木製ブロック法留工の施工地におけるシダ群落の成立とその緑化への応用

Development of Pteridophyte Community in Levees Protected by Wooden Blocks and its Contribution to Revegetation

黒田有寿茂* 服部 保*

Asumo KURODA Tamotsu HATTORI

Abstract : Facilitating the establishment of pteridophytes is an important issue in future revegetation activities. In this study, we investigated the species composition and the species richness of pteridophyte communities established in levees around Nagatani dam, Hyogo Prefecture, to gain an understanding of habitat conditions suitable for pteridophytes. The vegetation in the levees in which two types of slope-protection materials, namely, wooden blocks and wire netting, were used was surveyed. The survey results indicated that the number of species of pteridophytes and the coverage of pteridophytes were higher in the levee protected by wooden blocks than in that protected by wire netting. The occurrence frequency of most pteridophytes was also higher in the levee protected by wooden blocks than in that protected by wire netting; herbaceous seed plants such as roadside weeds, however, were dominant in the levee protected by wire netting and were less abundant in that protected by wooden blocks. The number of species of pteridophytes per unit area was also higher in the levee protected by wooden blocks than in the surrounding secondary vegetation such as pine forests. Moderate moisture and the darkness in the gaps between the wooden blocks, which function as establishment sites for individual plants, are possible factors that promote the development of the pteridophyte community.

Keywords: *pteridophyte, species composition, species richness, slope protection work, revegetation*

キーワード: シダ植物, 種組成, 種多様性, 法面保護工, 緑化

1. はじめに

近年の緑化事業は、土壌流亡の防止など無機的環境の保護だけでなく、事業地やその周辺の生物多様性の保全、周辺景観との調和、アメニティー機能の創出といった多様な面に配慮して行われるようになってきている。しかし、緑化地の構成要素について研究対象とされるのは、植栽木等の種子植物である場合が多く、シダ植物まで含めて議論されることは少ない。地上、樹上、岩上など多様な立地に生育するシダ植物は、日本の照葉樹林構成種の約3分の1をも占めることが指摘されているように¹⁾、わが国の植生を構成する重要な植物群である。これからの緑化事業では、生物多様性保全の視点から、シダ植物の定着や活用についても配慮すべきであろう。

また近年、都市部や都市近郊に残存する二次林では、樹林の小面積化に伴って森林生の種や好適湿性の種の消失が生じているが^{2), 3), 4)}、その中でもシダ植物は、林縁効果や微地形の消失等によって顕著な欠落傾向を示すことが指摘されている^{4), 5)}。樹林の小面積化に伴うシダ植物の欠落傾向は社寺林等でも認められており^{6), 7), 8)}、その保全方法の確立は、都市部や都市近郊の森林植生全般に関わる課題となっている。シダ植物の定着に配慮した緑化工法について研究していくことは、孤立化した立地におけるシダ植物相の保全に向けても有用であると考えられる。

このような背景から、著者らは、シダ植物が比較的豊富にみら

れ、様々な緑化工法が施工されている法面に着目し、シダ植物の生育状況と緑化工法との関係について調査を進めている。その過程で、土留め用に木製ブロックが設置された法面でシダ植物が特に旺盛に生育している傾向を認めた(図-1)。そこで、シダ植物の生育状況のほか、法面の地形条件や共存する種子植物の生育状況も含めて調査を行った。ここではその結果について報告する。

2. 調査地概要

調査地は、兵庫県たつの市西部、長谷川上流部の標高200 m前後に位置する長谷ダムである。長谷ダムは、農業用水の確保、洪水調節、播磨科学公園都市の開発に伴う流出増対策などを目的として建設された地域整備ダムであり、平成3年度に完成している。

長谷ダムには、ダム貯水池を周回する形で遊歩道が整備されており(図-2)、その遊歩道沿いの法面の一部に、木製ブロックを用いた法留工(木製ブロック法留工:以下、木ブロック工)が施

図-2 長谷ダム周辺の地形図
記号はプロットの名称、点線は遊歩道を示す。
等高線は10 m間隔で表記されている。

図-1 木製ブロックを用いた法留工の施工地(左)と金網ネットを用いた法留工の施工地(右)

*兵庫県立大学自然・環境科学研究所

工されている。また木ブロック工とは別に、約7cm四方の網目の金網ネットを用いた法留工（以下、金網張工）が施工された部分もある。調査はこれら2種類の法留工の施工地で行った（図－1）。

