

都市公園「帯広の森」で植栽後 33 年を経て定着した在来草本・木本の分布と林分タイプとの関係

宮崎直美^{1,3)}・三浦華織²⁾・平田昌弘^{*3)}

- 1) 岩手大学大学院連合農学研究科 The United Graduate School of Agricultural Science, Iwate University
- 2) 帯広畜産大学 Obihiro University of Agricultural and Veterinary Medicine
- 3) 帯広の森・はぐくむ Obihiro no Mori Haguku-mu

摘要: 都市域の人工林の再生過程を把握するため、植栽後 33 年が経過した落葉広葉樹林、常緑針葉樹林および針広混交林に区分される植栽地で、同地に定着した在来草本・木本の分布と林分タイプとの関係を検討した。年間を通して暗い光環境である常緑針葉樹林および針広混交林の針葉樹が多い場所では、林床でミヤコザサなどの特定の種が単独で優占しにくく、多くの在来草本・木本種の定着がみられた。春に明るい光環境である落葉広葉樹林および針広混交林の広葉樹が多い場所等では、林床でミヤコザサが単独で優占し、草本植物のオオバナノエンレイソウおよびユキザサは定着できる可能性が考えられた。一方、木本植物は定着が阻害された可能性が考えられた。

キーワード: 都市域, 人工林, 侵入定着, 林相, 林床優占種, 光環境

MIYAZAKI, Naomi, MIURA, Kaori and HIRATA, Masahiro: **The distribution of native herbaceous and woody plants in different forest stand types planted 33 years ago in Obihiro no Mori, an Urban Park.**

Abstract: To understand the establishment of an artificial urban forest the distribution of native herbaceous and woody plants in coniferous, broad-leaved and mixed stand types was studied. In coniferous stands and a coniferous area of mixed stands there were low-light conditions year-round and no specific species, such as *Sasa nipponica*, was dominant, but native herbaceous and woody plants were found to grow better. Brighter light conditions in the spring in broad-leaved stands and the broad-leaved area of mixed stands led to *S. nipponica* dominating and several native herbaceous species growing better as well, possibly suppressing the growth of woody plants.

Key words: urban area, artificial forest, establishment, forest stand, understory plants, light condition

1. はじめに

都市への過度な人口の集中、産業化が進んだことにより、1970 年代以降、国内において都市の環境保全や防災等の機能、生物の生息空間の確保、レクリエーションやコミュニティの場として、都市緑地が注目された³⁾。都市域で新たに草木を植えて緑地を造成する場合、植栽地の植物種多様性は植栽した草木の更新、周辺植生からの種子散布などによる自然侵入植物および過去の土地利用による植物の残存物などからの繁殖や生育による影響が大きい。都市人工林での植物種の侵入定着を扱った研究は照葉樹人工林における事例が多い^{9-11, 15, 17-19)}。都市域に新たに創出された落葉広葉樹人工林での侵入定着の報告は少なく¹²⁾、針葉樹人工林についての事例は国内では見当たらない。

また、樹冠を構成する高木種は、林内の微気象に影響を与えると同時に、下層植生の出現と生育を制限する重要な要因である²⁾。したがって、都市人工林での林相の違いは、植栽

木の更新、自然侵入植物ならびに過去の土地利用による植物の残存物の繁殖と生育に影響を与えると考えられる。

そこで本研究では北海道帯広市の都市域を事例として人工林の再生過程を把握するため、植栽後 33 年が経過した落葉広葉樹林、常緑針葉樹林および針広混交林に区分される植栽地を対象に、同地に定着した在来草本・木本の分布と林分タイプとの関係を明らかにすることを目的とした。

2. 調査地と調査方法

2.1 調査地の概要

図-1 に調査地の概要を示した。調査地は、北海道帯広市の都市公園「帯広の森」(406.5 ha)にある 1983 年植栽地 (3.9 ha) である。調査地の地形は河岸段丘面の台地、土壌は乾性腐植質火山灰土壌、潜在植生はカシワ (*Quercus dentata* Thunb.)、ミズナラ (*Quercus crispula* Blume) と報告されている⁵⁾。植栽以前の調査地は農耕地として利用され、中央に列状の防風林 (180 m) があつた。1971 年当時、防風林の

