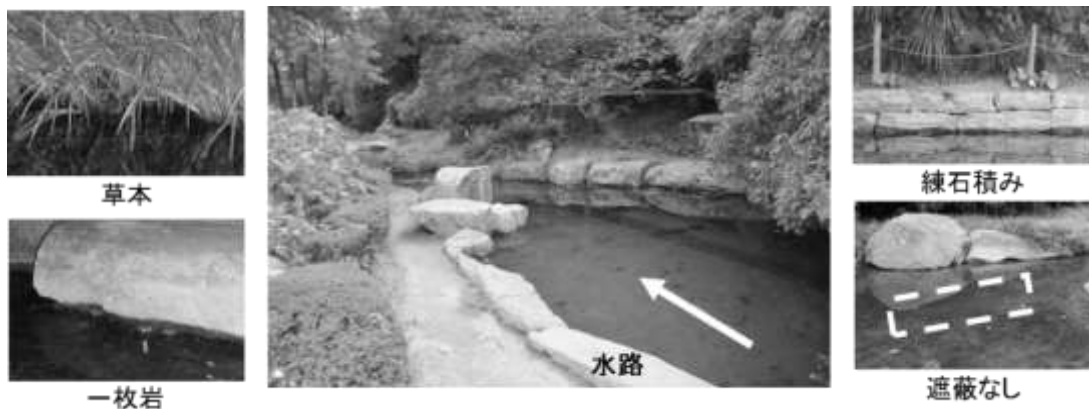


図 3-5. 調査区 B (水路) における調査地点

(3) 河川護岸の物理的構造とアカテガニの分布

調査区 C (図 3-6) : 放仔に利用される助任川汽水域と接する, 城山北斜面下部に設置した. 川岸は高さ 3m ほどの護岸が施されている. 多くは 2000 年頃に新しく護岸されたもので (図 6-A), モルタルに青石 (緑色結晶片岩) を貼り付けて造られた練石積みである. 一部に, 1928 年に護岸された部分が残存している (徳島市 1938). 石や砂利等を詰めた空石積みであり, 空隙にはシダ類, ヤブツバキ, イヌビワ (*Ficus erecta*) 等が生育している. 斜面と助任川との間には 2m ほどの歩道があり, 多くの人の往来がある. 助任川は汽水域となっていて, 満潮前塩分濃度は 3.1%である.

川辺に降りてきたアカテガニは護岸上で待機し, その後, 汀線まで降りて放仔する. 放仔前アカテガニの個体数と護岸形状, 放仔したアカテガニ個体数と護岸形状との関係を把握することを目的とし, 以下の調査を行った. 空石積み護岸および練石積み護岸の前面に, それぞれ 2 台 (計 4 台) のはしごを降ろし, はしご両脇の護岸上に 1m×2m のコドラートを設置した (計 8 個). また, その護岸下前面の汀線を含むよう, 1m×2m のコドラートを設置した (計 8 個). そして, 各々のはしごの途中に調査者 2 名を配置し, 19 時~21 時に 15 分×6 回 (計 90 分), 護岸上のコドラート内で移動もしくは留まっているアカテガニの個体数と, 汀線沿いコドラート内で放仔したアカテガニの個体数を数えた. この時, コドラート内に移入してきた個体は数に加え, 移出した個体が再びコドラート内に進入してきたことが明らかな場合は数に加えなかった. 空石積み護岸, 練石積み護岸それぞれの空隙の深さと, 上方の低木および高木類の植被率を 1 回ずつ測定した.

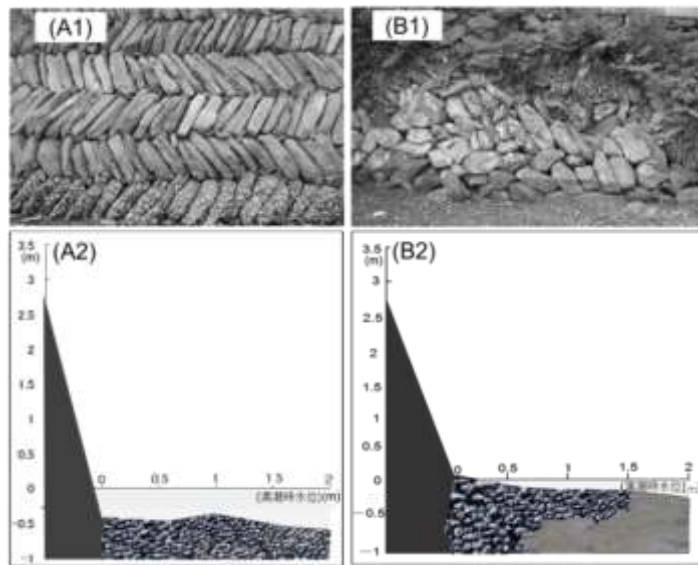


図 3-6. 調査区 C の護岸形状 練石積み護岸 (A1) と断面形状 (A2), および空石積み護岸 (B2) と断面形状 (B2). 図中の縦軸は大潮の満潮時の推移を「0」とした時の水面からの高さを示す.

3. 結果

3. 1 微環境因子とアカテガニの分布との関係

(1) 気温と湿度

調査区 A における気温と湿度の結果を示した (図 3-7). 6 ヶ月間の平均湿度 (mean ± SD) は, 平場では $79.2 \pm 7.4\%$, 森林内では比高 0m で $87.6 \pm 8.3\%$, 比高 20m で $81.9 \pm 7.6\%$, 比高 40m では $82.1 \pm 7.6\%$ であった. 平均湿度は平場で低く森林内で高い傾向がみられ, 比高 0m で最も高かった. 一方, 月平均気温 (mean ± SD) は平場で高く森林内でやや低い傾向があり, 6 ヶ月間の平均気温は平場では $22.5 \pm 6.3^\circ\text{C}$, 森林内では比高 0 m で $21.8 \pm 6.2^\circ\text{C}$, 比高 20 m で $22.0 \pm 6.1^\circ\text{C}$, 比高 40 m では $21.9 \pm 6.0^\circ\text{C}$ であった.

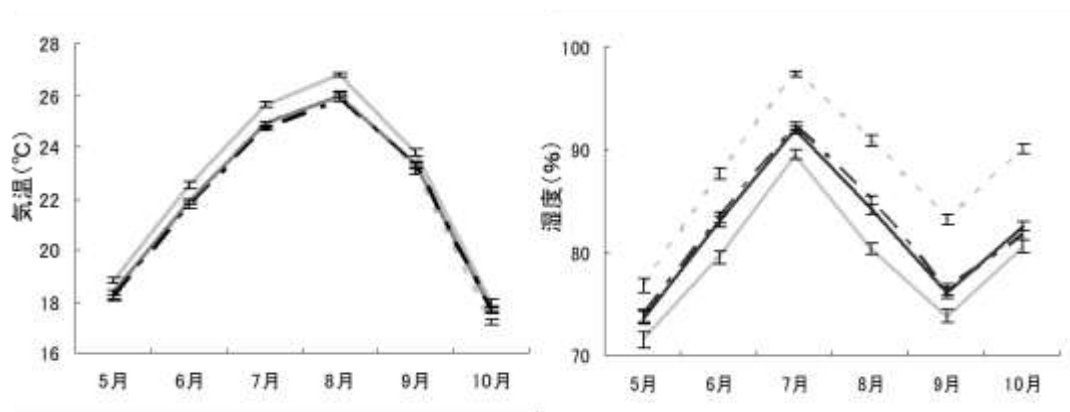


図 3-7 気温と湿度

(2) 植被率

木本層の植被率の平均値は, 平場では 0%, 水路では 65%, 森林では 55%~75%で

あった（表 3-1）. 草本層の植被率の平均値は平場と水路では 0%, 森林では 5%~20% であった. このように, 平場は植生による遮蔽は全くなく, 森林は木本層と草本層の両方によって地表面が遮蔽されている状態であった.

表 3-1 調査区 A の木本層および草本層の植被率

生息場所	平場	水路	森林(比高m)					
			0	10	20	30	40	50
木本層(%)	0	65	65	75	70	65	65	55
草本層(%)	0	0	15	10	10	5	5	20

(3) 森林内の石垣の空隙量

調査区 A の森林内における石垣空隙の平均体積(mean±SD)を比高別に示した(図 3-8). 比高 0 m では $5009 \pm 760 \text{cm}^3$ (n=32), 比高 10 m では $1524 \pm 309 \text{cm}^3$ (n=41), 比高 20 m では $1291 \pm 367 \text{cm}^3$ (n=31), 比高 30 m では $583 \pm 121 \text{cm}^3$ (n=15), 比高 40 m では $2054 \pm 605 \text{cm}^3$ (n=28), 比高 50 m では $1669 \pm 267 \text{cm}^3$ (n=35) であった. 異なる比高のコードラート間で, 有意な差は認められなかった (Steel-Dwass の多重比較検定, $p > 0.05$).

また, 石垣空隙の合計体積は比高 0 m では $160,302 \text{cm}^3$, 比高 10 m では $62,503 \text{cm}^3$, 比高 20 m では $40,050 \text{cm}^3$, 比高 30 m では $8,752 \text{cm}^3$, 比高 40 m では $57,534 \text{cm}^3$, 比高 50 m では $58,449 \text{cm}^3$ であった. 比高 0m で最も大きく, 比高 30m で最も小さい合計体積量を示した.

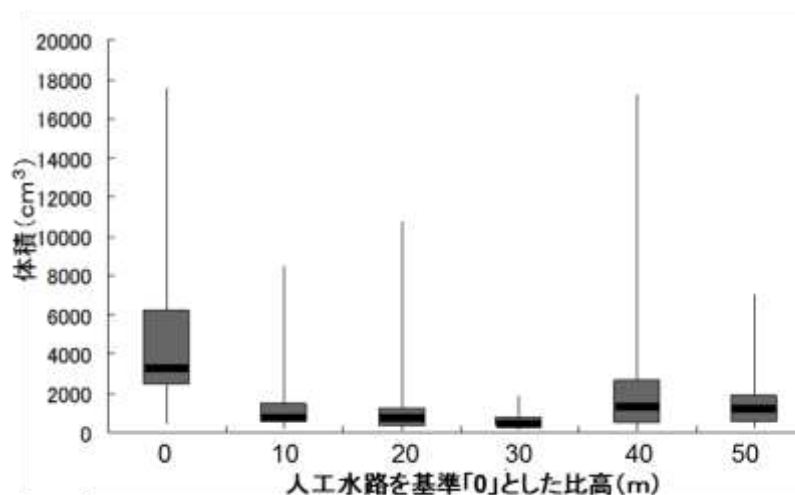


図 3-8 森林内の各比高における石垣空隙の体積
箱の下端, 中央, 上端はそれぞれ 25%タイル, 中央値, 75%タイルを示す. 最大値, 最小値をそれぞれひげの上端, 下端として示した.

(4) アカテガニの個体密度

図 3-9 に, 公園の構成要素である平場, 水路, 森林における, アカテガニの個体密度を

示した。平場ではアカテガニは確認されなかった。水路での平均密度 ($/10\text{m}^2$) は 0.6, 森林では 7.2 であり, 森林での個体密度が高かった (Friedman 検定, $p<0.01$)。

図 3-10 に, 森林内の各比高におけるアカテガニの個体密度を林床と石垣に分けて示した。また, 比変化に伴う個体密度 (林床と石垣の平均個体密度合計) の変化を対数近似し, 図中に示した。森林内では, ほとんどのアカテガニは石垣の隙間で発見された。そして, 個体密度は比高が上昇するに連れて減少した ($r^2=0.99$)。

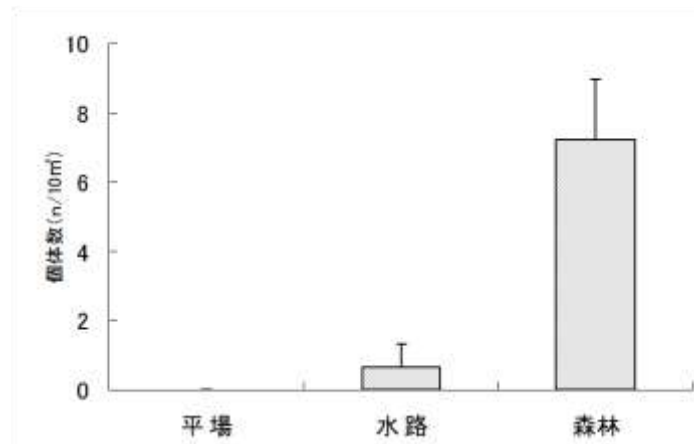


図 3-9 調査区 A (森林, 水路, 平場) におけるアカテガニの空間利用

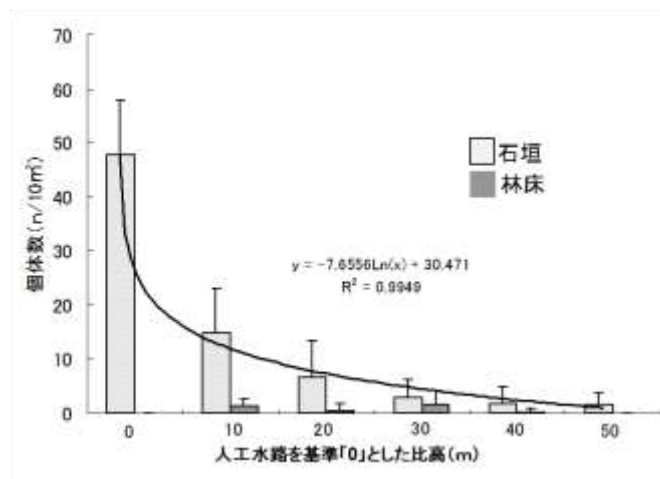


図 3-10 調査区 A の森林内におけるアカテガニの空間利用比高の変化に伴う平均密度の変化を対数近似した結果をあわせて示した。

3. 2 水路の物理的構造とアカテガニの分布

水路内では, 多くのアカテガニが繁茂した藻類を摂食していることが確認された。水路の物理的構造とアカテガニの平均個体密度 ($\text{mean} \pm \text{SD}$, $/2\text{m}^2$) との関係を示した (図 3-11)。岸部では, 草本が生育しているところでのアカテガニの平均個体密度は 3.8 ± 3.6 ($n=6$), 護岸され草本が生育していない場所は 0.1 ± 0.1 ($n=6$) であり, 草本が生育する岸

