

札幌市における孤立林の植物相と林分属性の関係

舟根 香織・並川 寛司
北海道教育大学教育学部札幌校生物学教室

The relationship between flora and attributes of fragmented forest stand in Sapporo City

Kaori FUNANE and Kanji NAMIKAWA

Biological Laboratory, Hokkaido University of Education, Ainosato 5-3-1, Sapporo 002-8502, Japan

Summary

The relationships between species richness or species composition and attributes of forest stand were studied in 14 fragmented forests scattered in Sapporo City, central Hokkaido. Number of species in tree (≥ 10 m in height) and herbaceous (below 0.5 m) layer positively correlated with area of forest stands, which resulted in difference in species composition among forest stands. The increase in number of species and characteristic species composition in relatively large forest might be caused by the occurrence of species with inclination to wet habitats such as valley and streams. Moreover, species richness in herbaceous and shrub ($0.5 \text{ m} \leq \text{height} < 2.0 \text{ m}$) layer depended on the diversity of crown density indicating heterogeneity of light conditions in forest floor. These facts suggest that heterogeneity of forest floor environment such as soil moisture and light conditions were responsible for the species richness and species composition in fragmented forest stands.

はじめに

都市近郊では、人間による様々な干渉(農耕地化, 人工林地化, 市街地化など)によって森林の減少, 消失が急速に進んでいる。その結果, 大面積の森林が分断・細分化され, 住宅地や農耕地などに取り囲まれて孤立する現象が起こっている。この分断・細分化された森林は, 孤立林(forest island あるいは fragmented forest; 前迫 1983)と呼ばれている。これら都市に隣接して存在する孤立林は, 生物生息空間(ビオトープ)や市民と自然とのふれあいの場として機能しているばかりでなく, 都市景観の重要な要素にもなっている。このように多様な機能を持つ孤立林の保護や保全を議論する際, その機能を科学的な根拠に基づいて示す必要がある。特に, ビオトープとしての機能を示すためには, 動・植物相(ファウナおよびフロラ), 種の行動あるいは分布などについての資料を系統的に収集することが必要である。

札幌市は, 1970年の政令都市化以降急速に市街地化が進み, 「都市近郊林」と呼ばれる身近な森林の減少はこの30年間で4300haにも達している。しかし, 市街地化による緑の減少に対する市民の懸念や環境意識の高まりによって, 札幌市

緑化推進条例の制定(1977年)や札幌市緑の基本計画の策定(1982年)が行なわれ, 札幌市内の孤立林の多くが緑地保全地区などに指定され保護されてきた。これらの保全緑地は, さまざまな動・植物の生育場所, 自然観察や環境教育の実践の場としての役割を果たすことが期待されているが, 基本的な動・植物相に関する情報さえも提示されていないのが実情である。また, 札幌市と同様市街地化によって森林の分断・細分化が顕著な地域での研究によれば, 森林の断片化とそれに伴う林分面積の減少は, 植物種数の減少や生育環境の多様性の低下を招くことが指摘されている(服部ほか 1994; Iida & Nakashizuka 1995; 石田ほか 1998)。しかし, 札幌市内に存在する孤立林を対象にこのような観点から行われた研究はほとんどみられない(矢部ほか 1998)。したがって, 本研究は札幌市内の孤立林を対象に, その植物相を明らかにし, 植物種数と林分属性との間の関係について検討することを目的に行なった。

本研究を行なうに際し, 北海道環境科学研究センター環境GIS科科長金子正美氏には, 地理情報に関するデータの収集に際し数多くの助力をいただいた。また, 北海道教育大学札幌校生物学教室の学生諸氏には野外調査に多大な協力を

いただいた。皆様に心から感謝申し上げます。

調査地

札幌市内で、孤立林が数多く分布する札幌市の南東部を調査地とした(図1)。調査地に分布する孤立林のうち、相対的にコナラ *Quercus serrata* Thunb.あるいはミズナラ *Quercus mongolica* Fischer var. *grosseserrata* (Blume) Rehd. et Wils. が優占する14の孤立林分を対象に野外調査を行なった。以後、これらの林分を調査林分と呼ぶこととする。調査林分のうち4ヶ所が都市緑地保全法に基づく保全緑地、3ヶ所が都市緑地、2ヶ所が地区公園に指定されていた(札幌市指定)。また、1ヶ所は北海道指定の学術自然保護地区であった(表1)。残りの林分は、学校の所有地、社寺林、私有地であった。いずれの調査林分においても、林床植物に対する人為的な干渉(例えば、踏みつけやゴミの投機)が見られたが、その規模や強さは小さかった。