* 連絡先著者 (Corresponding author) : 〒080-8555 北海道帯広市稲田町西 2 線 11 番地 E-mail : masa@obihiro.ac.jp



図-1 調査地の概要
Fig. 1 Location of the study site

現況はカラマツ (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière) -ミヤコザサ (*Sasa nipponica* (Makino) Makino et Shibata) 群落であり⁵⁾、調査地の植栽以前には防風林の多くが伐採された。調査地の植栽当時、中央に残された線状の防風林跡と広場 (0.17 ha) 以外はかつて農耕地であった。1983年植栽地は地域本来の自然林の再生が目指されている⁵⁾。植栽概要としてはハルニレ (*Ulmus davidiana* Planch. var. *japonica* (Rehder) Nakai) 500本、チョウセンゴヨウ (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) 2,800本など12種9,100本が2×3m間隔で植栽された。植栽当時の表土は、イネ科草本などが生育する状態であった。その後の育成管理として、2007年に835本が間伐された。帯広市⁶⁾による帯広の森での樹木の生育状況調査では、調査地の植栽木の残存率は20.2%であり、2010年時点で1,800本が残存する状態である。現在、調査地内は落葉広葉樹林と常緑針葉樹林、境界で2つの林がモザイク状に混交した針広混交林で構成されている。調査地は北西部で河岸段丘崖からなる周辺植生自然林区と隣接する。周辺植生自然林区の段丘崖上部はミズナラ-ミヤコザサ群落、低地はヤチダモ (*Fraxinus mandshurica* Rup.) -オオバナノエンレイソウ (*Trillium camschatcense* Ker Gawl.) 群落である⁵⁾。また、調査地東側の道路を挟んで他の植栽地、南側には農耕地がそれぞれ隣接する。他の植栽地も1983年に

植栽され、チョウセンゴヨウなどを中心とした常緑針葉樹林となっている。

2.2 林相、林床優占種の区分と相観植生図の作成

調査地を踏査し、林相 (林冠優占種)、林床優占種の組み合わせによる相観植生図を作成した。林相については、落葉広葉樹林、針広混交林、常緑針葉樹林、上層木なし、広場・通路・防風林跡に区分した。林床優占種について、調査地では特定の種が単独で林床を優占する場所がみられ、特定の種が被度25%以上で優占する場所を、ミヤコザサ、オオアワダチソウ、トクサ (*Equisetum hyemale* L.) とし、それ以外の植物種が被度10%以上で優占する場合はその他に区分した。以下、林相-林床優占種の組み合わせで各林分タイプを示す。調査地の踏査と相観植生図の作成は2015年5月に実施した。

相観植生図から、林分タイプごとの面積を算出した。相観植生図の作成と林分タイプごとの面積の算出には、GISソフト (株式会社マップコン PC-Mapping) を用いた。

2.3 林相ごとの光環境調査

落葉広葉樹林、常緑針葉樹林の各3ヶ所、針広混交林の落葉広葉樹と常緑針葉樹の優占下の各3ヶ所および上層木なしの区域の1ヶ所で光量子センサー (Apogee CAP-SQ-110) を地上1.3mの高さに設置し、午前6時~午前7時まで1分ごとの光合成有効光量子束密度を測定した。また、調査地外にある広場の樹冠に覆われていない全天下の定点でも地上1.3mの高さで同時刻に光合成有効光量子束密度を測定した。記録はデータロガー (T&D CTD-MCR-4) に収録した。光環境調査は、各林相と全天下の1ヶ所ごとに2016年5月と9月の各月1日ずつ実施した。

得られたデータから、各林相の1時間の積算光合成有効光量子束密度と全天下の1時間の積算光合成有効光量子束密度から、相対光合成有効光量子束密度 (以下 rPPFD) を算出し、各林相の平均値を算出した。