部で多くのアカテガニが分布していた (Willcoxin 検定, $p < 0.05$)。水路内では, 修景におかれた岩下は 1.8 ± 1.6 ($n=6$), 開空部分では 0.5 ± 0.7 ($n=6$) であり, 岩がある部分に多くの個体数が確認された (Willcoxin 検定, $p < 0.05$)。

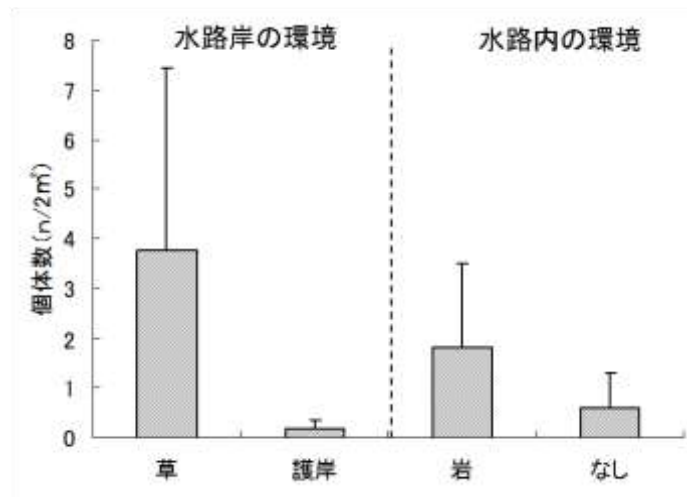


図 3-11 調査区 B の水路岸および水路内における物理環境とアカテガニの個体密度

3. 3 河川護岸の物理的構造とアカテガニの分布

放仔前のアカテガニが待機していた護岸での空隙深さ, 植被率, および個体密度を護岸タイプ別に示した (図 3-12)。護岸の空隙深さ (mean \pm SD) は, 空石積み護岸では 30.9 ± 11.5 cm ($n=73$), 練石積み護岸では 10.8 ± 3.9 cm ($n=81$) であり, 空石積み護岸で有意に深かった (Mann-Whitney U 検定, $p < 0.01$)。

低木・高木による植被率は, 空石積み護岸上では 65%, 練石積み護岸上では 25% であり, 空石積み護岸上で有意に大きかった (Mann-Whitney U 検定, $p < 0.05$)。また, 空石積み護岸では空隙に草本類が生育していたが, 練石積み護岸では見られなかった。

アカテガニの平均個体密度 (mean \pm SD, /2m²) は, 空石積み護岸は 69.5 ± 45.3 ($n=8$), 練石積み護岸では 15.8 ± 20.6 ($n=8$) であり, 空石積み護岸で有意に多かった (図 3-12 C ; Mann-Whitney U 検定, $p < 0.01$)。

放仔を行ったアカテガニの平均個体数 (mean \pm SD, /2m²) は, 空石積み護岸の前は 5 ± 1.8 ($n=8$), 練石積み護岸の前では 1 ± 0.7 ($n=8$) と空石積みで多い傾向があった (Mann-Whitney U 検定, $p=0.07$) (図 3-13)。

また, 通路の通行量は放仔個体が多い 17 時 30 分から 19 時 00 分にかけてピークがみられた (図 3-14)。なかでも, 放仔する移動個体が多い 18 時 30 分から 19 時 00 分にかけては, 30 分あたり 90 回以上の交通量があった。類型別にみると, どの時間帯も歩行とランニングの占める割合が多かった。

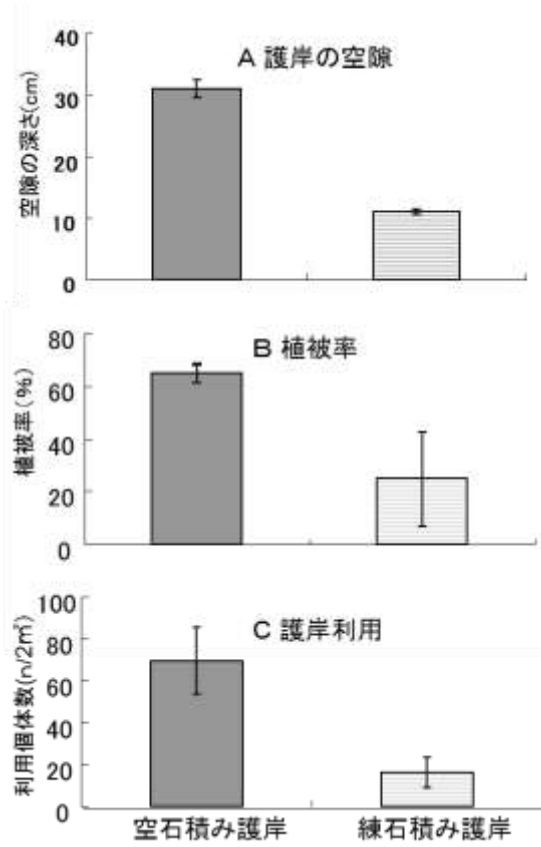


図 3-12 調査区 C の護岸タイプ別の物理環境とアガテガニの個体密度

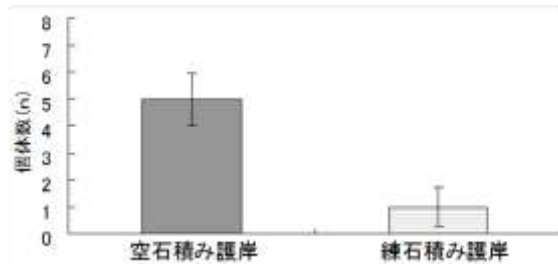


図 3-13 調査区 C の護岸タイプ別の放仔個体数

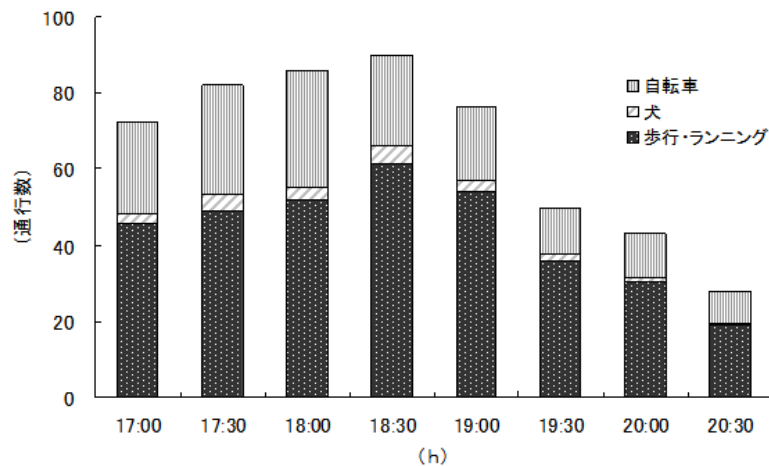


図 3-14 調査区 C の通路における通行量

4. 考察

4. 1 アカテガニにとっての都市公園内の空間価値

都市公園内では、アカテガニは平場を利用することなく、水路および森林を利用していた。橋口・三宅 (1967a) は、ベンケイカニ類の呼吸機能や採餌行動には地表が湿った状態でないと支障をきたすとし、地表が湿った時に出現個体が多くなると報告している。発達した木本層を持つことで湿度を高く保ち、気温を低減する森林の存在は、湿度の低下によって呼吸機能と活動量が低下するアカテガニにとって不可欠なものだといえる。中でも比高 0m 付近の林縁の湿度は、常に他よりも高く保たれていた。そして、利用するアカテガニの個体数が最も多かった。吉田 (1961) によると、アカテガニと類似種のベンケイガニでは、湿度が 80%以上あれば晴れの日でも活動が急激に低下することはないと述べている。比高 0m 付近ではアカテガニの活動期である 5 月～9 月の平均湿度が 80%以上であることから、アカテガニの活動量に及ぼす影響が最も少ない空間であるといえる。このことは林縁に沿って作られた人工水路が、水分供給の場としての機能を持っていることを示唆している。

森林内では、アカテガニは石垣に偏在していた。アカテガニは、丘陵地の崖や急な斜面に穴を掘って潜むとされる (吉田 1961, 橋口・三宅 1967b, 北見・本間 1981, 小野 1995)。実際、冬季に補足的に行った観察では石垣内にアカテガニを発見することはできず、地中で越冬していると思われる。夏季の活動期には、アカテガニは地表面に現れ、摂食行動と休息を繰り返す。橋口・三宅 (1967b) によると、活動期のアカテガニは自己の巣穴を持つことが少なく、雑草や石の下等にかくれ場としているとされる。城山では、空隙構造が安定的に維持される石垣が捕食者から逃れるためのシェルターとして機能し、主な休息場として利用されると考えられる。なお、アカテガニは雑食性で、植物や小形の節足動物の死骸などを食べることが知られている (桜井・小池 1987, 日高 2009, 伊藤ほか 2011)。

森林内の比高 0m の湿度を除けば、湿度や気温にも差がなく、また、比高 10m, 20m,

と 40m, 50m 地点ではシェルターとなる石垣の空隙体積に大きな差はみられない。比高 30m ではサンプル数, 合計体積量ともに最も少なかったものの, 個体数は比高の上昇とともに対数的に減少した (図 3-8)。このことは, 水辺からの距離が, アカテガニの空間利用を決定づける大きな要因であることを示唆している。林縁部にあたる比高 0m 付近は, 石垣空隙の合計体積量が最も大きく, 水分補給に不可欠な水路に近く湿度も高い。そのため, アカテガニにとって, 最も利用価値の高い空間であると思われる。一方, シェルターとして機能する植生や構造物がなく, 乾燥している平場は生息場としての価値を有していないといえよう。

4. 2 アカテガニからみた親水性

(1) 人工水路

公園内の水路は, 主に公園利用者にとっての親水性を高めるためにつくられたものであるが, 上述のように, それはアカテガニに水分を供給する上で重要な機能を有している。また, 水路内に繁茂した藻類を盛んに摂食することも私たちの調査によって確認されており, 採食場所としての機能ももつ。では, アカテガニにとっての利用価値をさらに向上させるための水路の構造はどういうものだろうか。

水路内のアカテガニは, 岸から張り出したノシランの葉の下や岩の下を選択的に利用し, 水路底に生育する藻類を摂食していた。一方, 練石積み護岸や上部が遮蔽されていない水路の開空部分はほとんど利用していなかった。ノシランも岩も修景目的に植栽・設置されたものであるが, それらは摂食行動時に無防備となるアカテガニがカラス等の捕食者から逃れるためのシェルターとしての機能を提供しているとみることができる。

(2) 河川護岸

放仔調査場所と林縁は, 通路と護岸を挟んで汽水域に接続している。水際に降りてきたアカテガニは, 潮が満ちて放仔を始められるようになるまでの間, 岸辺で待機する必要がある。そのような状態のアカテガニは, 練石積み護岸より空石積み護岸で多くみられた。空石積み護岸の空隙の深さが 30cm と深く, 草本類が生育していること, そして, 上方が低木層・高木層に覆われていることが, 放仔のタイミングを待つアカテガニに, カラス等の捕食者から逃れるための隠れ場所を提供することになっているのであろう。しかし, 空石積み護岸は 80m ほどで, 北斜面側だけに約 2 割が残存しているにすぎない, 空石積み護岸が存在することで植生の生育を許容し, アカテガニが利用できる放仔場所となると考えられる。

放仔個体については, 観察数の少なさから有意な差はみられなかったものの, 空石積み護岸の前で放仔する個体が多い傾向があった。アカテガニは, 大潮満潮後の潮が引き始めた頃, 水際に波に腹を打ち付けるようにして放仔を行う (小野 1995, 三枝 1979)。その際, アカテガニは波にさらわれないよう川底に体を固定する必要がある, また, 潮が引くのにあわせて前進しなければならない。近年の河川改修で作られた練石積み護岸の前面には蛇籠に入れられた礫で低水護岸が施され, その上面は満潮時には 50cm ほど水没する構

造となっている（図 3-6-A2）。このような構造を持つ川岸は、アカテガニの放仔には不適となる。一方、1928年に作られた空石積み護岸の前には20m²程の干潟が残されており、その上端は満潮時の水面とほぼ一致している（図 3-6-B2）。このような構造を持つ川岸でなければ、アカテガニは放仔場所として利用することは困難であろう。アカテガニの放仔に適した川岸の大部分は、練石積み護岸への改修工事の際に消失したと考えられる。練石積み護岸は、「生態系に配慮した親水護岸、高水敷整正等」を目的とする、土木環境共生（リバーフロント）事業等の一環として施されたものである。徳島県の産物である青石（緑色片岩）がふんだんに使用されることで美しく仕上げられ、人にとっての親水性は高められている。しかし、アカテガニが捕食者から受けるリスクを軽減させ、同時に安全に放仔を行う環境というアカテガニにとっての“親水性”は奪われる結果となっているといわざるを得ない。

4. 3 森林と汽水域との接続性

都市公園に生息するアカテガニの保全を考える場合、森林と汽水域のエコトーンにある護岸は練石積みから空石積みに変更して適度な深さをもった空隙をつくること、現在の通路に山際から水辺にアカテガニが通り抜けることができる工夫をすることが必要であると考えられる。その際、人の通路利用のピークが放仔時間帯と重なることから、①人の通行を妨げないこと、②アカテガニの通路の横断を妨げないこと、の両方を満足させる方法が最良と推察される。このような課題を解決する方法として、通路上にアンダーパスの設置が期待できる。都市公園では、景観の美しさや管理のしやすさ、耐久性、安全性といった人の視点からみた利点を追求する管理が行われることが多い。しかし、人工的であっても、かくれ場や住み処として利用できる余地がある構造物の存在が、都市公園が生物多様性を維持するために重要である(杉山 1995)。加えて、まとまった面積の森林を保全していくことが、都市公園での生物多様性の保持にかかせない。