調査地の地質は第四紀洪積世の地質、すなわち粘土と砂からなる野幌層と熔結凝灰岩などの支笏火山噴出物によって特徴づけられる(瀬川 1974)。14の調査林分のうち9林分はこの地質の上に分布していた。残りの調査林分の地質については、4林分は軽石流が再堆積した厚別砂層、1林分は高位河岸段丘礫層であった(札幌地下資源調査所 1956; 北海道立地下資源調査所 1974)。

調査地の気候は、最寄りの札幌気象官署における1951年から1980年までの30年間の観測記録によれば、年平均気温8.0℃、年平均降水量1158.3mmであった。月平均最高気温

は8月の21.3℃、月平均最低気温は1月の-4.9℃であった。また、降水は秋季から冬季に偏っている点で特徴的である(札幌管区気象台 1982)。暖かさの指数(WI: 吉良 1948)は68.1℃・月であり、温量的に冷温帯に属し、落葉広葉樹林帯の領域にある。

調査地の森林は、伐採や山火事跡地に成立した二次林と人工林(主としてカラマツ *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr. の植栽)から構成されていた。二次林には、ミズナラ、コナラ、クリ *Castanea crenata* Sieb. et Zucc., カシワ *Quercus dentata* Thunb. が優勢な萌芽再生林と、シラカンバ *Betula platyphylla* Sukatchev var. *japonica* (Miq.) Hara あるいはヤマナラシ *Populus sieboldii* Miquel が優占する山火再生林がみられた(佐藤 1992)。コナラとミズナラは火山灰土壌や乾燥した立地に分布する種であり(伊藤 1987)、調査林分の多くが支笏火山噴出物の上に分布することから、調査地の原植生はミズナラとコナラが主体の森林であることが推定される。

調査方法

地形図および航空写真判読

調査地における森林の断片化の過程を把握するために、異なる年代に発行された地形図を用い森林の分布状態の比較を行った(調査地の一部約3200haを対象、図1参照)。比較対象とした地形図は、札幌市が政令指定都市に指定された1970年直後の1971年および最新の1998年、その中間の1985年に発行されたものである。これらの地形図上で、土地利用区分の凡例から調査地に分布する森林を確認し、その面