2.4 調査対象種の選定と分布調査

草本対象種4種、木本対象種7種、計11種の調査地全域における分布を調査し、分布図を作成した。対象種は十勝地方の自然林を特徴づける植物種を選定した¹⁴⁾。また、種子散布型により分布パターンが異なると予想されたため、これらの11種は風散布型、鳥散布型、付着動物散布型、アリ散布型、散布型不明をそれぞれ選定した。草本種は風散布のオオウバユリ (*Cardiocrinum cordatum* (Thunb.) Makino var. *glehnii* (F.Schmidt) H.Hara)⁷⁾、付着動物散布のハエドクソウ (*Phryma leptostachya* L. subsp. *asiatica* (H.Hara) Kitam.)¹⁶⁾、アリ散布のオオバナノエンレイソウ⁴⁾、散布型不明のユキザサ (*Maianthemum japonicum* (A.Gray) LaFrankie) とし、それらの開花個体の位置を記録した。木本種は風散布のイタヤカエデ (*Acer pictum* Thunb.)¹⁾、カラコギカエデ (*Acer ginnala* Maxim. var. *aidzuense* (Franch.) K.Ogata)¹⁾、ヤチダモ¹³⁾、ハルニレ¹³⁾、鳥散布のハリギリ (*Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz.)¹⁾、アズキナシ

(*Aria alnifolia* (Siebold et Zucc.) Decne.)¹⁾, マユミ (*Euonymus sieboldianus* Blume)¹³⁾とし、樹高 1.3 m 以上の幼木 (樹高 1.3 m 以上で林冠の 15 m に達しておらず、開花・結実をおこなっていない個体) の位置を記録した。位置情報は GPS (Germin GPSMAP64s) で計測し分布図上に手書きで示した。木本分布調査の対象を樹高 1.3 m 以上としたのは、林床で優占するオオアワダチソウの平均草高である 1.2 m を超えて、生育が安定した状態を木本植物の定着と考えたためである。草本の分布調査は 2015 年 6 月～8 月、木本の分布調査は 2016 年 10 月～11 月に実施した。

得られたデータから、林分タイプごとの各種の個体数を集計し、林分タイプごとの面積から個体密度を算出した。さらに、林分タイプごとの各種の個体密度の差を X² 適合度検定

により分析した。各種の個体数の集計は GIS ソフト (株式会社マブコン PC-Mapping), 個体密度の算出と X² 適合度検定は Excel を用いた。

3. 結果

3.1 林分タイプの区分と林相ごとの光環境

表-1 に調査地における林相-林床優占種で区分した林分タイプごとの面積, 構成比, 林相ごとの rPPFD を, 図-2 に調査地の相観植生図および光環境測定地点を示した。各林分タイプについて, ハルニレ林の落葉広葉樹林 (以下広葉樹区) (0.53 ha) では林床優占種ミヤコザサの 1 タイプが占めていた。ハルニレ・チョウセンゴヨウ林の針交混交林 (以下混交

表-1 調査地における林相-林床優占種で区分した林分タイプごとの面積, 構成比, 林相ごとの rPPFD

Table 1 Area and composition ratio of each type by forest stand and understory plant and rPPFD of each forest stand for the study site

林相	広葉樹区 (ハルニレ林)		混交区 (ハルニレ・チョウセンゴヨウ林)					針葉樹区 (チョウセンゴヨウ林)			上層木なし			広場・通路・防風林跡	合計	
	ミヤコザサ	小計	ミヤコザサ	トクサ	オオアワダチソウ	その他	小計	ミヤコザサ	オオアワダチソウ	その他	小計	ミヤコザサ	オオアワダチソウ			小計
面積 (ha)	0.53	0.53	0.21	0.23	0.02	0.27	0.74	0.21	0.09	1.73	2.04	0.19	0.04	0.24	0.36	3.90
構成比 (%)	14	14	5	6	1	7	19	5	2	44	52	5	1	6	9	100
rPPFD (%) 春	33.7	—	24.2		NR	5.9	—	NR	NR	7.6	—	NR	50.2	—	NR	—
rPPFD (%) 夏	9.4	—	12.4		NR	3.5	—	NR	NR	8.8	—	NR	43.1	—	NR	—

NR: 記録なし

表-2 林分タイプごとの草本対象種 4 種および木本対象種 7 種の個体数と個体密度

Table 2 Number and density of four herbaceous and seven woody target plants by each forest type