第4章 アカテガニを用いた環境学習

1. 目的

第1章では、徳島中央公園に生育する樹林の自然性が高いこと、林冠形成樹ホルトノキに枯死が生じていることが示された。第2章では、都市公園に存在する樹林や石垣の現状認識は低い、反面、高い保全意識が明らかとなった。第3章では、アカテガニの生息環境には森林の機能を保った樹林の必要性和空石積み石垣や護岸、水路等の構造物の役割が確認された。つまり、文化財の樹林と石垣が、アカテガニのハビタットとして重要な役割を果たしていた。以上のことから、本章では市民に都市公園への関心を高める方法として、本研究対象地に生息する生物を活用するのが効果的であり、また、直接体験することでハビタットとなる環境との関連性を理解できると考えられる。そこで、第3章で得られた結果を踏まえてアカテガニをツールとした環境学習を試行した。アカテガニをツールとして用いることで、アカテガニと樹林や川との関係、また、人工水路や石垣がアカテガニの生息に果たす役割を知ってもらうきっかけとする。さらに、市民がアカテガニへの関心を深めることをとおして都市公園の自然と構造物の現状を理解し、その価値に気づく仕掛けとしての環境学習を試行することを目的とする。

2. 方法

アカテガニをツールとした学習は、①小学生を対象とした「アカテガニを用いた環境学習」、②ツリーイング体験とアカテガニの自然観察を組み合わせた「自然体験活動ツリーイング」として、各1回実施した。徳島中央公園の分離丘陵は市民から「城山」という名前で親しまれていることから、ここでは「城山」という言葉を用いる。

2.1 アカテガニの概要

アカテガニの成体は放仔時を除き森林など陸域を利用するが、湿度の低下により呼吸機能と活動量が低下することから、長期にわたり水がない環境で生息することは難しい(橋口・三宅 1967)。また、放仔は汽水域や海岸で行われ、水域に放たれたゾエア幼生は約1ヶ月間水中で生活し、その後稚ガニに成長して上陸するといった生活史をもっている(北見 1981)。そのため、アカテガニ個体群を維持するには、陸域と水域の連続性があり、陸地では森林や石垣、水路といった生息環境が必要となる。

アカテガニの活動は、16℃以上の日平均気温が必要であることやアカテガニの放仔が7月から9月であることから稚ガニや親ガニ、放仔前の抱卵した親ガニなど様々な成長段階のアカテガニが観察できることを考慮して環境学習の実施日を決定した。

2.2 対象者および実施者の概要

(1) アカテガニを用いた環境学習

1) 対象者の概要

実施対象校は、徳島中央公園の西に隣接する内町小学校の総合学習の時間に行った。実施日時は、2008年7月3日9時45分から11時15分であった。小学4年生19名に対して行った。協力者として、小学校から担任1名、副教頭1名が参加した。内町小学校は「城山に遊び、城山に学び、城山に鍛える」という合言葉のもと、城山に登山する城山朝会を年間5回行うなど城山とは馴染みが深い学校である。しかし、朝会以外で城山を利用することは少なく、徳島中央公園で総合学習をおこなうのは今回が初めてである。児童数は161名（2008年5月現在）であり、うち4年生は20名である。助任川と新町川に挟まれた徳島市の中心に立地するひょうたん島（白線内）を校区としている（図4-1）。



内町小学校の校区

内町小学校

年5回城山朝会
合い言葉：「城山に遊び、城山に学び、城山に鍛える」
城山とは馴染みが深い

図4-1 内町小学校の概要（白線内は校区を示す）

2) 実施者の概要

環境学習プログラムの実施者は、大学教授1名、大学院生（NACS-J 自然観察指導員）1名、大学生スタッフ1名、ビオトープ管理者1名であった。役割分担は、大学教授をプログラム全体の統括者、大学院生を講師、大学生スタッフ教材準備担当、ビオトープ管理者を写真記録担当とした。また、担任と副教頭に安全管理を依頼した。企画、プログラム立案、実施、取りまとめの各段階で小学校担任と大学院生との協議が行われた。

(2) 自然体験活動ツリーイング

1) 対象者の概要

実施対象者は、チラシを用いて県民から募集した。チラシは徳島市内の小学校に配布し、参加申し込みのあった児童とその親子24名に対して行った。実施日時は、2013年7月13日9時30分から12時40分であった。

2) 実施者の概要

ツリーイングの資格を持ったインストラクター1名，NACS-J 自然観察指導員1名，大学教授1名，市民団体8名であった。役割分担は，インストラクター1名と自然観察指導員1名を講師，市民団体8名を安全管理や写真記録担当，大学教授をプログラム全体の統括者とした。また，ツリーイングの準備はインストラクター1名，アカテガニの自然観察の準備は，自然観察指導員が担当した。実施中はそれぞれ市民団体が3名ずつ安全管理を担当した。

実施場所間の時間調整，全体の進行や管理には市民団体2名が担当した。企画，プログラム立案，実施，取りまとめの各段階でスタッフ間の協議が行われた。

3. 結果

3. 1 アカテガニを用いた環境学習の試行

環境学習プログラムは，2008年7月3日9時50分から11時20分に試行し，実施時間は90分間であった。

(1) 試行場所の概要

徳島中央公園東側バラ園横の広場で行った。学習区域は赤破線内とし，エリアAとエリアBでアカテガニの捕獲を試みた(図4-2)。エリアAは森が近接し，石垣と水が流れる水路，水路をまたぐ木道がある。エリアBは森に近接しておらず，石垣，水路はなく，木々がまばらに植栽されている。

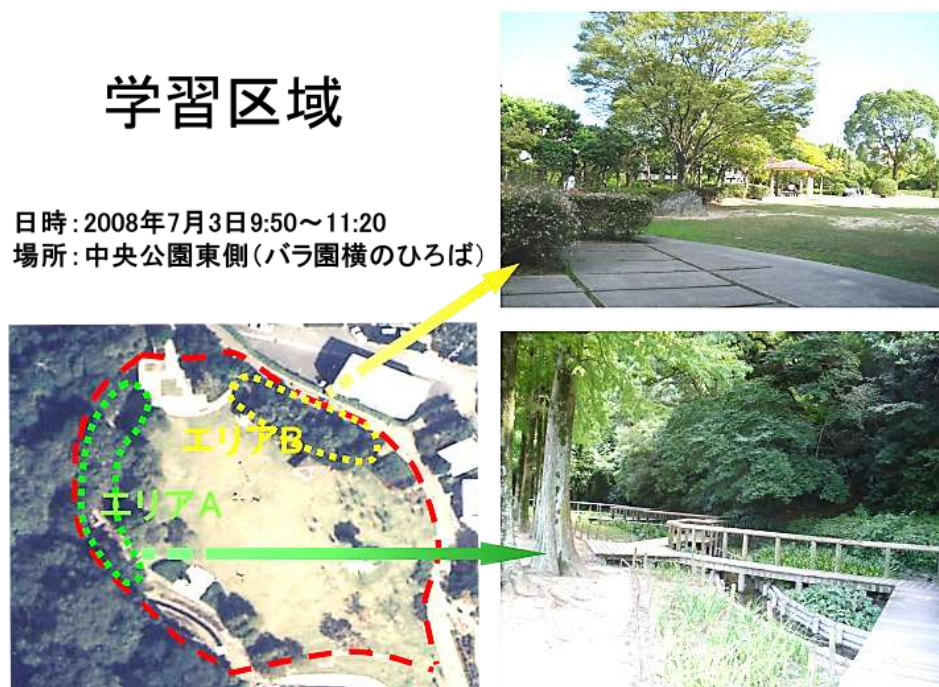


図 4-2 アカテガニを用いた環境学習およびアカテガニの自然観察の試行場所の概要

(2) プログラムの概要

まず、導入に環境学習の説明と自己紹介を行った。その後、STEP 1から STEP 5の順に行った(図 4-3)。STEP 1は「気づく」としてエリア A で思い思いにアカテガニの捕獲を体験した。STEP 2「つかむ」はアカテガニがいた場所を児童同士で話し合った。STEP 3「深める」では、エリア B で捕獲を体験した。STEP 4「広げる」では、アカテガニの体のつくりや住む場所、森とのつながりについて学習した。STEP 5「ふりかえり」では、環境学習をとおしてわかったことのまとめを行った。

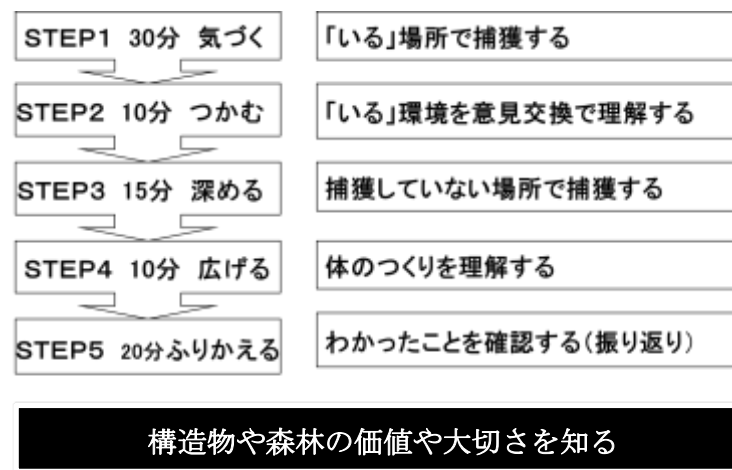


図 4-3 アカテガニを用いた環境学習の概要

3. 2 自然体験活動ツリーイングの試行

環境学習は、2013年7月13日9時30分から12時40分に試行し、実施時間は190分であった。実施には、参加者を2班にグループ分けし、それぞれホルトノキグループ、アカテガニグループとした。各グループでツリーイング体験とアカテガニ観察の時間を区別して実施した。以下に実施場所とプログラムの概要を示す。

(1) 試行場所の概要

徳島中央公園西側では、ツリーイングを体験し、バラ園横の広場でアカテガニの自然観察を行った。ツリーイングは中央公園西側のテニスコート南側(図 4-4 赤破線内)、アカテガニの自然観察は公園東側の広場で行った(図 4-2)。徳島中央公園西側では、緩斜面に樹高10m以上の落葉広葉樹の大径木がまばらに生育している(図 4-4)。東側のバラ園横の広場は、アカテガニによる環境学習区域と同じくエリア A とエリア B の区域で行った。エリア A は森が近接し、石垣や水が流れる水路や水路をまたぐ木道がある。エリア B は水路や石垣、森はなく、木々がまばらに植栽されている。



図 4-4 自然体験活動ツリーイング（左）およびアカテガニの自然観察（右）の試行場所の概要

（2）プログラムの概要

1) まず、導入に自然体験活動ツリーイングの全体説明と自己紹介を行い、準備体操を行った。この後、前半でツリーイングを体験するホルトノキグループ、アカテガニの自然観察に参加するアカテガニグループの2班に分かれた。グループは前半・後半で交代して違うプログラムを体験した。実施時間は、ツリーイング体験、アカテガニの自然観察をそれぞれ前半・後半に60分間おこなった。

全体のプログラムは以下であった。（カッコ内）はアカテガニの自然観察を前半で行ったグループの体験順序である。

- 9:30～9:40 自然体験活動ツリーイングの全体説明と注意事項
- 9:40～9:50 移動
- 9:50～10:50 ホルトノキ（アカテガニ）
- 10:50～11:00 移動
- 11:00～12:00 アカテガニ（ホルトノキ）
- 12:00～12:10 移動
- 12:10～12:40 自然体験活動ツリーイングの全体のふりかえり

2) 自然体験活動ツリーイングのプログラムでは、ツリーイング体験とアカテガニの自然観察は、各グループで60分間ずつ試行した（図4-5）。

ツリーイング体験では、あらかじめ準備したロープとハーネス等のツリーイング専用器具の扱い方の指導を受け、各自で木登りを体験した。次に、樹木や森の景観について学んだ。

一方、アカテガニの自然観察は、60分間で先のアカテガニを用いた環境学習プログラムと同じ要領で実施した。

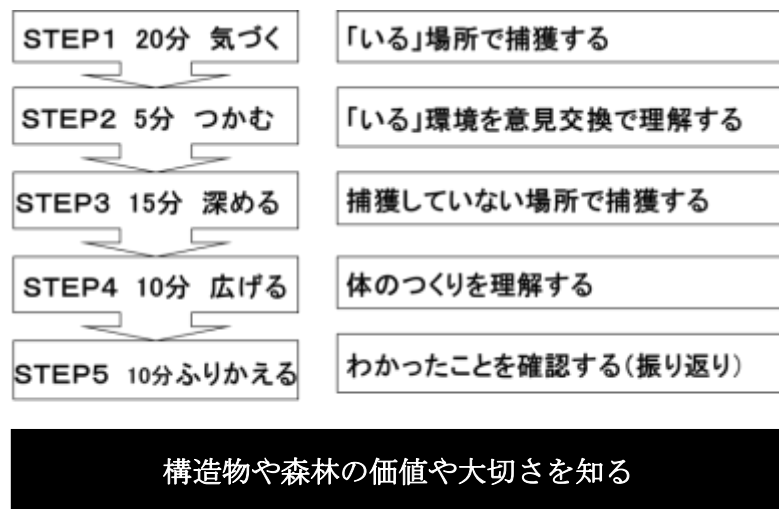


図 4-5 アカテガニの自然観察の概要

3. 3 プログラムの内容および児童の反応

(1) アカテガニを用いた環境学習

(i) STEP 1 「気づく」; 「いる」場所で捕獲する

エリア A で 30 分間、自由にアカテガニを捕獲することで、児童 1 人 1 人のカニに対する関心を観察し把握した (図 4-2)。まっすぐほぼ全員の児童が水路に向かって行き捕獲を行った。中には、アカテガニが石垣の空隙や杭の間にいることを既に知っていた児童がいた。カニの捕獲が上手な児童を中心にすぐに、ほぼ全員が夢中になっていた。小枝を道具にして、巣穴のカニを誘い出して捕獲する方法を考え実践する児童。それをまねて試してみる友達。この様子から、日頃からアカテガニに接している児童がいることがわかった。そのほか、夢中になり、靴をぬらしてしまった児童がいた。最初は、アカテガニに躊躇していた児童にもカニの生息域を的確に把握している行動がみられた。