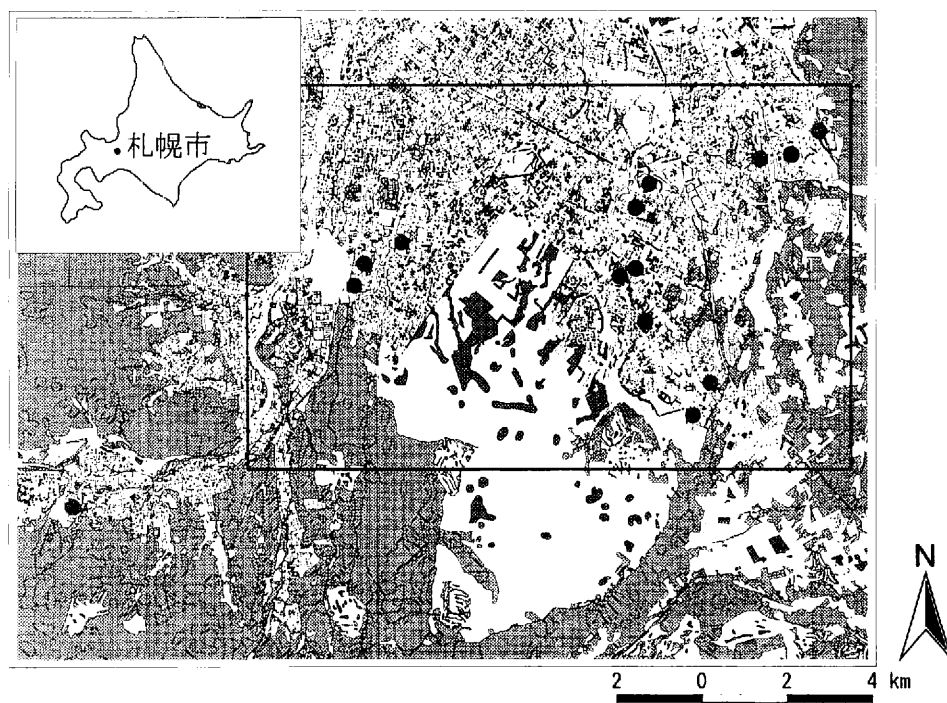


図1 調査地と調査林分の位置。実線で囲んだ部分は、地形図によって森林の分布状態の推移を測定した範囲。

●: 調査林分 ■: 森林



1971年



1985年



1998年

図2 図1の実線で囲んだ地域における森林の分布状態の推移。○: 地下鉄駅

積と林分数を測定した。

調査林分を含む航空写真を用い、林分ごとに樹冠疎密度を50%から100%まで10%刻みに5段階で判読した。樹冠疎密度の各段階に相当する部分の面積を測定し、総面積に対する比から Shannon の多様度指数 $H(e)$ (Pielou 1969) を算出し、これを森林構造の多様性とみなした。

調査林分の番号は、林分をその面積の小さい順に並べ、その順位にしたがって付した。

野外調査

各調査林分で、林内(林縁から10m以上内側に入った部分

表1 調査林分の一覧

調査林分 No.	公園・緑地の名称 あるいは所有機関	備考
1	北野坂の上緑地保全地区	都市緑地保全法(札幌市)
2	真駒内桜山緑地保全地区	都市緑地保全法(札幌市)
3	札幌南陵高等学校	—
4	三里塚緑地保全地区	都市緑地保全法(札幌市)
5	札幌新陽高等学校	—
6	北海道電力	—
7	観霊院	—
8	もみじ台緑地	都市緑地(札幌市)
9	青葉緑地	都市緑地(札幌市)
10	熊の沢公園	地区公園(札幌市)
11	大谷地の森公園	学術自然保護地区(北海道条例)
12	西岡中央公園	地区公園(札幌市)
13	清田第二緑地保全地区	都市緑地保全法(札幌市)
14	たかくら緑地	都市緑地(札幌市)

全体を林内とした)の植物相を草本層(高さ0.5m未満)、低木層(0.5m以上2m未満)、亜高木層(2m以上10m未満)、高木層(10m以上)の4つの階層に分け、層別に記録した。

林内における植物の出現と乾湿条件との間の相関を明らかにするために、微地形と地表の水分状態から「乾性地」、「適潤地」、「湿性地」を次の定義にしたがって区分した;

「乾性地」: 斜面上部から尾根にかけての平坦地やこれ以外の平坦地で水路や湿地を含まない立地。

「適潤地」: 傾斜が15°以上20°未満の斜面上、

「湿性地」: 水路の周囲や湿地など土壌水分が多い立地。

各区分に60個の方形区(1m²)を設定し、出現植物種の記録と被度の測定を行った。

帰化植物を除く植物の学名および和名は大井(1957, 1983)、帰化植物は長田(1976)に拠った。

解析方法

植物の出現と乾湿条件との相関を明らかにするために、「乾性地」、「適潤地」、「湿性地」への出現の偏りについて χ^2 値を算出し検定した。

階層ごとの種数と各調査林分の属性との間の相関を、積率相関係数によって検定した。林分属性として、林分面積、林分の周囲長、林分の形の複雑さ(Di; Patton 1975)、樹冠疎密度の多様度の4項目を取りあげた。

結果

森林面積と林分数の変化

1971, 1985, 1998年発行の2.5万分の1地形図を用い、森林面積と林分数を測定した(図2)。調査地における総森林面積は1971年が514.7haであったのに対し、1985年が395.4ha、1998年には357.1haと27年間で30.6%減少した。一方、林分数は1971年が67林分であったのに対し、1985年には135林分、1998年には145林分と同じ期間に2.2倍に増加した。