林分タイプ		広葉樹区		混交区			針葉樹区			上層木なし		広場・通路・防風林跡	合計
		ミヤコザサ	ミヤコザサ	トクサ	オオアワダチソウ	その他	ミヤコザサ	オオアワダチソウ	その他	ミヤコザサ	オオアワダチソウ		
オオウバユリ	個体数 (個)	4	3	4	0	11	59	0	1,073	40	0	0	1,194
	個体密度 (個/ha)	8	14	17	0	41	281	0	620	211	0	0	—
ハエドクソウ	個体数 (個)	88	80	5	0	1,310	186	10	6,336	120	0	10	8,145
	個体密度 (個/ha)	166	381	22	0	4,852	886	111	3,662	632	0	28	—
オオバナノエンレイソウ	個体数 (個)	55	5	0	0	14	27	0	162	13	2	0	278
	個体密度 (個/ha)	104	24	0	0	52	129	0	94	68	50	0	—
ユキザサ	個体数 (個)	42	102	6	0	65	55	0	157	0	0	61	488
	個体密度 (個/ha)	79	486	26	0	241	262	0	91	0	0	169	—
イタヤカエデ	個体数 (個)	2	1	0	0	1	10	0	72	16	0	2	104
	個体密度 (個/ha)	4	5	0	0	4	48	0	42	84	0	6	—
カラコギカエデ	個体数 (個)	1	3	3	0	9	3	2	29	3	0	0	53
	個体密度 (個/ha)	2	14	13	0	33	14	22	17	16	0	0	—
ヤチダモ	個体数 (個)	21	27	173	32	144	173	61	1,639	39	3	0	2,312
	個体密度 (個/ha)	40	129	752	1,600	533	824	678	947	205	75	28	—
ハルニレ	個体数 (個)	31	6	17	7	41	55	13	598	59	0	18	845
	個体密度 (個/ha)	58	29	74	350	152	262	144	346	311	0	50	—
ハリギリ	個体数 (個)	5	26	85	3	45	29	3	397	3	0	3	599
	個体密度 (個/ha)	9	124	370	150	167	138	33	229	16	0	8	—
アズキナシ	個体数 (個)	0	6	20	0	20	9	1	106	5	1	1	169
	個体密度 (個/ha)	0	29	87	0	74	43	11	61	26	25	3	—
マユミ	個体数 (個)	5	0	12	0	3	2	0	17	3	0	3	45
	個体密度 (個/ha)	9	0	52	0	11	10	0	10	16	0	8	—

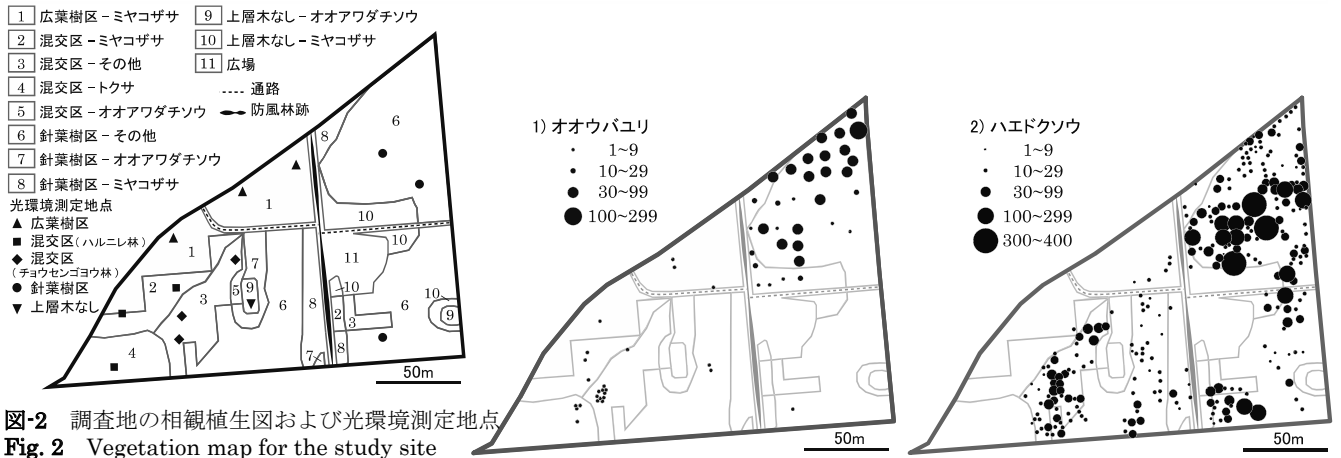


図-2 調査地の相観植生図および光環境測定地点
 Fig. 2 Vegetation map for the study site and light environment measurement points