(ii) STEP 2 「つかむ」; 「いる」環境を意見交換で理解する

アカテガニを見つけたところや捕まえた場所の環境を児童が発表した。友達の見聞を聞くことで自分とは違った場所にもいることを理解した。特に、水辺を探す児童が多かったが石垣や木道の下にも隠れていることを知った児童がみられた。

(iii) STEP 3 「深める」; 捕獲していない場所で捕獲する

エリア B で 15 分間、アカテガニを探す体験をした (図 4-2)。アカテガニを見つけた児童はいなかった。アカテガニが見つからなかった理由を「水がないから」、「隠れるところがないから」という意見が出た。アカテガニがいるところといない場所の違いは、エリア A とエリア B の環境の違いである水と隠れ場所の有無を理解していた。

(iv) STEP 4 「広げる」; 体のつくりを理解する

アカテガニの体のつくりやオスメスの見分け方、抱卵と卵について、観察しながら知識

を広げた。

(v) STEP 5 「ふりかえり」; わかったことを確認する

城山に生息するアカテガニについて環境学習の体験をとおしてわかったことを全員で振り返った。最後に、「アカテガニが住むためには何が必要?」との問いかけにすかさず「森」との発言があり、アカテガニの生息には、湿度保持、隠れ場所の提供、エサの確保などで森が大切な役割を担っていることを児童は体験を通じて理解していた。

(2) 自然体験活動ツリーイング

1) ツリーイング体験

参加した親子にツリーイングの体験をとおして、樹木や森に関心をもち、自然の中で活動することの楽しさを知ってもらうことに主眼をおいた体験であった。

(i) 自由な体験に基づいた気づき

プログラムでは参加者の自由な発想に基づく体験を重んじた。参加者の自然への興味を満足させるため樹上からの森の様子や樹幹、枝、葉の様子を思い思いに観察した。参加者は特に樹上からの森の景観に関心を示し、自由な体験に基づいた気づきを得た。

(ii) 広げる

さらに、樹木を題材にしたゲームを通じて、木の種類によって葉っぱの形が違うことなどの知識を広げた。

2) アカテガニの自然観察

(i) STEP 1 「気づく」; 「いる」場所で捕獲する

エリア A で 20 分間、自由にアカテガニを捕獲することで、児童 1 人 1 人のカニに対する関心を観察し把握した (図 4-5)。子供自身で気づくことを優先するため、父兄には子供たちに教えないで見守ってもらった。ほぼ全員の児童が水路で捕獲を体験した。

(ii) STEP 2 「つかむ」; 「いる」環境を意見交換で理解する

アカテガニを見つけたところや捕まえた場所の環境を児童に発表してもらった。ほとんどの子供が水辺を探していたが、石垣や木道の下で捕まえた子供も見受けられた。

(iii) STEP 3 「深める」; 捕獲していない場所で捕獲する

エリア B で 15 分間、アカテガニを探す体験をした。アカテガニを見つけた児童はいなかった。アカテガニが見つからなかった理由を「暑いから」と思っている子供の発言があった。アカテガニがいるところといない場所の違いは、暑さと考えていた。

(iv) STEP 4 「広げる」; 体のつくりを理解する

アカテガニの体のつくりやオスメスの見分け方、抱卵と卵について、観察しながら知識を広げた。

(v) STEP 5 「ふりかえり」; わかったことを確認する

城山に生息するアカテガニの自然観察をとおしてわかったことを全員で振り返った。最後に、「アカテガニが住むためには森や水路、石垣があることが大切」なことを親子で共有した。この時、水路とアカテガニの関係に気付く発言はみられたが、森や石垣とアカテ

ガニの関係や森がアカテガニの住みかとして大切なことを知る子どもはいなかった。一緒にいたおとなからの発言もなかった。森は湿度が日向より高く気温が低いこと、エサがあること、また森や石垣には隠れ場所があること、などを理解し、アカテガニが生きていくには森と構造物が大切な役割を担っていることの知識を得た。

4. 考察

4. 1 環境学習の効果

(1) アカテガニへの関心

まず、生きものと触れ合うことが苦手であった児童4人の感想文からアカテガニへの関心が深まったことが効果として示唆される。環境学習の前には「触れない」、「カニなど触りたくない」「カニのことはぜんぜん知らなかった」「たくさんいる場所が分らなかった」児童が、環境学習で友達と捕まえる体験をすることで、アカテガニについて「もっと知りたい」「自分で調べてみたい」という気持ちに変化していた(表4-1)。

表4-1 児童の感想文(一部抜粋)

学習前	学習中		学習後
	体験	感じたこと	
触れない	触れない。橋の下などの隠れやすい所や水辺にいるのが分かった	びっくりした。歯がないのに食べれるのがふしぎ	また、いろいろなことを教えてください
カニなど触りたくないと思っていた	真っ赤のカニとちょっと赤いカニがいた。脱皮したすぐのカニを触った	柔らかくてびっくりした	また、教えてください
カニのことはぜんぜん分らなかった	いっぱい分かった	まだ、わからないことがいっぱいある	もっと自分で調べよう
たくさんいる場所が分らなかった	石のあいだにいっぱいいると分かった		夜になると何をしているか調べたい

また、環境学習プログラムでは、これまでの経験であっても意識して行動する、あるいは行動をふり返ってみるなどの気づく仕掛けを工夫することで、既知の体験を再確認し、「いない」場所を予測することができるようになると考えられる。気づく仕掛けによって、いっそう学習効果を大きくする効果があると推察される。さらに、アカテガニの捕獲が得意な児童を見習う模倣行動が友達間でみられ、アカテガニとふれあう経験の少ない児童が経験の多い児童の行動を見て、まねる行動がみられた。このような行動は環境学習ではごく自然にみられる。このように、友達と一緒にアカテガニを探す体験をすることでアカテガニへの関心が深まったと推察される。環境学習には児童が関心や興味をもつ対象を選択

することで児童の夢中を引出し、夢中になることで楽しさを誘発させる相乗効果が期待できる。そして、楽しいは自発的な興味からの次の学びを生じさせると考えられる。環境学習でアカテガニを探すことを通じて人工水路と石垣などの構造物とアカテガニの関係や森とアカテガニの関係についての理解が増したと考えられる。

(2) アカテガニにとっての森、水路、石垣の価値への気づき

また、一生のほとんどを森で過ごし、森林の湿度保持機能が生息環境に必要なアカテガニにとって森は大切であることが、今回の環境学習で伝えたいことのひとつであった。こちらからの「アカテガニが住むためには何が必要？」との問いかけにすかさず“森”との児童の声があった。また、アカテガニが実際に石垣の空隙に隠れていたのを見つける体験を多くの児童がしていた。このことは児童自らがカニとの遊び体験から生息環境について学び、気づいていることを示唆している。活字から知識として学ぶのも学習のひとつではあるが、日常の遊びをとおした体験からも非常にたくさんを学んでいることが明らかとなった。

アカテガニの生息できる場所を保全するには、樹林を守り、水路や石垣の構造物を守る必要があることを児童は環境学習から体験によって気づき、学ぶことができた。

(3) ツリーイング体験による樹林への気づき

木に登るというツリーイングを通じて自然の中で活動するおもしろさに関心を持った参加者は、木に触れる体験をすることで、樹木に関心をもち、そこから森の大切さを学んだと考えられる。子供を対象とした環境学習を実施するには、まず、遊び感覚のおもしろさを通して興味と関心を引き出すことが大切である。

ツリーイングの参加者は、アカテガニへの関心から活動に参加したのではなく、ツリーイングが参加する主目的であったと考えられる。このため、アカテガニの自然観察は補足的な位置づけであったと推測される。しかし、アンケートでは、木に登るという楽しみとアカテガニのことを知るといふ二つの活動に、楽しかったとの感想がほとんどであった。

4. 2 環境学習の有効性

生息生物を利用した環境学習では、参加する以前には生きものに対しての関心が低くても、ふれあうことで自然への関心を向上させることが示された。生息生物に馴染む取組で都市公園への興味を増し、市民に様々な生きものが生息する都市公園の環境の大切さを啓発できると考えられる。このような生物多様性の認知を向上させるツールとしてアカテガニは十分に有効なツールである。また、アカテガニの生息には樹林と空積み石垣の両方の保全が必要であることを、市民に伝えられる可能性が今回の環境学習で検証できたことが最も大きな意義であった。すなわち、アカテガニを守りたい市民には、樹林と空積み石垣の両方の大切さが理解され、意識に浸透していくことが期待できる。

さらに、ツリーイング体験とアカテガニ観察を同日に開催したことで、ツリーイングによる樹木への関心もあわせて理解を促すことができた。加えて、都市公園に住むアカテガニにとって、樹林の存在と石垣が大切であることを学ぶことができた。また、参加者から

は木登りの楽しさ、樹上から見える景色に関心をもつことに加えてアカテガニについて関心を示す市民がみられた。

アカテガニを用いた環境学習をおこなった4年生担任教師の感想である。①家で自然について報道しているテレビ番組に興味を示さなかった子どもが、自然についてのテレビを見るようになったとの母親からの話が聞けた、②環境学習を行った公園は校区内であり、よく行く場所だが、アカテガニについての情報が得られたのでこれからの指導に使っていききたい、③アカテガニに触ることができない児童から、面白かったとの話が聞かれた、④学校でも児童ごとに朝顔の鉢を育てているが、積極的に水やりをするようになった。などアカテガニを用いた環境学習によって、児童の自然への関心が高まったことを示唆する意見が聞かれた。

4. 2 今後の方向性

今回の活動を踏まえて、環境学習の題材は地域の特色と資源を活かすこと、また、その際には体験型の環境学習にすること、自由に活動できる時間を組み込むこと、などから市民が自発的に学べるようなプログラムを提供する必要があると考えられる。

環境学習は、目的とする活動をとおして周囲の環境にまで関心や理解が増すことが効果の一つとしてあげられる。自然に関する知識や環境問題の解決を含めた「自然との関係」についての理解を促す取り組みである(星野・金子 2011)。したがって、都市公園でおこなう環境学習には、樹木や森林、生息生育する生物についての理解をすすめる可能性がある。さらに、環境学習にどの石仏を用いるか選択を工夫することで多様なかわり方ができると考えられる。今回は、アカテガニを選択することで、構造物の重要性も理解できるプログラムであった。

都市公園を使つての環境学習には、都市公園の歴史や現状に知見を持った実施者によって行われること、や専門家の助言を得て行われることが望ましいと思われる。都市公園の環境は、①「自然環境と社会環境が作用して維持されている場所であり、市民が自然の中で活動できる身近な場所であること、人間活動による関わりが特に大きく、その影響を最も受けやすい場所」であること。一方、都市公園で環境学習を行っていくうえでの人の条件は、②「多くの市民が参加しやすく様々な知見をもつ人々の協力を得られること。都市公園に関心と知識があり、コミュニケーション力(働きかける技術・思考力・判断力)をもつ」実施者によって環境学習を実施していくことが可能であることなどがあげられる(高橋 2011)(図4-6)。①、②をうまく調整することで、市民に都市公園の環境を活用した生物多様性の啓発の活発化がなされることを期待したい。生物多様性を知ってもらえる場としての機能を都市公園で発揮させることで、持続可能な社会の構築が期待できる空間となることが期待される。

今回のように、環境学習に用いる対象を複数(ツリーイングとアカテガニ)にしたプログラムを準備することで、幅広い市民の参加が見込め、さらに大きな効果が生じる可能性がある。さらに、利用を増加させるにはアカテガニを環境アイコンとして広報する取り組

みも効果があるのではないだろうか。

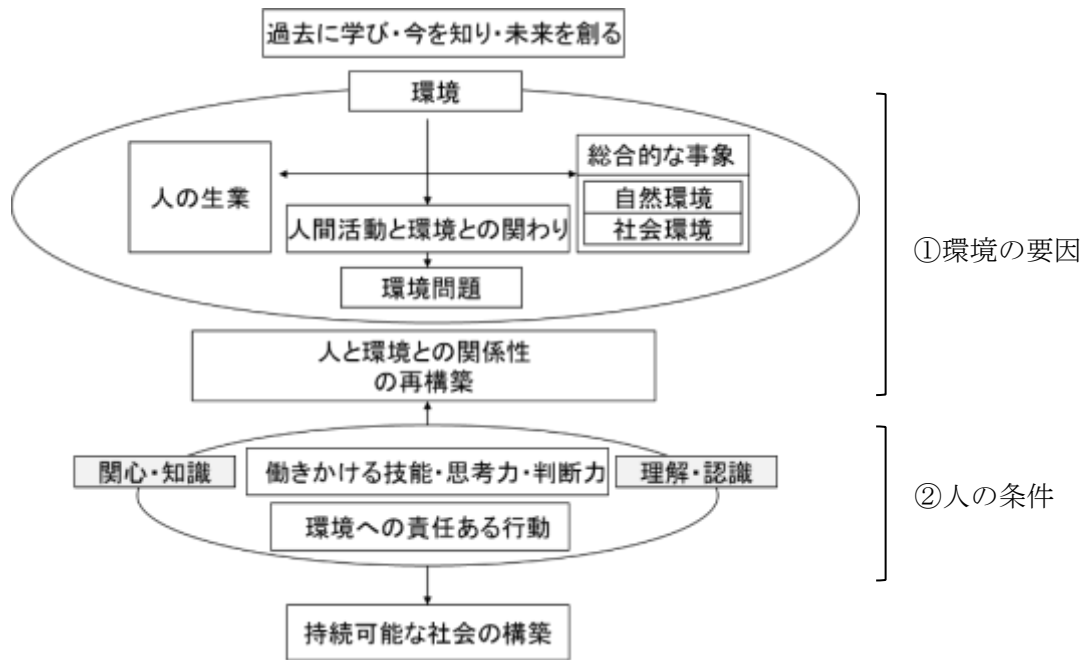


図 4-6 都市公園における環境学習

第5章 総合考察

本章では、第1章から第4章の研究結果を踏まえ、以下の3点について記述する。第1に、本研究で得られた成果とその結果明らかになった都市公園で生物多様性の取組を行う上での課題についてまとめる。第2に、自然緑地の保全をおこなうための課題をまとめる。その中で、本研究対象地での生態学的価値と社会的価値や生物多様性を発揮させる場としての都市公園の価値を、第1章、第2章、第3章から検討する。第3に、第1章から第4章で明らかになったことを踏まえて、管理者が行うべき都市公園の生物多様性の社会化に向けた提案をおこなう（図5-1参照）。