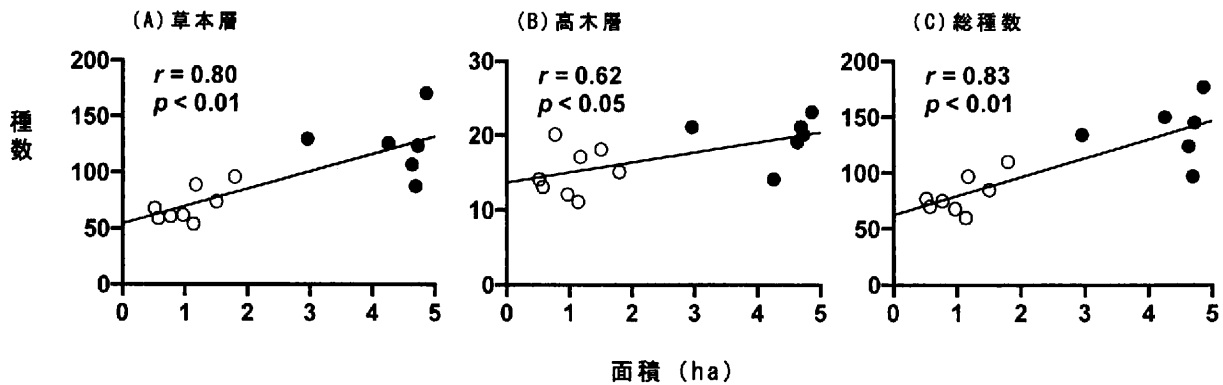


図3 林分面積と出現種数の相関.

●:「湿性地」を含む林分 ○:「湿性地」を含まない林分

植物相

林内に出現した種は、14調査林分で合計271種であった。階層別にみると、草本層で260種、低木層で95種、亜高木層で56種、高木層で45種であった(表2)。

出現した植物のうち保護上重要な種として、北海道レッドリスト(北海道環境生活部 2000)において絶滅危急種に指定されているフクジュソウ *Adonis ramosa* Franch., カキラン *Epipactis thunbergii* A. Gray, 希少種に指定されているヤマシヤクヤク *Paeonia japonica* (Makino) Miyabe et Takedaが確認された。また、札幌市という限られた範囲でみた場合、個体群サイズの低下を根拠に原(1992)が保護の必要性を指摘した種であるオオウバユリ *Lilium cordatum* (Thunb.) Koidz. var.

glehnii (Fr. Schm.) Woodcock, サワフタギ *Symplocos chinensis* (Lour.) Druce forma *pilosa* (Nakai) Ohwi, シヤクジョウソウ *Monotropa hypopitys* Linn., ミズバショウ *Lysichiton camtschatcense* (Linn.) Schottもみられた。

林分間の種組成の比較

植物の出現と乾湿条件の相関を検定した結果、「乾性地」あるいは「適潤地」に偏って出現する種はみられなかった。一方、「湿性地」に出現が偏っていた種が2種みられ、これを好湿性種とした。また、 χ^2 検定の対象とならなかった種(出現方形区数14以下の種)のうち、「湿性地」に設定した方形区に6回以上出現したが、「乾性地」および「適潤地」には出現しな

表2 14調査林分の林分属性および階層別種数

調査林分 No. ¹⁾	面積 (ha)	周囲長 (km)	形状の 複雑さ ²⁾	樹冠疎密度の 多様度 ³⁾	種数				総種数
					草本層	低木層	亜高木層	高木層	
1	0.51	0.36	1.43	0.57	67	19	26	14	76
2	0.57	0.32	1.20	0.59	58	33	21	13	69
3	0.76	0.52	1.68	0.67	60	36	34	20	74
4	0.96	0.76	2.18	0.40	61	24	25	12	67
5	1.13	0.89	2.36	0.44	53	22	14	11	59
6	1.17	0.45	1.18	0.67	88	46	27	17	96
7	1.50	0.99	2.28	1.06	73	36	24	18	84
8	1.79	0.95	2.00	0.66	95	20	20	15	109
9*	2.95	0.87	1.43	1.12	129	39	27	21	133
10*	4.25	1.29	1.77	0.97	125	46	27	14	149
11*	4.63	1.80	2.36	0.81	106	35	27	19	123
12*	4.69	1.28	1.67	0.96	87	27	28	21	96
13*	4.72	1.57	2.04	1.36	123	43	27	20	144
14*	4.86	1.73	2.21	1.26	170	52	25	23	176
合計					260	95	56	45	271