なお長谷ダム周辺には、コナラ林、アカマツ林などの二次林が広がっている。主な優占種はコナラ、アベマキ、モチツツジ、ウツギなどの夏緑樹、アラカシ、ヒサカキなどの照葉樹である。そのほかネザサ群落、スギ・ヒノキ植林、水田、造成斜面などがみられる。上郡地域気象観測所における最近10年間（1997～2006年）の年平均降水量は1265 mm、年平均気温は14.8℃であり、長谷ダムは温暖寡雨の瀬戸内式気候下にある。

3. 方法

(1) 植生調査

木ブロック工の施工地に沿って4プロット（B1, B2, B3, B4）、金網張工の施工地に沿って4プロット（W1, W2, W3, W4）を設置した（図－2）。プロットの大きさは、水平方向に10 m、法面の斜面上下方向に1 mである。プロットの設置位置は、法留工の施工領域や植被の均一性に配慮して決定した。プロットの地形条件と遊歩道上の林冠植被率を表－1に示す。斜面角度は60°前後、林冠植被率は80%弱（算出方法については後段）であるが、プロットW3およびW4でそれぞれ若干小さい。

上記のプロットを1×1 mの調査区に区分し植生調査を行った。調査区の植生を低木層と草本層に区分し、各階層に出現した維管束植物のリストを作成した後、各階層の高さおよび植被率と出現種の被度（%）を目測した。植生調査は2006年11月および2007年6月に行った。また遊歩道上の光条件を調べるために、各調査区の法面から1 m離れた位置で全天空写真を撮影し、LIA for Win 32⁹⁾を用いて遊歩道上の林冠植被率を算出した（表－1）。撮影は2007年6月に行った。

(2) データ解析

出現種をシダ植物、高木（小高木を含む）、低木（小低木を含む）、草本（シダ植物、つるを除く）、つるの5生活形に区分し、生活形ごとに総種数、平均種数、平均被度を求めた。また出現種を在来植物と帰化植物に区分した。シダ植物の平均種数と平均被度、林冠植被率の平均値については、プロットB1, B2, B3, B4を含む群（以下、木ブロック工群）とプロットW1, W2, W3, W4を含む群（以下、金網張工群）の2群間で比較を行った（マ

表－1 プロットにおける地形条件および林冠植被率

斜面角度と林冠植被率についてはプロット内に設置された調査区の平均値±標準偏差（n = 10）、斜面方位については範囲を示している。

プロット	法留工	斜面角度	斜面方位	林冠植被率 (%)
B1	木ブロック工	63.4±0.8	N5E～N8E	79.7±2.3
B2	木ブロック工	60.4±1.5	S60E～S52E	78.0±5.3
B3	木ブロック工	60.1±1.2	N50W～N46W	78.0±8.0
B4	木ブロック工	61.8±1.5	N48E～N54E	76.7±2.4
W1	金網張工	63.5±2.0	N10E～N64E	79.3±4.5
W2	金網張工	62.0±2.0	N78E～S50E	77.8±4.9
W3	金網張工	51.4±1.6	N88W～N50W	67.0±10.4
W4	金網張工	57.0±2.8	S78E～S48E	44.4±7.6

表－2 各プロットにおける生活形別および全種での総種数

括弧内の数値は全種に対する割合（%）を示す。

プロット	シダ	高木	低木	草本	つる	全種
B1	8(17.4)	6(13.0)	6(13.0)	23(50.0)	3(6.5)	46
B2	7(22.6)	6(19.4)	3(9.7)	12(38.7)	3(9.7)	31
B3	7(35.0)	1(5.0)	3(15.0)	6(30.0)	3(15.0)	20
B4	10(45.5)	3(13.6)	1(4.5)	6(27.3)	2(9.1)	22
W1	4(7.5)	9(17.0)	5(9.4)	33(62.3)	2(3.8)	53
W2	2(3.9)	4(7.8)	4(7.8)	37(72.5)	4(7.8)	51
W3	1(4.5)	1(4.5)	1(4.5)	17(77.3)	2(9.1)	22
W4	0(0.0)	2(11.1)	1(5.6)	14(77.8)	1(5.6)	18