図 5-1 総合考察の流れ

1. 本研究で得られた成果と今後の課題

本研究では、近世城趾に由来した都市公園について生態的・社会的評価を行った。その中で、都市公園を利活用しつつ生物多様性の主流化に向けたデザインのあり方を計画論から検討した。

第1章では、事例対象地である都市公園に存在する自然資本についての調査をまとめた。①まず、群落組成調査、毎木調査、環境調査の結果から、植生と樹林構造を把握し、過去の植生図と調査データをGISで解析し、植生の変化を示した(図1-12)。これらの結果と環境調査から立地特性による環境要因を分類し、樹林衰退の要因を把握した。②次に、樹間形成樹(ホルトノキ)の消失リスクを知るために、年代別ホルトノキ個体数調査と個体の分布をGISに格納し、減少速度、環境因子からホルトノキの消失危険区域を明らかにした(図1-21, 図1-22)。③第三に、植栽されたホルトノキの植栽区の環境データと生育状況から成育に必要な環境要因を把握し、植栽適地の抽出を行った(図1-26)。さらに、②と③からホルトノキの存続可能性、及び消失リスクの評価を行った。また、これらの結果から、樹林の将来像の推定を行った(図1-28, 図1-29)。

これにより、植生図の変化はエノキ・ムクノキ個体数の増加ではなく、ホルトノキ・クスノキ群落の衰退によりホルトノキ、クスノキの個体数が減少したことによると考えられた。また、過去のホルトノキ個体数は、南斜面、東斜面で多く、北斜面や西斜面で少なかったことが明らかとなった。1976年、1985年には南斜面や東斜面でDBHの小さな個体が多く生育しており、南斜面と東斜面では安定的な更新が行われてきた。しかし、北斜面や西斜面では南斜面と東斜面からの確率的な種子の供給が行われてきたことが示唆される。また、近年のホルトノキの減少は、(1)南斜面と東斜面の個体数の減少が影響していること、(2)ここでの消失は全体のホルトノキの消失へ拡大することが示唆された。以上から、第1章では、近世城趾に生育する自然性の高い樹林が生育しているものの、その劣化が明らかとなった。一方、佐藤ら(2014)の調査によると、ホルトノキがファイトプラズマによるホルトノキ硫黄病に罹患し、枯死していると報告されている。今後、自然性の高い樹林を保全する方法についてホルトノキ硫黄病への罹患の対処方法も含めて明確にしておく必要がある。

第2章では、市民にアンケート調査を実施した。その中で、都市公園に対する現状の認識を抽出し(表2-4)、保全意識を明確にした(表2-5, 表2-6)。そして、自然緑地や構造物に対する市民の認識を把握した(図2-3)。次に、都市公園の自然資本がもつ生物多様性の意識の成熟度を検討し、生物多様性を向上させるための課題抽出を行った。さらに、市民がどのような都市公園を将来に残したいかを明らかにした。

これにより、市民は現状を将来にわたって保全していきたいとの希望が高い反面、ホルトノキの枯死や石垣の崩落などの現状について認識が低いことが明らかとなった(表2-4)。なかでもホルトノキの枯死についての認識は13.1%と最も少なかったが、石垣の崩落についても半数以上の市民が現状を理解していなかった。都市公園の来園経験は、年に平均1~2回程度と少なく、利用目的も健康維持や桜見、学校行事であった(表2-3)。このこと

から、市民は都市公園の自然的な価値や歴史的な価値に対しての関心は低いと考えられる。すなわち、保全意識の高さには、都市公園の課題を理解したうえでの保全ではなく、存在する景観として都市公園の保全を望んでいることが示唆される。つまり、都市公園の保全を行うには、市民の現状認識の低さを高め、現状を正しく理解した上で可能となる保全方法から、最適な方法を選択していくことが必要である。今後は、都市公園の価値を認知していない多くの市民に、都市公園の価値を十分に認識できるような取組を行う必要がある。

第3章では、生息するアカテガニの分布調査と環境調査からアカテガニのハビタットとしての都市公園の機能を抽出した。その中で、アカテガニは平場を利用せず水路や石垣、樹林を利用しており（図 3-9）、なかでも林縁に沿って作られた人工水路や水路脇の石垣を多くの個体が利用していた（図 3-9, 図 3-10）。石垣では、モルタルで隙間を詰めた空隙の浅い練石積みより、適度な深さの空隙をもつ空石積みの構造が多く利用されていた。また、水路の環境では、草や岩に遮蔽された微環境が選択されていた（図 3-11）。さらに、アカテガニの放仔行動における樹林と汽水域である川との接続性を通路や護岸、干潟の環境の違いから検討した。

これにより、活動期のアカテガニにとって徳島中央公園内の樹林が湿度の保持や隠れ場所として、樹林内の空積み石垣は隠れ家としての機能が確認された。また、水路の草や一枚岩は採餌の際の隠れ場所として機能していること、エコトーンの空石積み護岸は放仔の際の隠れ場所として役立っていることが明らかとなった。さらに、干潟では緩やかな勾配のある礫干潟が放仔時の体の固定に役立っていることが示唆された。一方、樹林と汽水域の間を横切る通路では、放仔に向かうアカテガニの移動時間と往来する人々や自転車の通行量のピークが重なることが放仔活動に影響を与えていることも示唆された。放仔時の待機や移動場所として空石積み護岸を利用し、ここに生育する草本や樹木の遮蔽や空石積みの空隙が捕食者からの隠れ場所を提供していた。今後は、石垣や水路、護岸などの景観構成要素の修復の際には、アカテガニの生息を支援する機能を保持した構造で対応していく必要がある。

第4章では、第1章から第3章までの課題を解決する試みとして、都市公園での環境学習の試行結果を示した。第1章に示したホルトノキの消失リスクと樹林の劣化、第2章で示した市民の保全意識に比べた樹林と石垣の課題への現状認識の低さ、第3章では生息生物がハビタットとして利用できる都市公園の水路、石垣、樹林のデザインのあり方を検討し、生物が生息生育できる視点にたった景観構成要素の保全の必要性が示された。これらを解決する手法としての環境学習の有効性を検討した。

これにより、第4章では、ツリーイングやアカテガニの環境学習で樹木やアカテガニにふれあうことをとおして、樹林や水路、石垣がアカテガニの生息場としての機能を果たしていることを伝え、理解できる有効性が確認された。アカテガニを捕まえる体験が、居場所の把握や生息環境を知る楽しさが生きものへの関心につながると考えられる。まず、自然体験活動ツリーイングでは樹木や森への関心を促進し、アカテガニを用いた環境学習では生息場である構造物の水路や石垣、樹林への理解が深まったことが示された。今後、都

市における自然資本の認識を向上させ、生物多様性の認識を向上させる方法として、都市公園で行う環境学習は有効であると期待できる。

第5章では、まず第1章から第4章の研究結果を整理し、本研究で得られた成果と今後の課題を整理した(図5-1)。そして、得られた結果と課題を元に、まず、第5章2では近世城趾に由来する都市公園をどのように保全していくのかについて検討する。5章3では、管理者が都市公園で行うべき保全についての提案を行う。

2. 都市公園の価値向上を保全に向けた検討

第3次生物多様性国家戦略(2007)の指針にあるように、都市域で生物多様性を推進していく上で都市公園の果たす役割は大きく、生物多様性の推進は緊急の課題である。そこで、これまでの課題を踏まえて、都市公園における生物多様性の価値を向上させるための保全方法について検討する。

2.1 自然緑地の生態学のおよび社会的評価

第1章では、徳島中央公園を事例とした都市公園の樹林に生育する林冠形成樹ホルトノキの消失が推定された(図1-17)。そして、ホルトノキ個体の消失が誘因となって、樹林の劣化がおこる可能性が示唆された(図1-27, 図1-28)。第2章では、市民が都市公園に望む景観と現状の認識、保全意識を抽出した(表2-4, 表2-5, 表2-6)、市民は自然的なものや歴史的なものを公園の好ましい景観として認識し、現状の姿を将来に保全する意向が明らかとなった(表2-5, 表2-6)。また、「城山で生育する樹木の補植」や「樹種にこだわらず樹林を残す」などの意向も比較的多くみられた。これらは、必ずしも現状を認識した結果の意向ではないと考えられる。現状を将来に残すためには、補植す樹種をホルトノキと同じ常緑広葉樹に選定する、または、ホルトノキの稚樹を植栽することで現在の景観が将来に継承できる。そのため、樹種にこだわった補植であることが前提となる。さらに、現状の課題についての認識は、樹林と石垣が文化財であること、樹林に枯れや衰弱が起きている課題や石垣が崩落している課題についての認識が低いことが明らかとなった。このように市民の都市公園への関心は低く、都市公園で起きている課題を認識している市民は少数であり、生物多様性の成熟度の低さが明らかとなった。また、来園目的は散歩や休憩、学校行事などであり、利用回数も年間1-2回訪れる程度であった。このようなアンケートの結果から、徳島中央公園で市民に生物多様性を向上させるには、生態学的に変容しつつある樹林を認識してもらい試みを実施していく活動が必要になる。つまり、市民にとって都市公園は市街地に存在する修景としての価値が重要との意向であるものの、自然緑地を将来に継承していく上で必要な現状を“知る”ことができていない。このような、都市公園で樹林が劣化しているという現状が知られていないことが、今後の大きな課題となる。

ただし、近年、ホルトノキの枯死に関しては、以下のような報告もなされている。

ホルトノキの枯死が各地で報告されている（島田 2014, 遠山 1999, 伊藤・矢部・佐橋 2006, 野田ほか 2006）. 原因を明らかにできていないものもあるが, 原因がファイトプラズマによると特定できたものが多い（難波 2006）. 本対象地でもホルトノキの枯死が多発している. そして, 樹林の劣化がホルトノキの消失を発端とし（第 1 章）, その原因がファイトプラズマの感染であることが明らかとなった（佐藤ほか 2014）. 第 1 章から, 徳島中央公園のホルトノキは近年中に消失する可能性が高いことから, 保全には早急な対策を打ち出すことが必要である. しかし, 佐藤ほか（2014）によると, ホルトノキの枯死に対して有効とされる抗生剤の注入を行った結果, 本対象地での効果は得られず, ホルトノキに枯死が現在も続いている.

このような状況のなか, ホルトノキが消失し劣化が懸念される自然緑地の現状と, 現状の樹林をなるべく将来へ残していきたいとの市民の意向を満足させるには, 市民に現状への理解を得るための施策を展開していく必要がある. そのためには, まず, 自然緑地に関心の低い市民（第 2 章）に自然緑地の変容を伝える有効な手段を探すべきである. その際, 自然緑地への関心をより高める方法として都市公園への市民の訪問をいかに増加させるかといった視点が必要になろう. また, 本研究で抽出した植栽適地に稚樹を植栽することも保全の対策として効果があるのではないであろうか. しかし, ホルトノキの稚樹への感染の可能性も否定できないことから, これらに加えて, ホルトノキ以外の林冠を形成する常緑樹であるクスノキの植栽の検討を対策のひとつとして加えておくことも有効と考えられる. いずれにしても, 都市公園に存在する自然緑地の現状について市民が正しく理解した上で可能な保全方法の選択をすることが重要である.

2. 2 人および生息生物からみた都市公園の価値評価

2. 2. 1 自然緑地の価値

序章で示したように, 本対象地には自然緑地と自然緑地内に残存する石垣が存在する. 自然緑地と空石積みの石垣は文化財である. しかし, 自然緑地には衰弱や枯死, 石垣には崩落といった課題が生じている. 自然緑地は, 都市気候の緩和といった調製サービス, レクリエーションといった文化的サービスなどの生態系サービスを都市で生活する私たちに提供している. また, 樹林内に築かれた石垣は, 私たちに歴史性や過去とのつながりを意識させてくれる. このように, 都市公園は私たちの暮らしに自然性や歴史性を享受できるホッと空間を創出している.