図-3 調査地における草本・木本対象種の計11種の分布
 Fig. 3 Distribution of herbaceous and woody plants (11 species in total) for the study site

区) (0.74 ha) は、ミヤコザサ、オオアワダチソウ、トクサ、その他の4タイプに区分された。その他での林床植物としては、チョウセンゴミシ (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.), フッキソウ (*Pachysandra terminalis* Siebold et Zucc.), キツリフネ (*Impatiens noli-tangere* L.) などが認められた。チョウセンゴヨウ林の常緑針葉樹林 (以下針葉樹区) (2.04 ha) は調査地の林相の52%を占め、ミヤコザサ、オオアワダチソウ、その他に区分された。針葉樹区の林床では、その大半がその他で占められていた。上層木なし (0.24 ha) は、ミヤコザサ、オオアワダチソウに区分された。各林相における rPPFD は、春は広葉樹区で33.7%と高く、混交区のハルニレ林で24.2%、混交区のチョウセンゴヨウ林で5.9%、針葉樹区で7.6%であった。夏は広葉樹区で9.4%、混交区のハルニレ林で12.4%、混交区のチョウセンゴヨウ林で3.5%、針葉樹区で8.8%であった。また、上層木なしで春は50.2%、夏は43.1%と春・夏とも最も高い結果であった。

3.2 草本分布

表-2に林分タイプごとの草本対象種4種および木本対象種7種の個体数と個体密度、図-3に調査地における草本・木本対象種の計11種の分布を示した。調査地内にはハエドクソウ8,145個体、オオウバユリ1,194個体、ユキザサ488個体、オオバナノエンレイソウ278個体が存在した。各種の林分タイプごとの個体密度の差を X^2 適合度検定により分析した結果、各種の林分タイプごとの個体密度は有意に偏って分布した ($\alpha < 0.05$)。各種の林分タイプごとの個体数と個体密度は、オオウバユリは調査地の北東側に分布が集中し、表-3より個体密度は針葉樹区-その他で高かった。ハエドクソウは広範囲に多数分布し、個体密度は混交区および針葉樹区のその他で高かった。オオバナノエンレイソウは広範囲にまばらに分布し、個体密度は針葉樹区および広葉樹区のミヤコザサ、針葉樹区-その他で高かった。ユキザサも広範囲にまばらに分布し、個体密度は混交区および針葉樹区のミヤコザサ、混交区-その他で高かった。

また、草本対象種4種とも、混交区のオオアワダチソウ、トクサ、針葉樹区-オオアワダチソウ、上層木なし-オオアワダチソウで個体密度は低かった。

3.3 木本分布

調査地内にはヤチダモ2,312個体、ハルニレ845個体、ハリギリ599個体、アズキナシ169個体、イタヤカエデ104個体、カラコギカエデ53個体、マユミ45個体が存在した (図-3)。各種の林分タイプごとの個体密度の差を X^2 適合度検定により分析した結果、各種の林分タイプごとの個体密度は有意に偏って分布した ($\alpha < 0.05$)。各種の林分タイプごとの個体数と個体密度は、イタヤカエデは調査地の北東側に分布が集中し、表-2より個体密度は上層木なし-ミヤコザサ、針葉樹区のミヤコザサ、その他で高かった。カラコギカエデは広範囲にまばらに分布し、混交区-その他で個体密度が高かった。ヤチダモおよびハルニレは広範囲に多数分布し、両種と

も個体密度は特に混交区-オオアワダチソウ、針葉樹区-その他で高かった。ハリギリおよびアズキナシは広範囲に多数広がり、両種とも個体密度は混交区-トクサで最も高く、混交区および針葉樹区のその他でも高かった。マユミは林縁や通路脇を中心に分布し、個体密度は特に混交区-トクサで高かった。