ン・ホイットニーのU検定)。高木、低木、草本の区分、在来植物と帰化植物の区分については植物図鑑^{(10), (11), (12), (13), (14), (15)}を参照した。

調査区間の組成的類似性と種の出現類似性について検討するために、TWINSPANによる分類をPC-ORD⁽⁶⁾を用いて行った。解析には種の在・不在データを用い、4回以下の出現回数（出現頻度5%以下）の種は除いた。また群落に含まれる調査区数等を考慮し、第3段階までの分割により得られた結果を用いた。

4. 結果

(1) 種数および被度

8プロット全体で合計108種が出現し、そのうちシダ植物が14種、高木が18種、低木が10種、草本が61種、つるが5種であった。各プロットにおける総種数を表－2に示す。シダ植物の総種数の範囲は木ブロック工群で7～10種、金網張工群で0～4種であり、木ブロック工群で大きい傾向が認められた。調査区あたりの平均種数を表－3、平均被度を表－4に示す。シダ植物の平均種数の範囲は木ブロック工群で2.5～4.8種、金網張工群で0.0～2.1種、シダ植物の平均被度の範囲は木ブロック工群で28.7～81.6%、金網張工群で0.0～7.7%であり、総種数の場合と同様、いずれも木ブロック工群で大きい傾向が認められた。

シダ植物の平均種数と平均被度について木ブロック工群と金網張工群で比較したところ、いずれも木ブロック工群で有意に大きかった（マン・ホイットニーのU検定、 $p<0.0001$ ）。しかし、林冠植被率の平均値を2群間で比較したところ、木ブロック工群で有意に大きく（マン・ホイットニーのU検定、 $p<0.05$ ）、林冠植被率がシダ植物の種数や被度に影響している可能性が考えられた。そこで林冠植被率が同程度であり、プロットの設置箇所も近接したプロットB1とW1、プロットB2とW2について林冠植被率の平均値、シダ植物の平均種数と平均被度を比較した。その結果、林冠植被率の平均値についてはいずれにおいても有意な差は認められなかったが（マン・ホイットニーのU検定、 $p>0.5$ ）、平均種数と平均被度についてはそれぞれプロットB1、プロットB2で有意に大きかった（マン・ホイットニーのU検定、 $p<0.01$ ）。

(2) シダ植物各種の出現頻度

シダ植物各種の出現頻度を表－5に示す。出現頻度の大きかったシダ植物はイノモトソウ、ミゾシダ、ゲジゲジシダ等であった。木ブロック工群で出現し、金網張工群では全くあるいはほとんど出現しないという種が多かったが、トラノオシダとオクマワラビについては金網張工群での出現頻度が大きかった。

(3) TWINSPANによる分類

TWINSPANによる分類結果を図3に示す。調査区は4群落

表－3 各プロットにおける調査区（1×1 m）あたりの生活形別平均種数（平均値±標準偏差、n = 10）

プロット	シダ	高木	低木	草本	つる
B1	3.7±1.1	1.3±1.2	1.0±0.9	5.5±3.3	0.6±0.7
B2	2.5±1.3	1.7±1.4	0.8±0.8	2.5±1.2	0.7±0.7
B3	3.3±0.8	0.1±0.3	0.8±0.8	1.5±0.7	0.4±0.7
B4	4.8±1.5	0.4±0.5	0.4±0.5	1.9±0.9	0.3±0.7
W1	2.1±0.9	2.3±1.3	1.9±1.1	13.2±1.8	1.0±0.0
W2	0.8±0.4	1.4±1.0	1.1±0.7	14.3±2.4	2.0±1.1
W3	0.1±0.3	0.6±0.5	0.1±0.3	6.4±1.6	0.9±0.6
W4	0.0±0.0	0.5±0.5	0.3±0.5	7.3±1.5	0.9±0.3

表－4 各プロットにおける調査区（1×1 m）あたりの生活形別平均被度（%）（平均値±標準偏差、n = 10）

プロット	シダ	高木	低木	草本	つる
B1	28.7±13.7	13.9±30.9	2.5±3.9	8.7±7.6	0.3±0.7
B2	32.0±18.4	40.5±38.9	18.7±25.7	1.7±1.2	2.4±3.1
B3	58.8±19.8	2.5±7.9	37.7±39.1	10.2±18.0	1.4±3.3
B4	81.6±16.2	7.2±15.8	25.2±33.9	9.7±12.5	0.7±1.9
W1	7.7±4.9	30.8±36.8	27.9±37.1	29.5±8.4	1.9±1.6
W2	3.4±4.8	29.0±30.8	3.6±6.1	48.1±28.7	3.8±5.1
W3	1.0±3.2	14.6±26.5	5.0±15.8	55.5±18.5	5.8±7.8
W4	0.0±0.0	20.2±34.7	0.5±1.6	57.6±16.5	5.8±5.8