第 3 章では, アカテガニが樹林や構造物を生息場所に利用していることを示した（図 3-10）. 樹林内の湿度は比高 0m, 20m, 40mで高く, アカテガニの活動期には 80%以上の湿度を保持していた（図 3-7）. そして, アカテガニは樹林内の湿度が保持された空間で空石積み石垣の空隙を利用していた. また, 多くのアカテガニが空石積み石垣で確認された（図 3-10）. これらのことから, 自然緑地のような自然性の高い樹林の林床は, アカテガニの生息になくてはならない湿度保持効果, 外敵からの防備となるシェルターとしての価値, また, 樹林内に残存する空積み石垣にも, 外敵から身を守るシェルターとしての価値

値がある。つまり、活動期のアカテガニにとって、自然緑地は空石積み石垣と一体となった生息を保障する価値をもっているといえる。

第2章では、市民は文化財としての石垣の重要性や崩落の課題の認識が低く、その価値を認識できていなかった(表2-4)。一方、第3章では、アカテガニは文化財である空積み石垣の空隙を利用し、アカテガニにとって空積み石垣は隠れ家として機能していた。つまり、人にとっての自然緑地は生態系サービスを提供してくれる空間であり、ホッとできる空間であるが、アカテガニにとっては、生息場としての価値を持っている。管理者は、文化財としての石垣の課題と生き物にとっての価値をどのように理解し、どのように市民に伝えていくのか、伝えていくためにどのようなことが必要なのかを検討し、施策として展開していく必要がある。

2. 2. 2 構造物としての水路の環境

第3章では、樹林に沿って造られた人工水路は、利用者への親水性を高めつつ、アカテガニの生息に重要な水分を供給する機能と藻類の摂食場としての機能を担っていた(図3-11)。その際、アカテガニにとって、構造物にオーバーハングした草本や修景に置かれた一枚岩は外敵から身を守るシェルターとして機能し、生息を保障する価値を持っていた。しかし、都市公園においては、自然と土木や建築などの工学系の技術との調和は大きな課題でもある(井手1999)。構造物が生息生育する生物にとってのハビタットを提供しているのか、生息を阻害しているのかを見極めて構造物ごとに個別に対処しなければならない。そして、構造物を人と生物がどのように利用すれば、納得のゆく利用ができるかをすり合わせながら、必要に応じて時には変更していく必要がある。利用場所の不具合を主張しない生物に代わって、人(管理者)が代弁していくことが必要である。それには、人(管理者)の主観だけによらない都市公園全体を見据えた管理が有効である。本研究の対象地では、アカテガニを指標生物とすることで構造物がハビタットとして重要であることが明らかとなった。このように保全しようとする対象地で指標となる生物をどのように決定するかは、都市公園の保全を考える際の大きな課題である。

2. 2. 3 エコトーンの接続性の確保

第3章では、空石積みと練石積みタイプの二つのタイプの護岸では、空石積み護岸を多くのアカテガニが利用することが明らかとなった(図3-12, 図3-13)。人(管理者)が利用する施設としては、安全性、経済性、継続性などの点から練石積み護岸が好まれる。このような人の意識を重視した場合、モルタルを詰めた練石積み護岸の価値が高くなる。しかし、空石積み護岸の空隙には、昆虫やカニ類をはじめとした生き物が利用し、様々な生きもののすみ処となっている(君塚1992, 佐藤2012)。また、空隙には草本や低木の樹木が生育し、空隙で生息する昆虫やカニ類などの生物にとって、外敵から身を守るシェルターとしての役割を果たしていると考えられる。このようなことから、アカテガニにとっても、空石積み護岸の空隙や生育する草本や低木が、放仔時、満潮を待つ際のシェルタ

一となっているといえる。

しかし、徳島中央公園における空石積み護岸は 80m ほどであり、ほとんどがモルタルに石を貼り付けた練石積み護岸に改修されている。このような練石積み護岸には草本が生育していない。そのため、現在、アカテガニが安心して放仔をおこなえる護岸の環境は、ごくわずかである。さらに、護岸の改修に伴って干潟が消失し、練石積み護岸の前では、満潮時の水深が 50cm ほどある。アカテガニは、水面に腹を打ち付けるようにして放仔をおこなうが、このような放仔行動には深すぎる水深となっている。調査とは別日に、練石積み護岸に体を固定して放仔を行うアカテガニを一個体見かけたが、開空状態での放仔行動は外敵から狙われやすい状況であった。このように人にとって美しさや経済性を満たす護岸は、必ずしも生息生物に適した環境とはなっていない。

したがって、人の修景としての価値を重視した改修だけでなく、生物の生息を考慮した護岸の改修をおこなう必要がある。今後は、経済的なことも配慮しながら、現状の練石積み護岸でいいのかを含めて、空石積み護岸に改修するのか、また、どのようにすれば、都市公園の自然緑地と汽水域の接続性を担保したデザインとなるかが重要な課題である。

2. 2. 4 通路の改修

第3章では、樹林と汽水域の間に設けられた通路は、都市公園を利用する人の利便性を向上させていた(図 3-14)、反面、アカテガニの放仔行動において樹林と汽水域の接続性を阻害していた。通路は修景目的で設置されていないが、都市公園の生物多様性を向上させるためには、樹林と汽水域の接続性を保持することが必要であると考えられる。そのため、人の利便性を確保しつつ、生息生物にも配慮した対策として、アンダーパスの設置が最良の改善方法であろうと考えられる。

2. 3 生物多様性の社会化に向けた取組の検討

第4章では、アカテガニをツールとした環境学習で自然緑地と構造物の両方が生息に重要であることが市民に理解された。アカテガニは、湿度保持機能をもつ自然緑地とそこに存在する空積み石垣を利用していた。当初、一部の研究者からは樹木を保全することで石垣の崩落を助長する可能性が懸念されており、石垣だけ保全できれば樹木は必要ないとの意見も聞かれ、管理者は対策を決められずにいた。しかし、空石積み石垣と自然緑地が保全されることでアカテガニの生息が可能になり、保全の両立が都市公園の生物多様性を向上させることができることが明らかとなった。ただ、石垣はより多くの生きものが利用できる大小の空隙の構造をもった空石積みで造ることが前提となる。また、第2章から、市民は自然緑地と石垣の両方を保全したいとの意向がある。石垣も自然緑地も市民の文化財であり、財産である。このような、市民の財産である文化財に保全のコンフリクトがある場合には、市民の意向を踏まえた対策が必要である。同時に、環境学習によって現状の課題を正しく理解する市民を増やす工夫が必要であろう。その上で、理解した市民の意向をくみ入れることも期待される。

通常、都市公園においては、自然と土木や建築などの工学系の技術との調和は大きな課題である（井手 1999）といわれているが、自然と構造物の両方を生息環境とする生きものをうまく探し出せれば、それらの調和を図る対策を示すことが可能である。ただ、それぞれの都市公園の環境でどのような生物を利用できるかは、都市公園ごとに検討する必要がある、それぞれ今後の課題となろう。公園ではないが、豊岡のコウノトリや佐渡のトキにみられるように指標生物（環境アイコン）を用いて地域の自然の大切さに気づく仕掛けを構築し、その後に保全の取組を展開している例もある。都市公園でもこのような環境アイコンを用いた取組によって、自然の大切さや生きものが生息する都市公園の啓発がおこなわれてもいいのではないだろうか。

3. 管理者がおこなうべき保全の提案

これらの研究で明らかになった課題を改善して活発な利活用を図るための取組として、①自然緑地の保全に関する提案、②生息生物の視点でおこなう景観構成要素の修復と評価方法、③生息生物を用いた環境学習の検討が必要であると考えられる。以下では、都市公園で生物多様性の社会化に向けた取組を行うにあたって必要なこととして、上記の①から③について述べる。

3. 1 自然緑地の保全方法に関する提案

第1章では、近世城趾に由来した都市公園には、自然性の高い緑地を有していることが明らかとなった。しかし、林冠形成樹ホルトノキの枯死にはじまる樹林の劣化の対策は先送りされ、樹林内に存在する石垣へは応急的な崩落防止処置に留まっている。自然緑地も石垣も文化財であり、市民の財産であることから、これらへの根本的な対策が早急に必要なのではないだろうか。その際、樹林だけ守ることができれば、石垣は修復しなくていいのか、生息生物への配慮をどうするのかといった課題が生じる。こうした課題をすべて解決することは容易ではなく、専門的な知識や多くのデータが必要である。幸い、近世城趾に端を発した都市公園であることから、120年間の自然緑地の植生を調査したデータが存在する。これらのデータを活用しながら、森林の調節機能が発揮できる構造をもった自然緑地を維持するためにすべきことを検討していくことが必要であろう。

この時、現状の自然緑地でおこないうる保全目標を設定して検討することが現実的である。例えば、林冠を形成する常緑広葉樹、ホルトノキやクスノキの稚樹の植栽をおこないながら、ファイトプラズマに罹患したホルトノキへの回復を試みることは対策として考慮されるべきである。もちろん、稚樹は都市公園に生育する樹木から得られた種子由来のものであることはいままでのない。

さらに、石垣の修復は空積み石垣でおこなうことが必須となる。そして、植栽された樹木や生育する樹木が石垣の崩落を助長していないかとのモニタリングを継続的におこなうことが期待される。

3. 2 生息生物の視点でおこなう景観構成要素の修復の提案

アカテガニは第3章の結果から、本対象地の自然緑地や川、構造物である石垣や水路など多くの多様な環境を利用して生息している。中でも、都市公園内で修復が必要とされている空石積み石垣は、アカテガニが最も多く利用する構造物である。アカテガニの生息環境を保持するには、石垣の修復は現在と同じ空石積みであることが期待される。また、アカテガニを指標とした保全を考えるにあたって、樹林や川の存在とこれらの接続性、生息に必要な水分の供給場所としての水路、鳥類などの外敵から逃れる空積み石垣や護岸、草本などの環境を把握し保全していく必要がある。さらに、第3章の結果から、汽水域と自然緑地の接続性を維持、あるいは向上させる必要から、練石積み護岸から空石積み護岸への改修が望まれる。また、合わせて干潟の創出のための努力が試みられることを期待したい。こうした努力に加えて、通路ではアンダーパスの設置が望まれる。都市公園で構造物の修復を実施する際には、現状を理解し、適切な評価に基づいた修復をおこなうことが大切である。その際に、生息生物の視点を取り入れて実施することにより、様々な生きものの生息を可能にできるのではないだろうか。

そして、改修後には、改修した構造物において生息生物の個体数や利用状況を評価することが必要であろう。このように、生物が生息できる環境を都市公園で保持するには、生息生物にとって生活史に必要な多様な環境が都市公園にあることが重要である。

都市公園の評価には、生息生育する生きものを指標に用いた保全方法や環境評価が有効である（一ノ瀬 1993, 根岸ほか 2008, 吉田 2000, 環境省水・大気環境局 国土交通省水管理・国土保全局編 2012）。生息する生きものの個体数や分布状況をモニタリングすることで、環境の変化を探る調査であるが、そのためには、保全を行おうとする場で指標となる生物の検討が必要となる。人為的影響を受けやすい都市公園の評価には、市民を対象にしたモニタリング調査を継続的に実施していくことが必要である。モニタリングの実施には、都市公園に関わるコアな市民を中心に組織した団体によって、管理者と連携して実施することで、モニタリングでの評価を都市公園へフィードバックしやすくする仕組みを構築することも必要であろう。

継続的なモニタリングによって評価される都市公園の変化は、人と生き物のかかわり方を判断する貴重な資料として活用できる。このように、都市公園の生物多様性は、人と生息する生きもののかかわりの上に成り立っていることから、都市公園の利活用には生きものが生息する視点を取り入れる工夫が必要である（宮内 2009）。

3. 3 生物多様性の社会化に向けた提案

第2章では、都市公園に対する市民の現状認識は低く、市民にとっては都市公園の存在が重要であり、目に触れることで満足するという“当然あるべき空間”となっていることが推察される。したがって、都市公園が提供している生物多様性については非常に低い認識しかなく、市民の生物多様性を成熟させる必要がある。また、第4章では、アカテガニをツールとした環境学習プログラムが、市民に樹林や水路、石垣がアカテガニの生息環境

を援助する役割を担っていることに気付かせる効果があることが示された。環境学習プログラムは、自然環境の中で生物を用いて、体験から自然や生きものへの興味を引き出すことができる。この場合、都市公園に生息生育する生物をツールとして都市公園でおこなわれることに価値がある。生息現場でおこなうことによって、生物とその環境の包括的な理解が深まると推察される。しかし、今後はアカテガニに馴染めない市民が同じプログラムに参加しなければいけないという課題や小学生以外の年齢層を引き込むプログラムを作成していく課題が考えられる。

作成した環境学習プログラムで市民を対象にした自然体験活動に発展させ、自然のなかで活動する楽しさから、いきものや自然への関心をもつことをとおして、都市公園の関心へとつなげていくことができると考えられる。それには、都市公園で体験型環境学習のプログラムを市民の興味に応じて実施できるよう複数作成しておくことも効果的である。気軽に参加できるプログラムをアカテガニ以外でも関心に応じて選択できることが必要であると考えられる。その際には、自然緑地と構造物の保全のコンフリクトを解消し、自然緑地と石垣の両立した保全対策の必要性を示すものでなくてはならない。さらに、実施できる指導員、安全管理員となりうる人材の支援を得ながら、対象者の関心に応じて実施ができる体制を準備し、要請に応じて対応できることが市民の都市公園への訪問を増加させ、関心を大きくすることになろう。そして、環境学習に参加して得た知見に沿って、自然緑地と空石積み石垣を両立させた保全の必要性を啓発していくことが期待される。

管理者は、都市公園の樹林と石垣の両方が重要であるというメッセージを市民に向けて発信できるプログラムを準備し、啓発していくことが必要であろう。つまり、人と生息生物の視点にたった利活用と生息生物の視点にたった保全を実現するためには、都市公園でおこなう環境学習プログラムに、樹林の現状への理解と空石積み石垣の役割や機能を評価し、保全に結びつけられるプログラムが有効となる。

3. 4 生物多様性を向上させるデザイン

本研究では、都市公園の自然緑地の変容と市民の生物多様性の成熟度の低さが明らかとなった。また、都市公園の樹林や構造物を利用したアカテガニの生息環境が示され、生息環境には、森林の機能を発揮できる樹林や空石積み石垣の空隙が必要なことが明らかとなった。すなわち、管理者が都市緑地の文化財の課題に対して、生息生物であるアカテガニの視点を活かした保全計画をデザインすることで、自然緑地と空石積み石垣の保全の必要性が市民ばかりでなく、行政内部でも理解されるようにしていかなければならない。また、アカテガニをツールとした環境学習を積極的に実施し、市民の生物多様性の成熟度を向上させていかなければならない。