*「湿性地」を含む林分。

¹⁾ 番号は面積の小さい順に付した。

²⁾ 指数としてDi (Patton 1975)を用いた。

³⁾ Shannonの多様度指数H' (e) (Pielou 1969)によって算出した。

表3 湿性に偏って出現した種(好湿性種)

学名	和名
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	クサテツ
<i>Viola verecunda</i>	ツボスミレ
<i>Cicuta virosa</i> *	ドクゼリ
<i>Chrysosplenium grayanum</i>	ネノメク
<i>Disporum sessile</i>	ホトチャクソク
<i>Lysichiton camtschatcense</i>	ミズバショウ
<i>Polygonum thunbergii</i>	ミゾソバ
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i> *	ヤチダモ
<i>Carex lyngbyei</i>	ヤラメスガ

* χ^2 検定の結果「湿性地」に偏って出現していた種

かった種も好湿性種とした。その結果、ツボスミレ *Viola verecunda* A. Gray, ドクゼリ *Cicuta virosa* Linn., ミズバショウ, ミゾソバ *Polygonum thunbergii* Sieb. et Zucc. など9種が好湿性種に区分された(表3)。

林分間の種組成の比較

上に述べたように、「湿性地」に出現が偏る種がみられたことから、調査林分を林内に「湿性地」を含む6林分(Aグループ)と含まない8林分(Bグループ)に分け、各グループに偏って出現する種を抽出した。

表4は、一方のグループの半数以上の林分に出現するが、他方のグループの林分への出現は1林分以下である種のリストである。Aグループを特徴づける種として40種が抽出されたが、Bグループを特徴づける種はみられなかった。草本層では、Aグループを特徴づける種が27種抽出された(表4)。これらの種の中には、前述した好湿性種9種のうちの7種に加え、カサスガ *Carex dispalata* Boott, ムカゴイラクサ *Laportea bulbifera* (Sieb. et Zucc.) Weddell など相対的に湿性の立地に生育する種が多く含まれていた。低木層に出現した種のうち、Aグループに特徴的に出現する種は5種と少なかったが、そのうちオニシモツケ *Filipendula kamtschatica* (Pall.) Maxim., サワシバ *Carpinus cordata* Blume, ゼンマイ *Osmunda*

japonica Thunb.の3種は湿性の立地に生育する種であった。Aグループの亜高木層に特徴的に出現していた2種は、立地の乾湿条件に関係なく出現する種であった。Aグループの高木層に特徴的に出現する種は6種であった。これら6種の中に、好湿性種のヤチダモ *Fraxinus mandshurica* Rupr. var. *japonica* Maxim.と湿性の立地に生育するハンノキ *Alnus japonica* (Thunb.) Steud.が含まれていた。

種数と林分属性

調査林分の属性相互の相関を表5に示す。林分面積が大きくなると当然林分の周囲長も長くなることから、林分面積と周囲長は正の相関を示していた($r = 0.918, p < 0.01$) (表5)。また、林分の形状が複雑になると、それに伴って林分の周囲長も長くなることから、林分の形状の複雑さの指数 Di (Patton 1975)と周囲長との間にも正の相関が認められた($r = 0.658, p < 0.05$)。林分面積と森林構造の多様性の指標として用いた樹冠疎密度の多様度は正の相関($r = 0.767, p < 0.01$)を示していた。

階層別の種数と調査林分の属性との間の相関をみると、草本層および高木層の種数が林分面積と正の相関を示した($r = 0.80, p < 0.01; r = 0.62, p < 0.05$) [表5と図3(A), (B)]のに対し、低木層および亜高木層の種数と林分面積との間に有意な相関は認められなかった。また、各調査林分に出現した総種数と林分面積との間にも正の相関が認められた($r = 0.832, p < 0.01$) [表5と図3(C)]。

森林構造の多様性を指標する樹冠疎密度の多様度は、草本層、低木層の種数と正の相関を示した($r = 0.647, p < 0.01; r = 0.689, p < 0.01$) (表5と図4)。一方、亜高木層の種数と樹冠疎密度の多様度との間に有意な相関は認められなかった(表5)。