(A, B, C, D) に分類され、イノモトソウ、ミゾシダ等が分類の際に指標となる種として抽出された。木ブロック工群に属する調査区はほぼ全て群落 C あるいは D に分類され、金網張工群に属する調査区は全て群落 A あるいは B に分類された。

種群および群落の組成を表-6 に示す。種群 1 はヨモギ、オニタビラコ、メドハギ等の路傍や耕作地に生育する雑草、オニウシノケグサ、ナガハグサ等の外来植物といった草本を主としていたが、シダ植物のうちオクマワラビとトラノオシダも含んでいた。種群 2 および種群 3 は、高木、低木、草本、つるから構成されておりシダ植物は含んでいなかった。種群 4 はイノモトソウ、ミゾシダ、ゲジゲジシダ等シダ植物を多く含んでいた。木ブロック工群に属する調査区のほとんどが分類された群落 C および D では(図-3)、シダ植物を多く含む種群 4 の出現頻度が大きく、草本を主とした種群 1 の出現頻度が小さかった。

5. 考察

(1) シダ植物の種数

シダ植物の総種数や平均種数は、金網張工群よりも木ブロック工群で大きい傾向が認められた(表-2, 3)。また平均種数については、林冠植被率に有意な差が認められず、プロットの設置箇所も近接したプロット B1 と W1、プロット B2 と W2 での比較においても、やはり木ブロック工群に属するプロット(それぞれ B1 および B2) で有意に大きかった。シダ植物の種数には、林冠植被率や、後述するように尾根や谷といった地形条件も影響していると考えられるが、これらの結果から、工法はシダ植物の種数に影響する主な要因の一つであると判断される。

木ブロック工群におけるシダ植物の単位面積あたりの平均種数に着目すると、プロット 10m²あたり 8.0 種 (n = 4)、調査区 1 m²あたり 3.6 種 (n = 40) であった。長谷ダム周辺で得られた植生調査資料¹⁷⁾ からシダ植物の平均種数を算出すると、調査面積 50~400m²の二次林(アカマツ-モチツツジ群集)で 1.3 種 (n =

表-5 木ブロック工群および金網張工群におけるシダ植物の出現頻度 (%)

括弧内の数値は被度 (%) の平均値±標準偏差 (n = 40) を示す。

種名	木ブロック工群	金網張工群	全出現回数
イノモトソウ	100.0(39.1±27.1)	7.5(<0.1)	43
ミゾシダ	77.5(2.7±3.7)	0.0	31
ゲジゲジシダ	45.0(3.0±5.3)	0.0	18
トラノオシダ	0.0	42.5(1.7±3.0)	17
オクマワラビ	5.0(0.2±0.8)	22.5(1.3±3.2)	11
ヒメシダ	27.5(0.5±1.0)	0.0	11
オオバノイノモトソウ	25.0(1.2±2.9)	0.0	10
スギナ	25.0(0.3±0.8)	0.0	10
ヒメワラビ	22.5(1.9±4.7)	0.0	9
シケシダ	17.5(0.8±2.3)	0.0	7
ヤマヤブソテツ	5.0(<0.1)	2.5(0.1±0.8)	3
ベニシダ	5.0(0.4±1.7)	0.0	2
ホシダ	2.5(0.2±1.1)	0.0	1
イノデ	2.5(<0.1)	0.0	1

図-3 TWINSpan による群落分類

分岐における数値は固有値、種名は分類の際に指標となった種を示す。括弧内の数値は各群落に分類されたプロットの調査区数を示す。

15)、調査面積 1~15m²のススキ群落で 1.0 種 (n = 5)、調査面積 200~400m²のスギ・ヒノキ植林で 5.6 種 (n = 7) であった。これらの数値からみても、木ブロック工群におけるシダ植物の種数は、調査面積に比して大きい傾向が認められた。木ブロック工の施工地は、シダ植物の種多様性の大きい立地であるといえる。