つまり、管理者は生態学的調査に基づいた自然緑地の結果と意識調査による市民の社会的評価を踏まえた保全計画のデザインを市民に向けて示す責務がある。そのため、都市公園を使った環境学習で市民の生物多様性を成熟させ、都市公園の活発な利用を促進し、参加者や実施者の参加数を促進していく必要がある。

まず、計画段階では、多様な主体間、例えば、生態学、歴史学、小学校教師といった複数分野の専門家などからの意見を共有し、プログラムを作成することで環境学習効果の高い計画を作成できる（伊東ほか 2003）。その時、「遊び」と「環境学習」の場として複数の機能を持った空間の使い方を基本とした、「同じ空間に複数の機能を持たせる」ことにより、遊びの中からの学びを得ることができると考えられる。そして、活用できる都市公園内の様々な構造物を使ったプログラムの実践によって価値を理解してもらうことが、生物多様性を効率的、効果的に向上させることにつながると期待できる。「聞いたことは忘れるが、見たことは覚える。やってみれば理解する」という中国のことわざにもあるが、聞くだけでなく、目にし活動することが効果につながると考えられる。

そして、実施段階では、教育関係者や様々な NPO、生態学の専門家、市民の連携によって進めることで、都市公園への関心を向上させる可能性が示唆される。生物多様性や生態系サービスを市民に啓発するには、都市公園を活動の場にした活動が最も効果的であろう。

本研究では、都市公園で生物多様性を向上させる計画について検討した。近世城趾に由来した都市公園には、自然性の高い樹林が形成されているが、市民の都市公園の現状認識は低かった、そして、樹林や石垣の保全の課題解決に生息生物を利用すること、市民を巻き込んだ環境教育を実施することにより、今後、都市公園の生物多様性の向上が可能なことが明らかとなった。その際に、個々の都市公園の現状に応じた実施可能な管理計画には、しっかりとした生態学的な調査と市民の意向を含めた方向性の抽出が不可欠である。さらに、都市公園で効果的に生物多様性を向上させる管理計画のツールとなる資源を発掘し、積極的に活用していくことが模索されるべきであろう。

どのような条件の都市公園で管理計画を考えるにしても、生態学的に望ましい生態系を誘導することにつながることで、市民に受け入れられる市民が望む計画であること、生息生育する生物の視点に立っていること等を総合的に満たしたデザインを目指すことは重要であろう。本研究で実施した環境学習は、生態学的評価と社会的評価、そして生息生物の視点を満足させる、ひとつの方法として有効であり、かつ、重要である。さらに、管理計画を効果的に推進する重要な点として、都市公園の環境の中で生物を用いて実際におこなうことである。

しかし、まず必要なのは管理計画の必要性を充分理解し、そして積極的に行動できる、都市の自然資本の価値を啓発する管理者の意識の高さがなければならないと思われる。管理者には、こうしたことに気づき、計画を実行していく努力と熱意が期待される。

管理者には、都市公園の生物多様性を向上させ、都市で生活する市民に生物多様性の認識を向上させる責務がある。文化財の保全のコンフリクトを解消し、早急な対策を行うべきであろう。そして、多くの市民の生物多様性の認識を向上させ、周辺地域から生態系サービスを搾取している現状を市民が見直すきっかけとなることが期待される。

引用文献

- 阿部祐平・柴田昌三・中西麻美・大澤直哉. 2006. ヒノキ林化した都市近郊林における木本種の埋土種子と散布種子. 日本緑化工学会誌 21(1):3-8
- 相澤 章仁. 2012. 都市公園における市民参加型の順応的管理システム構築に関する実践的研究. 日本緑化工学会誌 37(3): 437-438
- 赤坂信・佐々木邦博・田中隆裕・藤井英二郎・本中眞. 2000. 文化遺産／史跡の保存・整備とランドスケープ その 2: 文化遺産／史跡の保存・整備計画の現状と課題. 日本造園学会. 63 (4) :321-328
- 赤井龍男・本城尚正・妹尾俊夫. 1992. 徳島市「城山原生林」におけるホルトノキの衰弱枯死の要因と森林の活性化対策に関する調査報告書. 187. 徳島.
- 天羽利夫. 1994. 徳島城. 徳島市立図書館. 徳島.
- Bhagwat, S.A., Dudley, N. and Harrop, S.R.. 2011. Religious following in biodiversity hotspots: challenges and opportunities for conservation and development. Conservation Letters, 4: 234-240
- COP10 支援実行委員会. 2008. <http://kankyojoho.pref.aichi.jp/cop10/>
- 外務省. 1993. 生物多様性条約
- 橋口義久・三宅貞祥. 1967a. ベンケイカニ類の生態 I. 九州大学農学部学芸雑誌 23 (2) : 67-80
- 橋口義久・三宅貞祥. 1967b. ベンケイカニ類の生態 II. 九州大学農学部学芸雑誌 23 (2) : 81-89
- 橋口義久・三宅貞祥. 1967. 九州大学農学部学芸雑誌. 23(2): 67-89
- 服部保・上甫木昭春・小舘誓治・熊懐恵美・藤井俊夫・武田義明. 1994. 三田市フラワータウン内孤立林の現状と保全について. 造園雑誌. 57 (5) :217-222
- 服部保・石田弘明. 2000. 宮崎県中部における照葉樹林の樹林面積と種多様性, 種組成の関係. 日本生態学会誌. 50:221-234.
- 服部保・岩切庸二・南山典子・黒木秀一・黒田有寿茂. 2010. 宮崎神宮社叢の主多様性の特性. 保全生態学研究 15:47-59
- 日高敏隆. 2009. アカテガニ. 株式会社アスク, 東京.
- 平田富士男. 2004. 環境技術として都市公園政策のあり方研究を進める視点. ランドスケープ研究. 67(3):259-263
- 平田令子・畑邦彦・曾根晃一. 2006. 果実食性鳥類による針葉樹人工林への種子散布. 日本森林学会誌. 88(6)
- 廣瀬春次. 2008. 価値実現の感情および理由の評価が価値変容に及ぼす影響. 山口県立大学大学院論集第9号.
- 本田昇. 1994. 徳島城 (湯浅良幸編). 第3章徳島城. 徳島市立図書館. 徳島.
- 星野敏男・金子和正. 2011. 野外教育入門シリーズ第1巻野外教育の理論と実践. 株式会社杏林書院. 東京.

- 細木大輔・久野春子・新井一司・深田健二. 2001. 都市近郊林の林床管理の有無による植生と環境の特徴その1—上層木の生育および林床植生の特徴—. 日本緑化工学会. 27(1):14-19.
- 藤居良夫. 2005. 地方都市における街区公園に対する住民意識の分析. ランドスケープ研究. 68 (5) :833-836
- 福嶋司. 2006. 植生管理学 都市域での植生管理. 株式会社朝倉書店. 125-154
- 伊出久登・亀山章. 1999. 緑地生態学. 株式会社朝倉書店. 東京.
- 家中茂. 2001. 『歴史的環境』という問い—片桐新自編著『歴史的環境の社会学』(シリーズ環境社会学第3巻・新曜社2000年刊)を讀んで—. 35-42. 京都.
- 今西亜友美・村上 健太郎・今西 純一・橋本 啓史・森本 幸裕・里村 明香. 2007. 孤立した都市公園における植物の保全と課題—社寺林と境内の生育地としての特徴—. 景観生態学. 12(1):23-34.
- 今井長兵衛・夏原由博. 1996. 大阪市とその周辺の緑地のチョウ類の比較と鳥の生物地理学の適用. 日本環境動物昆虫学会. 8:23-34
- 稲飯幸代・田原直樹. 2006. 都市における近世城趾林(城守林)の意義. 植物の自然史プラント No107. 研成社. 東京.
- 入江彰昭. 2003. 気温推定による緑地のヒートアイランドの緩和効果に関する研究. ランドスケープ研究 66 (5) :889-892
- 石田弘明・服部保・武田義明・小舘誓治. 1998. 兵庫県南東部における照葉樹林の樹林面積を種多様性 種組成の関係. 日本生態学会誌. 48:1-16
- 石田弘明・戸井可名子・武田義明・服部保. 2007. 都市域の孤立した夏緑二次林における緑化 園芸樹木の逸出状況とその特徴. 保全生態学研究. 13:1-16
- 石田弘明・高比良響・服部保・武田義明. 2014. 扇ノ山における断片化したブナ林の樹林面積と種多様性 種組成の関係. 植生学会誌 31:51-69
- 石川幹子. 2004. 都市と緑地(山口昭男編). 192-212. 岩波書店. 東京.
- 一ノ瀬友博・加藤和弘. 1993. 都市及び農村地域における鳥類の分布と土地利用の関係について. 造園雑誌 56 (5) :349-354
- 伊藤信一・鈴木智和・小南陽亮. 2011. 温帯海岸林における陸ガニの果実採食と種子散布. 日本生態学会誌 61:123-131
- 伊東啓太郎・増田健太郎・春園望・津田佐知子・真鍋徹・藤原勝紀・John BENSON・Maggie ROE. 子どもの遊びと環境学習を目的とした小学校ビオトープ計画に関する研究—ワークショップによるプロセスプランニングの手法について—. 環境システム研究 論文集 Vol.31. 431-438
- 伊藤賢介・矢部恒晶・佐橋憲生. 2006. 平成17年の九州地域の森林病虫獣害発生状況. 九州の森と林業. No.75:2-3
- 伊藤秀三. 1977. 群落の組成と構造. 朝倉書店. 東京.
- 伊藤千恵・藤原一繪. 2007. 都市域森林群落における外来種トウネズミモチの分布と生態

- 的特性—在来種ネズミモチと比較して—, 保全生態学研究 12:143-150
- 岩村高治・横張真. 2002. 公園計画策定時における住民参加がその後の公園管理運営活動に与える影響. J.JILA. 65 (5)
- 巖佐庸・松本忠夫・菊沢喜八郎・日本生態学会. 2003. 生態学事典. 497-498. 共立出版. 東京.
- 重要無形文化財保護法. 1954. 文部科学省.
- 鎌田磨人. 2006. 徳島市の都市公園としての城山のこれから—城山ホルトノキ存続の危機. 徳島の自然 no.72:1-3.
- 鎌田磨人・大田直友・稲飯幸代・渡辺雅子・岸村憲作. 2006. 「残された自然」と「創られた自然」における人と野生生物の共存をめぐる. BIO-City N043:122-127. 株式会社バイオシティ
- 上甫木昭春. 1996. 生活環境形成のための既存樹林の保全活用に関する研究. 人と自然. 7:1-32
- 環境省. 2002. 新・生物多様性国家戦略.
- 環境省. 2005. ミレニアム生態系評価. 平成 21 年度第 1 部第 3 章 生物多様性の危機と私たちの暮らし—未来につなぐ地球のいのち—
- 環境省. 2008a. 第 3 次生物多様性国家戦略. 東京.
- 環境省. 2008b. 第 3 次生物多様性国家戦略 人と自然が共生する「いきものにぎわいの国づくり」を目指して. 140-149. (株)バイオシティ. 東京.
- 環境省. 2010. 環境白書 循環型社会白書／生物多様性白書. 序章 地球の行方—世界はどこに向かっていくのか, 日本はどういう状況か—
- 環境省. 2010. 生物多様性地域連携促進法.
- 環境省. 2012. 生物多様性条約戦略計画
- 環境省. 2012a. 平成 24 年版 図で見る環境・循環型社会・生物多様性白書. 第 1 部第 4 章第 4 節 愛知目標の達成に向けた世界への貢献
- 環境省. 2012b. 川の生きものを調べよう.
- 環境省. 2009. 地球はどこに向かっていくのか
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h22/html/hj10010000.html>
- 環境省ホームページ. 地球規模生物多様性概況第 4 版.
<https://www.env.go.jp/press/100835.html>
- 環境省. 2015. 平成 27 年版 環境・循環型社会・生物多様性白書
環境省ホームページ. <http://www.env.go.jp/nature/>
- 環境省水・大気環境局 国土交通省水管理・国土保全局編. 2012. 水生生物等による水域特性評価手法検討委員会
- 加藤博・下村孝. 2006. 歴史的庭園を維持管理する京都の造園業者の現状に関するアンケート調査. 日本造園学会. 69(5):425-430
- 河辺祐嗣・楠木学・大野啓一郎. 1999. ファイトプラズマによるホルトノキ萎黄病(新称).

