

帯広の森における植栽林の現況評価と里山作り への提言—市民調査の結果から

Evaluation and a proposal for the forests planted for the purpose
of nature restoration in Obihiro, eastern Hokkaido :
Based on the results of forest research by residents.

丹羽 真一・渡辺 展之・渡辺 修*

Shin-ichi NIWA, Nobuyuki WATANABE and Osamu WATANABE

ABSTRACT — Obihiro's Forest is a plantation forest (406 ha) for the purpose of combining with several small fragmented forests as green-network in urban area of Obihiro city, eastern Hokkaido. In 2000, we investigated size and spatial structure of trees, seedlings, and vegetation of understory in the two broad-leaves forests planted in 1986. One site had been cut to thin in last winter (plot-A), and the other site has not been cut at all (plot-B). Size of trees is about 10-cm in mean dbh and 6-m in mean height in both plots. While density of trees was sparse by cutting to thin in plot-A, it is becoming like a "forest" gradually in plot-B so that the trees went on growing largely. Many woody seedlings were appeared in plot-B though there was less in plot-A. However, pasture grasses were dominant remarkably and forest species were few in understory vegetation of both plots. It was obviously found that it was different from that of a natural forest when we viewed from near. Hereafter, we ought to have perspective of forestation as nature restoration in order to be useful for not only human but also wildlife. Therefore, original researches on the forest and wildlife should be carried out to make management program apt for the occasion.

はじめに

自然復元のための緑化が全国各地で進められている。北海道内の例では、湿原の水涵養を目的としたもの（トラストサルン釧路，1998）、斜里町の知床百平方メートル運動地（斎藤，1989；1990；石川，1998）や大雪山国立公園の十勝三股（ひがし大雪博物館友の会，2000）など国立公園内にある代償植生の自然復元を目的としたもの、魚つき林の回復を目的としたもの、倶知安町の百年の森・帯広の森など身近な自然の復元を目的としたものなどがある。いずれも、過去の濫伐や行き過ぎた開発への反省が背景にあり、住環境の向上・野生生物の生育地づくりなどを目的としている。最近では植栽木として自然林の構成樹種（郷土種）を使うケースが次第に増えており（山岡ら，1975a；1975b）、単なる修景を目的としたものではなくなっている。また、行政が造園業者に一任するのではなく、市民の自主的な活動に依存していることが特徴である。

帯広市が進めている「帯広の森」の造成計画は、市西部にあった広大な農地を樹林化し、市内に点在する河川緑地や残存緑地と連結してグリーンベルト化しようというものである（山田編，1995）。市の基本政策にもなっているこの取り組みは、計画時期が1970年代前半と早かったことや規模の大きさなどから全国的にも注目されている（井出ほか，1996；武内，1998）。帯広の森は総面積

*さっぽろ自然調査館

405.6 ha で、造成中の人工林と帯広川・第二柏林台川の河畔林（自然林）のほか、園内には運動競技施設・パークゴルフ場・市民農園などもある。1975年に市民植栽祭が始まり、現在まで続いている。植栽木は、自生種であるカシワ・ミズナラなどや外来種のチョウセンゴヨウ・ブンゲンストウヒなど51種20万本以上にのぼる（エゾリスの会、2000）。植樹をはじめ、植栽木の枝打ち、草刈、間伐といった管理が市民活動と業者委託によって行なわれている。

最初の植栽から25年が経過して景観的には「森」としての様相が徐々に整いつつあり、植栽作業はあと10年ほどで完了するという（伊藤、1997）。その一方で、かつて「緑」はコンクリートやアスファルトに対峙するものとして画一的に肯定されてきたが、自然への理解が進み緑の質に対する意識が高まるなど、緑化に対する社会認識が計画当初とは変化してきている。こうした状況の中で、帯広の森の現況を把握し、計画の見直しを図る動きも出てきている（紺野・平工、1996；紺野・佐藤、1996；紺野・佐藤、1997；十勝地域生態研究会、1998）。