(2) シダ群落の種組成

TWINSpan の結果に着目すると、シダ植物の出現頻度が大きかった木ブロック工群に属する調査区(表-5)は、ほぼ全て群落 C あるいは D に分類され、金網張工群に属する調査区が分類された群落 A および B と明瞭に区分された(図-3)。これら群落 C および D は、シダ植物を多く含む種群 4 の出現頻度が大きいだけでなく、路傍や耕作地に生育する雑草等の草本を主とした種群 1 の出現頻度が小さいという組成的特徴をもっていた(表-6)。また草本の種数や被度に着目すると、木ブロック工群ではそれらの数値が金網張工群と比較して小さい傾向が認められ

表-6 TWINSpan により分類された群落における各種の出現頻度 (%)

各群落に含まれるプロットの調査区数については図-3 を参照。下線は群落分類の際に指標となった種を示す。

種群	生活形	在・帰 ^a	群落			
			A	B	C	D
種群 1						
ヨモギ	草本	在来	85.0	90.5	17.4	0.0
ヌルデ	高木	在来	50.0	57.1	4.3	25.0
オニタビラコ	草本	在来	30.0	81.0	0.0	0.0
メドハギ	草本	在来	45.0	57.1	4.3	0.0
オニウシノケグサ	草本	帰化	100.0	0.0	0.0	0.0
コモチマンネングサ	草本	在来	0.0	90.5	4.3	0.0
ナガハグサ	草本	帰化	0.0	85.7	8.7	0.0
タチイヌノフグリ	草本	帰化	50.0	42.9	0.0	0.0
アオツツラフジ	つる	在来	35.0	33.3	8.7	0.0
トラノオシダ	シダ	在来	0.0	81.0	0.0	0.0
コナスビ	草本	帰化	0.0	66.7	8.7	0.0
カラスノエンドウ	草本	在来	25.0	47.6	0.0	0.0
シナダレスズメギヤ	草本	帰化	55.0	19.0	0.0	0.0
オオアレチノギク	草本	帰化	45.0	19.0	0.0	0.0
カスマグサ	草本	在来	0.0	57.1	4.3	0.0
メマツヨイグサ	草本	帰化	50.0	9.5	0.0	0.0
オクマワラビ	シダ	在来	5.0	38.1	4.3	6.3
ヒメジョオン	草本	帰化	10.0	42.9	0.0	0.0
オランダミミナグサ	草本	帰化	30.0	19.0	0.0	0.0
ナガハモミジイチゴ	低木	在来	0.0	38.1	0.0	0.0
ノガリヤス	草本	在来	0.0	38.1	0.0	0.0
ヤクシソウ	草本	在来	10.0	19.0	0.0	0.0
ヤブヘビイチゴ	草本	在来	0.0	23.8	4.3	0.0
コウゾリナ	草本	在来	10.0	14.3	0.0	0.0
ノヂシヤ	草本	帰化	0.0	23.8	0.0	0.0
種群 2						
ヘクソカズラ	つる	在来	55.0	81.0	39.1	6.3
セイタカアワダチソウ	草本	帰化	25.0	81.0	39.1	6.3
イタドリ	草本	在来	0.0	57.1	8.7	18.8
ミヤコイバラ	低木	在来	15.0	33.3	21.7	0.0
ナガバタチツボスミレ	草本	在来	0.0	47.6	13.0	0.0
ノグルミ	高木	在来	0.0	28.6	13.0	0.0
タチツボスミレ	草本	在来	0.0	19.0	8.7	0.0
種群 3						
オトコエシ	草本	在来	55.0	52.4	60.9	12.5
ヒノキ	高木	在来	0.0	38.1	34.8	0.0
コナラ	高木	在来	0.0	23.8	17.4	0.0
ヒメハギ	草本	在来	0.0	19.0	8.7	6.3
フジ	つる	在来	0.0	14.3	17.4	0.0
オカトラノオ	草本	在来	0.0	9.5	8.7	6.3
種群 4						
イノモトソウ	シダ	在来	0.0	19.0	100.0	100.0
ミゾシダ	シダ	在来	0.0	0.0	78.3	75.0
ウツギ	低木	在来	0.0	47.6	39.1	50.0
ゲジゲジシダ	シダ	在来	0.0	4.8	60.9	18.8
ススキ	草本	在来	10.0	28.6	34.8	6.3
ドクダミ	草本	在来	0.0	0.0	21.7	56.3
ヒメシダ	シダ	在来	0.0	0.0	13.0	50.0
オオバノイノモトソウ	シダ	在来	0.0	0.0	21.7	31.3
スギナ	シダ	在来	0.0	0.0	0.0	62.5
ヒメワラビ	シダ	在来	0.0	0.0	34.8	6.3
シケシダ	シダ	在来	0.0	0.0	0.0	43.8
キブシ	低木	在来	0.0	4.8	21.7	0.0
ニシノホンモンジスゲ	草本	在来	0.0	9.5	4.3	18.8
ネザサ	草本	在来	0.0	0.0	8.7	25.0