考 察

森林面積の減少と孤立化

調査地の森林面積は、1971年から1998年までの27年間

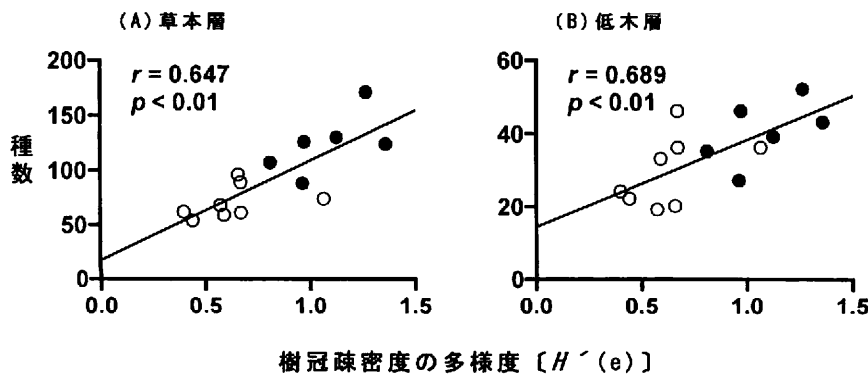


図4 樹冠疎密度の多様度と出現種数の相関。

●: 「湿性地」を含む林分
○: 「湿性地」を含まない林分

表4 湿性地を含む林分(グループ A)と含まない林分(グループ B)の種組成の比較

学名	和名	A										B				
		調査林分No.	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
草本層 (高さ0.5 m未満)																
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	クサヅク		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Osmunda japonica</i>	ゼンマイ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Filipendula kamschatica</i>	オニシメツク		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Codonopsis lanceolata</i>	ツルニシジミ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Geum aleppicum</i>	オオダマコソウ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Impatiens noli-tangere</i>	キツリフネ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asperula odorata</i>	クマバソウ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Geranium thunbergii</i>	ゲンシショウコ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lysichiton camtschaticense</i>	ミスバシヨウ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polygonum thunbergii</i>	ミゾソバ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sanicula chinensis</i>	ウマノミツク		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rumex obtusifolius</i>	エゾノキシキシ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Symplocarpus renifolius</i>	サゼンソウ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Athyrium multifidum</i>	サトシタ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Potentilla centigrana</i>	ヒメヒイチゴ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Disporum sessile</i>	ホリチヤクソウ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Clinopodium gracile</i> var. <i>sachalinense</i>	ミヤマトウバナ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Laportea bulbifera</i>	ムカゴイラクサ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>	ヤチガモ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Osmunda lancea</i>	ヤマトリゼンマイ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rubus phoenicolasius</i>	エビガライチゴ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Carex dispalata</i>	カササギ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Carex parviflora</i> var. <i>macroglossa</i>	コシユススガ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Viola verecunda</i>	ツボスミレ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cicuta virosa</i>	トクセリ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Symplocarpus nipponicus</i>	ヒメサゼンソウ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Athyrium pycnosorum</i>	ミヤマシタ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
低木層 (0.5 m以上2 m未満)																
<i>Filipendula kamschatica</i>	オニシメツク		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Carpinus cordata</i>	ササバ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Quercus serrata</i>	コナラ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ostrya japonica</i>	アサダ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Osmunda japonica</i>	ゼンマイ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
亜高木層 (2 m以上10 m未満)																
<i>Hydrangea petiolaris</i>	ツルアジサイ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Prunus ssiroi</i>	シウリザクラ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
高木層 (10 m以上)																
<i>Juglans ailanthifolia</i>	オナグルミ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Larix kaempferi</i>	カラマツ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Alnus japonica</i>	ハンノキ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cornus controversa</i>	ミスズノキ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>	ヤチガモ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Alnus hirsuta</i>	クヤマハンノキ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

に30.6%減少したのに対し、林分数は2.2倍に増加していた。このことは、大面積の森林が小面積の森林へ細分化されたことを示している。森林面積の減少速度は、前半(1971年から1985年)が8.5 ha/年、後半(1985年から1998年)の2.9 ha/年の3倍弱であった。地形図上でこの27年間の土地利用区分の変化をみると、森林から市街地へと変化した部分が多かった。この期間の初めの時期は、札幌市が政令指定都市となった1970年の4年後に札幌市東部地域開発基本計画(1974年)が策定され、調査地の市街地化が政策として進められた時期でもある。したがって、森林面積の減少と断片化は人口推移と密接な関係をもつことが予想される。事実、1970年以