また、対象種7種とも、広葉樹区および混交区-ミヤコザサ、上層木なし-オオアワダチソウで個体密度は低かった。

4. 考察

4.1 林相ごとの光環境と林床優占種

広葉樹区および混交区の広葉樹の優占下では、春のrPPFDがそれぞれ、33.7%、24.2%と高かったため、樹冠を構成するハルニレの林床では展葉前の春の光環境の明るさがミヤコザサ、トクサの優占に影響していると考えられた。また、調査地中央の上層木なしの区域では春・夏ともrPPFDが40.0%以上と高かったため、明るい光環境がオオアワダチソウの優占に影響していると考えられた。これらのことから、針葉樹区および混交区のオオアワダチソウは、明るい光環境である上層木なしの区域や通路から侵入した可能性がある。針葉樹区および混交区の針葉樹の優占下では、春・夏ともrPPFDがそれぞれ、10.0%以下、6.0%以下と低かったため、ミヤコザサなどの特定の種が単独で優占するほどの明るさではないと考えられた。針葉樹区の林縁、上層木なしの区域および通路に接する場所では、光環境が明るいことが予想され、ミヤコザサの優占に影響していると考えられた。

ササの生育と光環境に関して、チマキザサの研究事例によると⁸⁾、ササは明るいギャップの葉で盛んに光合成をおこなひ、そこで生産された同化産物を暗い林冠下の部位に地下茎をから転流させ、光補償点に近い林冠下の部位の生育を可能にしているとされる。調査地でのミヤコザサ群落は拡大途上で、現在生育しない場所にも今後広がっていく可能性がある。

4.2 林分タイプの違いによる在来草本・木本の定着

針葉樹区-その他では、オオウバユリ、ハエドクソウ、オオバナノエンレイソウ、イタヤカエデ、ヤチダモ、ハルニレ、ハリギリ、アズキナシの個体密度が高い傾向にあった。他の林分タイプと比較して、最も多くの対象種が針葉樹区-その他に分布する傾向がみられた。混交区-その他でもハエドクソウ、ユキザサ、カラコギカエデ、ハリギリ、アズキナシの個体密度が高い傾向にあった。針葉樹区および混交区のその他は、チョウセンゴヨウの樹冠により年間を通して暗い光環境のため、林床ではミヤコザサなどの特定の種が単独で優占しにくく、多くの在来草本・木本植物種が林床で定着したと考えられた。

また、草本植物は混交区のオオアワダチソウ、トクサ、針葉樹区-オオアワダチソウ、上層木なし-オオアワダチソウではどの種も個体密度が低かった。草本植物はオオアワダチソウ

ウヤトクサが優占する林床では、競合して定着しにくいと考えられた。木本植物は広葉樹区および混交区のミヤコザサ、上層木なし-オオアワダチソウではどの種も個体密度が低かった。一方で、混交区のオオアワダチソウ、トクサ、針葉樹-ミヤコザサではヤチダモ、ハルニレなどの木本植物の個体密度が高い傾向にあった。これらの場所では木本植物がオオアワダチソウなどの侵入よりも早く林床で定着したために、林床優占種との競合に優位だった可能性が考えられた。このことから、広葉樹区および混交区のミヤコザサが優占する林床では、木本植物はミヤコザサと競合して定着しにくいことが考えられた。これらの場所での木本植物の定着には、ミヤコザサの林床への侵入時期が関わっている可能性が考えられた。

また、草本植物ではオオバナノエンレイソウが針葉樹区および広葉樹区のミヤコザサで、ユキザサが針葉樹区および混交区のミヤコザサで個体密度が高い傾向にあった。これらの場所でオオバナノエンレイソウ、ユキザサは、ミヤコザサと共に定着できる可能性がある。しかし、その定着の要因については今回の結果からは明らかにできなかった。

5. おわりに

本研究では都市域の人工林の再生過程を把握するため、植栽後 33 年が経過した落葉広葉樹林、常緑針葉樹林および針広混交林に区分される植栽地を対象に、同地に定着した在来草本・木本の分布と林分タイプとの関係を検討した。年間を通して暗い光環境である常緑針葉樹林と針広混交林の針葉樹が多い場所では、林床でミヤコザサなどの特定の種が単独で優占しにくく、多くの在来草本・木本種の定着がみられた。そのため、今回得られた光環境条件などの結果は、常緑針葉樹を植栽した人工林に多様な在来草本・木本を定着させるための有益な情報を提供できるものと考えられる。また、調査地の目標林は落葉広葉樹を主体とした自然林であり、林床ではミヤコザサが優占しつつも局所的に在来草本・木本が生育する状態が目指されている。今回得られた光環境条件などを踏まえ、ミヤコザサ単独の優占を抑えることができる落葉広葉樹林の立木密度等の検討も必要である。各林分の立木密度、樹種、樹種の混交具合、面積、周辺環境の条件などのさらなる調査については今後の課題である。