- 日本植物病理学会報. 65:654.
- 河野幸夫. 1982. 徳島・城と町まちの歴史. 84-105. 有限会社聚海書林. 東京
- 香山壽夫. 2002. 都市計画論—私達の都市をいかにデザインするか—. 84-112. 放送大学
教育振興会. 東京.
- 君塚芳輝. 1992. 魚類の生息環境としての河川工法の評価. 環境システム研究 Vol.20
気象庁ホームページ. <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 気象庁徳島气象台. 2008. 徳島市日平均気温の月平均値. 1892-2008. 財団法人気象業務
支援センター. 東京.
- 北見健彦・本間義治. 1981. 佐渡島（日本海）におけるアカテガニの習性. 甲殻類の研究
(11), 113-123
- 鬼頭秀一. 2007. 自然再生のための生物多様性モニタリング（鷺谷いづみ・鬼頭秀一編）.
東京大学出版, 東京.
- 児玉幸多・坪井清足. 1980. 日本城郭大系. (平井聖・村井益男・村田修三編). 新人物往
来社. 東京.
- 国土交通省. 1919. 都市計画法
- 国土交通省. 1956. 都市公園法
- 国土交通省. 2004a. 都市公園法. 東京.
- 国土交通省. 2004b. 景観法. 東京.
- 国土交通省. 公園とみどり. http://www.mlit.go.jp/crd/park/shisaku/p_toshi/syurui/
- 小南陽亮・松永大・佐藤保・斉藤哲・田内裕之. 2003. 孤立化した照葉樹林における樹木
個体群の構造変化. 保全生態学研究. 8:33-41
- 公益財団法人地球環境戦略研究機関. 2010.
- 倉本宣. 1984. 都市公園内の自然に対する利用者の行動（I）—樹林地を保護した講演の
場合—. 造園雑誌. 47（3）:171-175
- Lawrence E. Susskind and Jeffrey L. Cruikshank. 2008. Breaking Robert's Rules.
(城山英明・松浦正浩訳) コンセンサス・ビルディング入門. 有斐閣. 東京.
- Martim Kümmering and Norbert Müller. 2011 ユネスコ世界遺産”イルム庭園”. 訳,鎌田
磨人. BIO-City.No47:2-11
- 真鍋靖司・増田昇・安部大就・金範洙, 1990. 大規模公園・緑地内の樹林評価に関する
研究. 造園雑誌,53（5）:359-364
- 真鍋徹・石田弘明・伊東啓太郎. 2007. 都市公園としての社寺林の機能評価に向けて. 景
観生態学, 12（1）1-7
- 増田与志子・加藤和宏・村上暁信・渡辺達三. 2001. 教員へのアンケートにみられる環境
教育の場としての都市公園の現状と課題. J. JILA64(5):627-630
- 松田國博. 2002. 文化財の保存と修復④歴史遺産と環境. 文化財保存修復学会. 13-34.
東京.
- 松村正治・香坂玲. 2012. 生物多様性・里山の研究動向から考える 人間-自然系の環境

- 社会学. 環境社会学研究(16):179-196
- ミレニアム生態系評価. 2005.
- 三浦裕之. 2002. 少子高齢化社会にむけたニュータウンの都市公園の再生. 中央公論新社. 204-217. 中央公論. 東京.
- 三浦浩之. 2004. 地域住民による都市公園再生での課題についての一考察.
- 宮脇昭. 1982. 日本植生誌四国 (宮脇昭編). 93-95. 至文堂. 東京.
- 三宅貞祥. 1983. 原色日本大型甲殻類図鑑 (II). 保育社. 東京.
- 宮内泰介. 2009. 半栽培の環境社会学 (宮内泰介編). 昭和堂. 京都.
- 宮内泰介. 2001. 環境自治のしくみづくり-正統性を組みなおす-. 環境社会学研究
- 宮脇昭・奥川重俊・藤原睦夫. 1992. 日本植生便覧. 至文堂. 東京.
- 宮脇昭. 1982. 日本植生誌四国 (宮脇昭編). 93-95. 至文堂. 東京.
- 三好昭一郎・高橋啓. 1994. 図説日本の歴史 36 図説徳島県の歴史. 河出書房
- 文部科学省. 1950. 文化財保護法. 東京.
- 文部科学省. 1954. 重要無形文化財保護法. 東京.
- 森本康滋. 1994a. 徳島城(湯浅良幸編). 徳島市立図書館. 20-21. 徳島.
- 森本安市. 1958. 徳島市誌 1958 年版. 20-26. 徳島市教育研究所. 徳島.
- 森本康滋. 1994b. 徳島中央公園の自然. 徳島城 (「徳島城」編集委員会編), 16-26. 徳島市立図書館, 徳島.
- 森本康滋・西浦宏明. 1987. 城山のホルトノキ群落—ホルトノキ枯死の現状—. 徳島県高等学校理科学会誌. 第 28 号:30-34
- 森本康滋. 1976. 城山原生林の現状とその保護対策. 徳島県高等学校理科学会誌. 第 17 号:29-32
- Müller N. & Kamada M. 2011. URBIO: an introduction to the International Network in Urban Biodiversity and Design. *Landscape and Ecological Engineering*, 7: 1-8.
- 村上健太郎・森本幸裕. 2000. 京都市内孤立林における木本植物の種多様性とその保全に関する景観生態学的研究. 日本緑化工学会誌 25(4):345-350
- 内閣府. 2014. 環境問題に関する世論調査.
<http://survey.gov-online.go.jp/h26/h26-kankyoku/2-3.html>
- 内務省. 1919. 史蹟名勝天然記念物保存法. 東京.
- 内務省. 1897. 古社寺保存法. 東京.
- 長津恵・大林夏湖・程木義邦・小野有吾・村野紀雄. 2007. 絶滅危惧種エドホトケドジョウ *Lefua nikkonis*(Jordan and Fowler)の分布と生息環境. 保全生態学研究 12:60-65
- 難波成任. 2006. 病原菌が媒介昆虫を識別するしくみを解明—マラリアなどヒト・動植物病原菌の媒介メカニズム解明にヒント—. 東京大学農学生命科学研究科プレリリース.
- 夏原由博・村上健太郎・森本幸裕. 2005. 都市の景観生態学. いのちの森 (森本幸裕・夏原由博編). 83-110. 東京
- 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・三輪芳明. 2008. 指標・危急生物としてのイシガイ目

- 二枚貝：生息環境の劣化プロセスと再生へのアプローチ. 応用生体工学 11 (2) :195-211
- 西廣淳・友部恭子・鷺谷いづみ . 1998. シロバナサクラタデの種子生産に対するヨシ原の分断化の影響. 保全生態学研究, 3: 97-110.
- 野田奏栄. 2013. 雑木林型公園での利用と管理運営のあり方—プレイパーク運営から森林管理への展開を目指す「京都・宝が池公園」の事例から. ネイチャーおおさか・スタディファイル no.5
- 野田巖・楠木学・陳財輝・呉俊賢・陳溢宏. 2006. 東アジアにおける病原微生物の侵入ルートからみた樹木類の移動実態 (1). —西南諸島と台湾の調査から—. 九州森林研究 No.59:218-221
- Norman Myers.1999.Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. 155-168
- 小田原市. 2013. 小田原市文化財保護委員会.
- 岡田久子・倉本宣. 2009. 市民・行政・研究者の協働による絶滅危惧種カワラノギク保全活動の取り組み 多摩川における保全の実践とその評価. 保全生態学研究. 14:108-110
- 沖野舜二. 1980. 明治から現代写真集 徳島 100 年. 徳島新聞社. 徳島.
- 小野良平. 2000. 小石川後樂園にみる庭園と都市との相互的關係に基づく歴史的庭園の歴史性に関する考察. ランドスケープ研究. 64 (5) ; 825-830
- 小野勇一. 1995. 干潟のカニの自然誌. 平凡社. 東京.
- 大澤啓志・勝野武彦. 2002. 都市域の公園・保全緑地におけるアカガエル類生息数の概数に影響を及ぼす環境条件. ランドスケープ研究 65(5):513-516
- 大澤啓志・勝野武彦・世良和浩. 2005. 都市域の谷戸におけるヘイケボタル・クロマドボタルの生息環境について. 日本緑化工学会誌 31(1):187-189
- Osumi K・Ikeda S・Okamoto T. 2003. Vegetation patterns and their dependency on site conditions in the pre-industrial landscape of north Japan Ecological Research 18.
- 近江慶光・丸田頼一. 1990. 住宅系市街地における高木が住民意識に与える影響. 造園雑誌 53 (5) ; 347-352
- 三枝誠行. 1979. アカテガニ類におけるゾエア幼生放出の semilunar rhythm の持つ適応的意味. 動物学雑誌 88(4):659
- 桜井淳史・小池康之. 1987. 科学のアルバム 23 カニの暮らし. あかね書房, 東京.
- 作者不詳. 1646. 阿波国徳島城之図.
- 作者不詳. 1780 推定. 徳島城絵図.
- 作者不詳. 1796. 御山下絵図.
- 真田純子. 2007. 都市の緑はどうあるべきか—東京緑地計画の考察から—. 技報堂出版株式会社. 16-28
- 佐藤哲. 2008 . 環境アイコンとしての野生生物と地域社会—アイコン化のプロセスと生態系サービスに関する科学の役割—. 環境社会学研究 (14) 70-85.
- 佐藤征弥・高橋英誠・近森美保・谷由里恵・安達直之. 2014. 徳島市城山のホルトノキの

衰弱・枯死の原因について

- 佐藤賢治. 2012. 2011 年東北地方太平洋沖地震後の蒲生干潟におけるカニ類の分布. 仙台市科学館研究報告第 21 号別冊. 28-32
- 澤木昌典・上甫木昭春. 1996. 居住者の生物に対する嗜好からみたニュータウンの緑地保全に関する研究. ランドスケープ研究. 58(5):133-136
- 生態系と生物多様性の経済学. 2010. 公益財団法人地球環境戦略研究機関.
<http://www.iges.or.jp/jp/archive/pmo/1103teeb.html>
- 島田律子. 2014. 桑ノ木山のシマホルトノキ突然枯死について. 首都大学東京機関リポジトリ. 小笠原研究年報. 首都大学東京小笠原研究委員会 37:81-83
- 清水万由子. 2012. 持続可能な地域発展の分析枠組み-兵庫県豊岡市コウノトリと共生する地域づくりの事例研究から-. 環境社会学研究(18):112-125
- 進士五十八. 1992. The Conservation and Rebuilding of Historic Park. 歴史的公園の保全と再生. 造園雑誌. 55 (3) :270-275
- 園田洋一・倉本宣. 2003. 都市域における野生哺乳類との共存する生息環境の創出に対する住民の意識. ランドスケープ研究 67(5):779-784
- 鈴木兵二・伊藤秀三・豊原源太郎. 1985. 植生調査法Ⅱ-植物社会学的研究法- 共立出版株式会社
- 杉山圭一. 1995. ビオトープの形態学-環境の物理的構造. 43-114. 朝倉書房. 東京.
- 田島夏与. 2007. 都市公園の活性化を考える-マーケティングとマネジメントの視点から-公園緑地. Vol.68 No2
- 高橋一秋. 2011. 長野大学森の生態系サービスの活用を学ぶ環境教育成果報告書. 株式会社エイブルデザイン. 長野.
- 武野真也・石田弘明. 2007. 兵庫県日野神社社叢における 27 年間の森林群落動態. 人と自然. No18:21-28
- 竹内智子・平野勇二郎・一ノ瀬俊明. 2003. 東京 23 区における公園緑地のヒートアイランド現象緩和効果. ランドスケープ研究 66 (5) :893-896
- 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史. 2001. 里山の環境学. 東京大学出版
- 田中美穂・包清博之・杉本正美. 2001. 市街地状況の違いと公園利用行動からみた公園に対する評価特性に関する基礎的研究. ランドスケープ研究 64 (5) :665-658
- 檜崎康二. 2006. 福岡県内におけるホルトノキ萎黄病の発生状況について. 平成 18 年度福岡県森林林業技術センター年報. 24-25.
- 檜崎康二. 2011. ホルトノキ萎黄病に関する研究. 平成 23 年度福岡県森林林業技術センター年報. 31.
- 寺林暁良. 2008. 生態系保全における社会的諸条件への考慮のあり方-岩木川下流部のヨシ原を事例とした環境史による提言-. 保全生態学研究. 13:169-177
- 徳島市誌. 1958. 徳島市教育研究所. 徳島
- 徳島市. 1938. 自治 50 年小史. 徳島市.

- 徳島県教育委員会. 2005. 徳島県文化財目録. 48. 徳島.
- 徳島市市史編さん室. 1973. 徳島市史第1巻総説編. 徳島.
- 徳島市. 2006. 国指定史跡徳島城跡 石垣現状基礎調査報告書. 徳島市教育委員会. 徳島.
- 徳島市情報推進課統計資料. 2010. 徳島市人口統計局. 徳島.
- 徳島市情報推進課統計資料. 2011. 徳島市統計年報平成21年版. 徳島市情報推進課. 徳島市. 1976. 蜂須賀家による城山の立木調査.
- 特定非営利活動法人 徳島保全生物学研究会. 2005. 城山ホルトノキ群落の現状調査業務報告書. 徳島市. 徳島.
- 遠山三樹夫・星直斗・川上恵. 1999. 湯河原ホルトノキ樹叢の現状. 横浜国立大学学術情報リポジトリ. 横浜国立大学教育人間科学部附属理科教育実習施設
- 塚田伸也・湯沢昭. 2002. 住民意識から捉えた小公園の評価構造に関する検討. 日本都市計画学会. (37) :907-912
- 鷺谷いづみ. 1999. 生物保全の生態学. 共立出版. 東京.
- 鷺谷いづみ・矢原徹一. 1996. 保全生態学入門. 文一総合出版. 東京.
- 渡部雅之・若松養亮. 2000. 青年期から成人期に至る環境意識の発達的变化と関連書要因の効果. 発達心理学研究誌. 11(3):188-199
- WWF ジャパンホームページ. 生物多様性条約
- 矢部和浩・岸由二. 2001. 小網代におけるアカテガニの放仔活動の時間特性. 慶応義塾大学日吉紀要, 自然科学 30:75-82
- 山田宏之・丸田頼一. 1989. 都市における緑地の気象緩和作用についての実証的研究. 造園雑誌 52 (5) :127-132
- 山田直美・原文宏・佐藤寛人・相高秀彦・播本篤. 2004. 冬期の屋外活動と講演の利用促進方策に関する研究. 土木計画学研究・講演集
- 山本真理・下村彰男・小野良平・熊谷洋一. 1999. 年齢別に見る新宿御苑の利用形態と空間選択の要因に関する研究. J. JILA. 62 (5)
- 山添史郎・霜浦森平・塚本利幸・野田裕資. 2012. 地域環境保全活動への参加と社会関係資本. 環境社会学研究(18):155-166
- 安田喜憲. 1987. 世界史のなかの縄文文化. 167-222. 雄山閣. 東京.
- 三好昭一郎・高橋啓. 1994. 図説日本の歴史 36 図説徳島県の歴史. 河出書房新社. 東京.
- 横浜市. 2013. かながわ里山づくり構想. 環境農政部. 神奈川.
- 吉田元重. 1961. ベンケイガニの日周期活動について. 日本生態学会誌. 11(4):160-162
- 吉田陽一. 2000. 異常発生植物プランクトンの諸特性とその発生機構. Nippon Suisan Gakkaishi 66 (3) :395-411
- 湯浅良幸. 1994. 徳島城 (湯浅良幸編). 徳島市立図書館. 徳島.