降の人口の推移をみると、1970年が101万人、1985年が154万人、1998年が181万人と増加し、森林面積の減少と逆の傾向を示していた。このことは、人口増加に伴う市街地の拡大が森林面積の減少と断片化を促した一つの要因であることを示唆している。

種数と林分面積

前述したように、本研究で取り上げた地域では、この30年ほどの間に森林の断片化および森林面積の減少が進行した。森林面積の減少は、そこに生育する植物に様々な影響を与えるが、多くの研究者によって指摘されている事実として種数

表 5 林分属性と階層別種数の間の相関係数

	林分属性				階層別種数				総種数
	面積 (ha)	周囲長 (km)	形状の 複雑さ	樹冠疎密度 の多様度	草本層	低木層	亜高木層	高木層	
面積 (ha)	—	0.918**	0.326	0.767**	0.804**	0.511	0.252	0.623*	0.832**
周囲長 (km)	—	—	0.658*	0.666**	0.717**	0.404	0.072	0.515	0.747**
形状の複雑さ	—	—	—	0.136	0.144	-0.087	-0.301	0.196	0.159
樹冠疎密度 の多様度	—	—	—	—	0.647**	0.689**	0.340	—	—

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

の減少を挙げることができる (Curtis 1956; 服部ほか 1994; Iida & Nakashizuka 1995). 本研究においても、総種数と林分面積との間に正の相関が認められ、階層別に見た場合には草本層および高木層の種数が林分面積と正の相関を示していた。林分面積の減少による種数減少の要因として、個体群サイズの縮小とそれに伴う確率的要因 (個体数の変動の増加、自殖による遺伝的な衰退など) による局所的な絶滅確率の増加といった生物学的な要因と、生育環境の多様性の低下などの非生物学的な要因が挙げられる。しかし、本研究では前者の生物学的な要因に関する調査は行なわれておらず、これを検証することはできない。したがって、本稿では後者の生育環境の多様性と種数との間の関係についてのみ考察することとする。

石田ほか (1998) は、林分面積の減少に伴って斜面、谷、水路など相対的に湿性の立地が欠落し、湿性の立地に分布の中心をもつ種が出現しなくなる傾向があることを示した。また、森林の断片化や小面積化によって林内の土壌がより乾燥しやすくなることも指摘され (Levenson 1981; 服部ほか 1994)、森林の断片化と面積の減少による生育立地の乾性化が種数に大きな影響を与えていることが明らかにされてきた。本研究においても、小面積の林分には「湿性地」が欠落し、好湿性種や「湿性地」を含む林分に偏って分布する種が減少する傾向を示していた。一方、「乾性地」あるいは「適潤地」に分布が偏る種や、「湿性地」を含まない林分に特徴的に出現する種はみられなかった。これらの事実は、本調査地においても湿性の立地の欠落による生育環境の多様性の低下が種数を減少させる要因の一つであることを示唆している。しかし、好湿性種や「湿性地」を含む林分に分布が偏る種は、草本層では 27 種、高木層では 6 種にとどまっており、「湿性地」を含まない林分での種数の減少のすべてを説明することはできない (図 3 参照)。この点については以下に述べる。

種数と林分構造

植物は種や生育形によって特徴的な光—光合成曲線を示

し、生産量を最大にするような適応を示す。その結果、多様な光環境が存在している森林の下層では、その光環境に適応した種が生育し、全体として多くの種が共存可能となることが予想される。本研究では、森林の下層に到達する光の量や質が森林の上層を形成する葉群の密度に依存する (鷺谷 1996; 甲山 1998) ことに着目し、葉群密度の指標として樹冠疎密度を測定し、その多様度を森林の下層における光環境の多様性の指標と見なして種数および林分面積との相関を求めた。その結果、草本層および低木層の種数は樹冠疎密度の多様度と正の相関を示していた。また、樹冠疎密度の多様度と林分面積との間に正の相関が認められた。したがって、対象とした地域では林分面積の減少と森林の下層の光環境の均質化が、草本層および低木層の種数の減少を生じさせている一つの要因であると推定された。