^a在来植物あるいは帰化植物。

た（表－2, 3, 4）。このように、木ブロック工群ではシダ植物が豊富である一方、路傍や耕作地に生育する雑草等の草本が欠落する傾向が認められた。

木ブロック工群における草本の欠落、特に路傍や耕作地に生育する雑草等の欠落は、主として、それらの発芽・定着の場となる木製ブロックの間隙奥がブロックによる遮光によって光量不足となることに起因していると考えられる。逆に、金網張工群に属する調査区が分類された群落 A および B（図－3）では、草本を主とした種群 1 の出現頻度が大きかったが（表－6）、これは、金網張工の施工地が平滑で間隙のない開放的環境下にあることに起因しているであろう。

シダ植物各種の出現頻度に着目すると、木ブロック工群で出現し、金網張工群では全くあるいはほとんど出現しないという種がほとんどであったが、オクマワラビとトラノオシダについては木ブロック工群よりも金網張工群での出現頻度が大きかった（表－5）。また、これら 2 種は TWINSpan によって種群 1 に分類され、多くのシダ植物が分類された種群 4 には含まれなかった（表－6）。これらの結果から、この 2 種の生育適地はその他のシダ植物と異なることが示唆される。しかし、これら 2 種も野外でその他のシダ植物と混生している状況がしばしば観察されることから、今回示された 2 種の出現傾向が一般的なものであるかどうか各地での傾向を確認する必要がある。

（3）シダ群落の成立要因とその緑化への応用

前述のように木ブロック工群ではシダ植物の種数や被度が大きく、また、湿地的環境でよくみられるヒメシダや湿り気のある地を好むシケシダ¹⁸⁾も確認された（表－5）。これらは、植物個体の定着場所となる木製ブロックの間隙奥が湿性環境にあり、シダ植物の胞子の発芽、前葉体から胞子体への発生、さらに胞子体の生育に適した立地であることを示している。湿性環境の発生要因としては、木製ブロックによる遮光によって適度な暗さが維持されやすいこと、木製ブロックによって法面全体が被覆されており土壌水分が蓄積されやすいこと、遊歩道上の林冠植被率が比較的大きく（表－1）法面がある程度被陰されていることなどが挙げられる。また、シダ植物が豊富であった木ブロック工群の中でも、プロット B4 はシダ植物の種数や被度が他の 3 プロットと比較して特に大きかったが（表－2, 3, 4）、これは、プロット B4 が谷奥の北東向き斜面に位置しており（図－2）、他のプロットと比較してより湿性な環境におかれやすいことに起因しているのかもしれない。

大規模造成樹林でシダ植物の生育状況を調査した松井ほか¹⁹⁾は、樹冠に覆われた小水路護岸で多くのシダ植物を確認しているが、この結果の要因として小水路護岸における適度な暗さと湿度を挙げている。環境条件の定量的評価が必要であるが、このような湿性環境の発生に関連する要素、つまり木製ブロックの間隙や小水路護岸といった微地的立地やそれら微地的立地を含有する地形条件は、緑化地においてシダ植物の定着を導く際、また都市孤立林においてシダ植物の保全を図っていく際に特に重要な要素であるといえる。シダ植物の定着における湿性環境の重要性については、孤立林の事例研究^{4), 7), 8), 20)}からも指摘されている。