また、春に明るい光環境である落葉広葉樹林では林床でミヤコザサが単独で優占し、草本植物はオオバナノエンレイソウ、ユキザサの定着がみられた場所があり、木本植物は定着が阻害された可能性が考えられた。草本植物および木本植物の定着の要因を明らかにするため、林分の生育段階とミヤコザサなどの林床への侵入過程、その他の植物種の自然侵入過程との関係についても今後検討すべき課題としたい。

引用文献

- 1) 浅野貞夫・桑原義晴 (1990) 日本山野草・樹木生態図鑑, シダ類・裸子植物・被子植物 (離弁花). 全国農村教育協会, 664 pp.
- 2) 李 宙営 (2005) 臨海埋立地に植栽後 23 年経過した植栽林における植生構造の多様性と実生出現の規定要因. 都市公園, 171: 86-90.
- 3) 市村恒士・黒澤和隆 (2005) 都市林の二酸化炭素固定効果に関する研究-北海道帯広市「帯広の森」を事例として-. 日本建築学会環境系論文集, 597: 81-87.
- 4) 大原 雅 (2010) 北海道における低地林開発と自然環境保全教育との共生. 開発こうほう, 568: 36-40.
- 5) 帯広市都市開発部公園緑地課 (1975) 帯広の森計画基礎調査報告書, 79 pp.
- 6) 帯広市都市建設部みどりの課 (2010) 帯広の森木質バイオマス賦存量調査業務報告書, 347 pp.
- 7) 近藤哲也 (2009) 野生植物の種子発芽特性の解明と植生回復への利用に関する研究. 日本緑化工学会誌, 34(3): 441-442.
- 8) 齋藤智之・清和研二・西脇亜也・菅野 洋・赤坂臣智 (2000) ブナ天然林におけるギャップ周辺の光環境とチマキザサの分布. 日本林學會誌, 82(4): 342-348.
- 9) 坂本圭児 (1984) 植栽された照葉樹林の更新に関する基礎的研究-林床の実生個体群-. 緑化研究, 6: 36-49.
- 10) 坂本圭児 (1985) 植栽された常緑広葉樹林におけるアラカシ実生個体群の動態 -大阪, 万博記念公園の更新について-. 緑化研究, 7: 179-190.
- 11) 塩田麻衣子・中村彰宏・松江那津子 (2004) 植生管理を行った都市内の人工照葉樹林と都市近郊二次林における木本実生の種多様性. 日本緑化工学会誌, 30(1): 116-120.
- 12) 田端敬三・森本幸裕 (2012) 都市内再生林の造成後早期に侵入定着した木本実生の生長特性. ランドスケープ研究, 75(5): 431-434.
- 13) 傳甫潤也・岡村俊邦・堀岡和晃・田代隆志 (2011) 北海道自然堤防帯における河畔林の現状と管理方針の提案. 応用生態工学, 14(1): 45-62.
- 14) 十勝大百科事典刊行会 (1993) 十勝の自然, 180 pp.
- 15) 夏原由博・國友淳子・山崎一夫 (2000) 大阪府内の都市人工林における実生の種組成. 日本緑化工学会誌, 25(4): 607-610.
- 16) 沼田 真・浅野貞夫 (1970) 日本植物生体図鑑 合弁類 II. 築地書館, 173 pp.
- 17) 服部 保・小野由紀子・鍛冶 清・石田弘明・鈴木 武・岩崎正浩 (2001) 臨海部における照葉人工林の種多様性と種子供給源の関係. ランドスケープ研究, 64(5): 545-548.
- 18) 服部 保・南山典子・川村真紀子・小野由紀子・石田弘明 (2003) 照葉人工林の種多様化に関する研究. ランドスケープ研究, 66(5): 509-512.
- 19) 星野義延・笠原 聡・奥富 清・亀井裕幸 (1996) 東京湾臨海埋立地の草原植生への樹木の侵入と定着. 森林立地, 38(1): 62-72.

(2017 年 7 月 18 日受理)