まとめ

本研究の結果、森林の断片化と林分面積の減少は、「湿性地」の欠落と樹冠疎密度の多様度の低下をまねき、植物種数を減少させることが明らかになった。「湿性地」の欠落による好湿性種あるいは「湿性地」に偏って分布する種の減少は、植物の保護という点でも重要である。調査林分には北海道レッドリスト (北海道環境生活部 2000) に記載されている 3 種と原 (1992) が個体群サイズの低下を根拠に保護の必要性を指摘した種が 4 種出現していた。しかし、これらの種はいずれも相対的に湿性の立地に生育する種であり、「湿性地」の欠落によって失われる可能性が高い。「湿性地」を含む林分は谷など起伏の大きい地形を伴っている場合が多く、これらの林分が孤立林として残存している背景には、丘陵地や起伏の大きな場所は、ほかの土地利用に適さないため、孤立林として残りやすい傾向があること (中静・飯田 1996)、狭い空間に複数の土地タイプが繰り返し出現する立地は、土木工学の技術上大規模な土地改変が最近まで不可能であったこと (武内 1990) が関係している。このことは、保護が必要な種の生育場所とし

て重要である「湿性地」を含む相対的に大きな面積の林分が、今後土地改変を受ける可能性が高いことを示唆している。

引用文献

- Curtis J. T. (1956) The modification of mid-latitude grasslands and forests by man. In: *Man's role in changing the face of earth.* (ed. W. L. Thomas), pp. 721-736. University of Chicago Press, Chicago.
- 原松次 (1992) 札幌の植物. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 服部保・上南木昭春・小舘誓治・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.
- 北海道環境生活部 (2000) 北海道レッドリスト 植物. 北海道環境生活部, 札幌.
- 北海道立地下資源調査所 (1974) 札幌地盤地質図. 北海道立地下資源調査所, 札幌.
- Iida S. & 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.
- 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と種多様性, 種組成の関係. *日本生態学会誌* 48:1-16.
- 伊藤浩司 (1987) 4・4 ブナーミズナラ帯. 「北海道の植生」(伊藤浩司編著), pp. 234-281. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 吉良龍夫 (1948) 温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて. *寒地農学* 2:143-173.
- 甲山隆司 (1998) 生物多様性の空間構造と生態系における機能. 「生物多様性とその保全」(井上民二・和田英太郎編), pp. 65-96. 岩波書店, 東京.
- Levenson J. B. (1981) Woodlots as biogeographic islands in southeastern Wisconsin. In: *Forest island Dynamics in Man-dominated Landscapes* (eds R. L. Burgess & D. M. Sharpe), pp. 13-39. Springer-Verlag, New York.
- 前迫ゆり (1983) 第 30 回日本生態学会講演要旨集, pp. 30.
- 中静透・飯田滋生 (1996) 雑木林の種多様性. 「雑木林の植生管理」(亀山章編), pp. 17-24. ソフトサイエンス社, 東京.
- 大井次三郎 (1957) 日本植物誌, シダ篇. 至文堂, 東京.
- 大井次三郎 (1983) 新日本植物誌, 顕花篇. 至文堂, 東京.
- 長田武正 (1976) 原色日本帰化植物図鑑. 保育社, 大阪.
- Patton D. R. (1975) A diversity index for quantifying habitat 'edge'. *Wildlife Society Bulletin* 3: 171-173.
- Pielou E. C. (1969) *An Introduction to Mathematical Ecology.* Wiley-Interscience, New York.
- 札幌地下資源調査所 (1956) 5 万分の 1 地質図幅 札幌一第 21 号, 札幌. 札幌一第 30 号, 石山. 札幌地下資源調査所, 札幌.
- 札幌管区气象台 (1982) 北海道の気候, 1982 年版. 札幌管区气象台, 札幌.
- 佐藤謙 (1992) 札幌市とその周辺の自然概況. 「札幌の植物」(原松次編著), pp. 1-8. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 瀬川秀良 (1974) 日本地形誌, 北海道地方. 朝倉書店, 東京.
- 武内和彦 (1990) 関東平野の丘陵地の植生と土地利用. 「丘陵地の自然環境」(松井健・武内和彦・田村俊和編), pp. 97-100. 古今書院, 東京.
- 鷺谷いづみ (1996) 雑木林の林床植物の多様性と種生態. 「雑木林の植生管理」(亀山章編), pp. 78-90. ソフトサイエンス社, 東京.
- 矢部和夫・吉田恵介・金子正美 (1998) 札幌市における都市化が緑地の植物相に与えた影響. *造園雑誌* 61: 571-576.