また、木ブロック工の施工地はシダ植物の種多様性の大きい立地であったが、その構成種はイノモトソウ、ミゾシダ、ゲジゲジシダ、オクマワラビ、オオバノイノモトソウ、スギナ等、本州暖地の山野にごく普通にみられる種²¹⁾であった。木ブロック工はシダ植物の定着を促す効果をもった工法であるといえるが、今後、本工法がこのような普通種だけでなく、出現頻度のより小さい種の定着にも寄与するかどうか調査・検証していく必要がある。さらに本研究だけでは調査環境条件の幅が狭いため、緑化全般への応用や利用可能性について検討するために事例研究の蓄積が必要

である。

長谷ダムのように、木ブロック工を部分的に取り入れた遊歩道沿いの法面は、植物群落の成立要因について学ぶ環境学習・環境教育の場としても有効であろう。木製ブロックやその他の材料を用いた法留工が、無機的環境の保護といった従来の機能に加え、保全上の課題や多様な社会的ニーズに対応して有効に機能することが今後期待される。

謝辞

本研究を進めるにあたり、現地調査では神戸大学の福井 聡氏にご協力いただきました。一部のシダ植物については兵庫県立大学の鈴木 武氏に同定していただきました。データ入力の際には柏谷 泉氏にご協力いただきました。法留工について兵庫県西播磨県民局の木村圭祐氏より情報をいただきました。また本論文をまとめるにあたり、兵庫県立人と自然の博物館の岩槻邦男館長にご校閲いただきました。以上の皆様方に心より感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 服部 保・石田弘明・小館誓治・南山典子（2002）：照葉樹林フロアの特徴と絶滅のおそれのある照葉樹林構成種の現状：ランドスケープ研究 65, 609-614
- 2) 服部 保・上甫木照春・小館誓治・熊懷恵美・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, 217-222
- 3) Iida, S. and Nakashizuka, T. (1995) : Forest fragmentation and its effect on species diversity in sub-urban coppice forests in Japan : Forest Ecology and Management 73, 197-210
- 4) 石田弘明・戸井可名子・武田義明・服部 保（2002）：大阪府千里丘陵一帯に残存する孤立二次林の樹林面積と種多様性、種組成の関係：植生学会誌 19, 83-94
- 5) Murakami, K., Maenaka, H. and Morimoto, Y. (2005) : Factors influencing species diversity of ferns and fern allies in fragmented forest patches in the Kyoto city area : Landscape and Urban Planning 70, 221-229
- 6) 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
- 7) 石田弘明・服部 保・武田義明・小館誓治（1998）：兵庫県南東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 48, 1-16
- 8) 石田弘明・服部 保・小館誓治（2001）：日本海側における孤立化した照葉樹林の樹林面積と種多様性、種組成の関係：植物地理・分類研究 49, 149-161
- 9) 山本一清：LIA for Win 32 (LIA 32) : ホームページ<<http://www.agr.nagoya-u.ac.jp/~shinkan/LIA32/index.html>>, 2005.2.22 更新, 2007.4.1 参照
- 10) 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編（1981）：日本の野生植物 草本Ⅲ 合弁花類：平凡社, 259pp
- 11) 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編（1982a）：日本の野生植物 草本Ⅰ 単子葉類：平凡社, 305pp
- 12) 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫（1982b）：日本の野生植物 草本Ⅱ 離弁花類：平凡社, 318pp
- 13) 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫編（1989a）：日本の野生植物 木本Ⅰ：平凡社, 321pp
- 14) 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫編（1989b）：日本の野生植物 木本Ⅱ：平凡社, 305pp
- 15) 清水建美編（2003）：日本の帰化植物：平凡社, 337pp
- 16) McCune, B. and Mefford, M. J. (2006) : PC-ORD, Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 5 : MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- 17) アジア航測株式会社（2007）：長谷ダム ダム水辺の生物調査報告書（河総（県）第 0-0-S5 号）
- 18) 岩槻邦男編（1992）：日本の野生植物 シダ：平凡社, 311pp
- 19) 松井理恵・村上健太郎・森本幸裕（2003）：都市近郊における大規模造成樹林地の自然回復度評価－シダ植物を指標として－：日本緑化学会誌 29, 119-124
- 20) 村上健太郎・松井理恵・前中久行・森本幸裕（2003）：京都市内孤立林におけるシダ植物の種組成と微地形との関係：ランドスケープ研究 66, 513-516
- 21) 田川基二（1959）：原色日本羊歯植物図鑑：保育社, 270pp