今回、筆者らはエゾリスの会の委託を受け、森林緑化が進められている帯広の森において調査する機会を得た。本調査の目的は、毎木・稚樹・林床植生の各調査によって現況を把握し、その結果を今後の管理方針の検討材料として提供することである。本調査はエゾリスの会が主催する樹木調査の学習会として実施した。伊藤育子さん・池田亨嘉さんには調査の準備全般と資料提供、宿泊の面で大変お世話になった。帯広畜産大学の紺野康夫さんには別刷の提供をいただいた。また、調査にはエゾリスの会の荒木郁子・荒木公明・池田亨嘉・石井弘之・石橋由美子・伊藤育子・伊藤福春・伊藤萌林・江渡千恵・加藤有司・杉山圭吾・鈴木千恵子・深田好子・堀ノ内清志のみなさんが参加された。以上の方々には心から感謝したい。

調査地と調査方法

(1) 調査地付近の概要

帯広市郊外の平坦な台地上にあり、車道や園内の歩道に比べると一段低くなっている。このため、融雪水や雨水が滞留しやすく、土壌はかなり湿潤である。また、全般的に牧草類の繁茂が著しい。1986年に植栽が行なわれ、カシワなどの自生種のほかブンゲンストウヒなどの外来種が生育している。カシワ・ミズナラ・チョウセンゴヨウなどではすでに種子生産を行なう段階まで成長してきている。200～300 mほど離れた場所に自然林（第二柏林台川の河畔林）がある。

(2) 固定調査区の設定

2000年7月16日、植栽密度・間伐歴が異なる2ヶ所にそれぞれ20 m×20 mの調査区を設けた。1999年11月と2000年4月に間伐を受けて密度が低い区（「スポーツの森」内）を間伐区、間伐を受けていない区（「創造の森」内）を非間伐区とした。非間伐区は、十勝地域生態研究会（1998）が調査しているカシワ植樹区Q2に隣接する。それぞれ内部を10 m×10 mの格子（4グリッド）に区切り、各格子点には杭（プラスチック製、30 cm）を差して目印とした。

(3) 毎木調査の項目

調査区内に生育する樹高1.3 m以上の植栽木について、樹種・胸高（地上から1.3 m）における周囲長・樹高・生枝下高を測定・記録した。生枝下高は、生存している横枝のうち最下部にあるものの付け根位置での高さとした。萌芽または1.3 m以下で分岐しているものについてはそれぞれの幹（枝）にナンバリングし計測した。

中途枯死木の本数、間伐木の樹種と本数についても記録した。中途枯死木は植栽後まもなく死亡したと思われるもので、立ち枯れた幹（根株）や植栽時にできた地表面のくぼみを手がかりとした。間伐木については樹皮の特徴・萌芽枝などで種を同定した。

各個体について周囲長 C (cm) をもとに胸高直径 D (cm) を算出した (式1)。胸高断面積 BA (cm²) および材積 S (m³) を胸高直径 D と樹高 H (m) から算出した (式2および3)。生産構造の指数として樹高と生枝下高 H_b (m) から樹冠深度 T (%) を求めた (式4)。また各調査区における植栽木の植栽後から調査時までの自然枯死率 M (%) を生存木 l ・中途枯死木 d ・間伐木 c の各株数から求めた (式5)。

$$D = C / \pi \quad \dots \text{(式1)}$$

$$BA = (D/2)^2 \cdot \pi \quad \dots \text{(式2)}$$

$$S = (D/100/2)^2 \cdot H \quad \dots \text{(式3)}$$

$$T = \{(H - H_b) / H\} \cdot 100 \quad \dots \text{(式4)}$$

$$M = \{d / (l + d + c)\} \cdot 100 \quad \dots \text{(式5)}$$

(4) 植栽配置・樹冠投影図の作成

各調査区において、植栽木（生存木・中途枯死木・間伐木）の配置と樹冠投影図を作成した。

(5) 稚樹調査

各調査区に3列の稚樹調査ラインを設定し、そのライン上に1m×1mの方形区を連続して20個ずつ設置した（方形区数は各60個）。各調査区内の稚樹・実生に識別用のラベルを付け、樹種の同定と高さの測定を行なった。カシワ・ミズナラの判別ができなかったものはナラ属として記録した。

(6) 林床植生の把握

稚樹調査に用いた調査ラインを使い、1m×1mの方形区を非間伐区では22個、間伐区では9個を無作為に選んで設けた。それぞれの方形区について、出現種名・被度(%)を記録し、このうち被度の大きい種（各方形区につき2～5種）については最大の高さも記録した。被度は地表からの高さが2m以下の植生に対して評価した（植栽木の横枝を含む）。出現種は、生活型・主な生育地による分類や帰化・在来の区別をした。

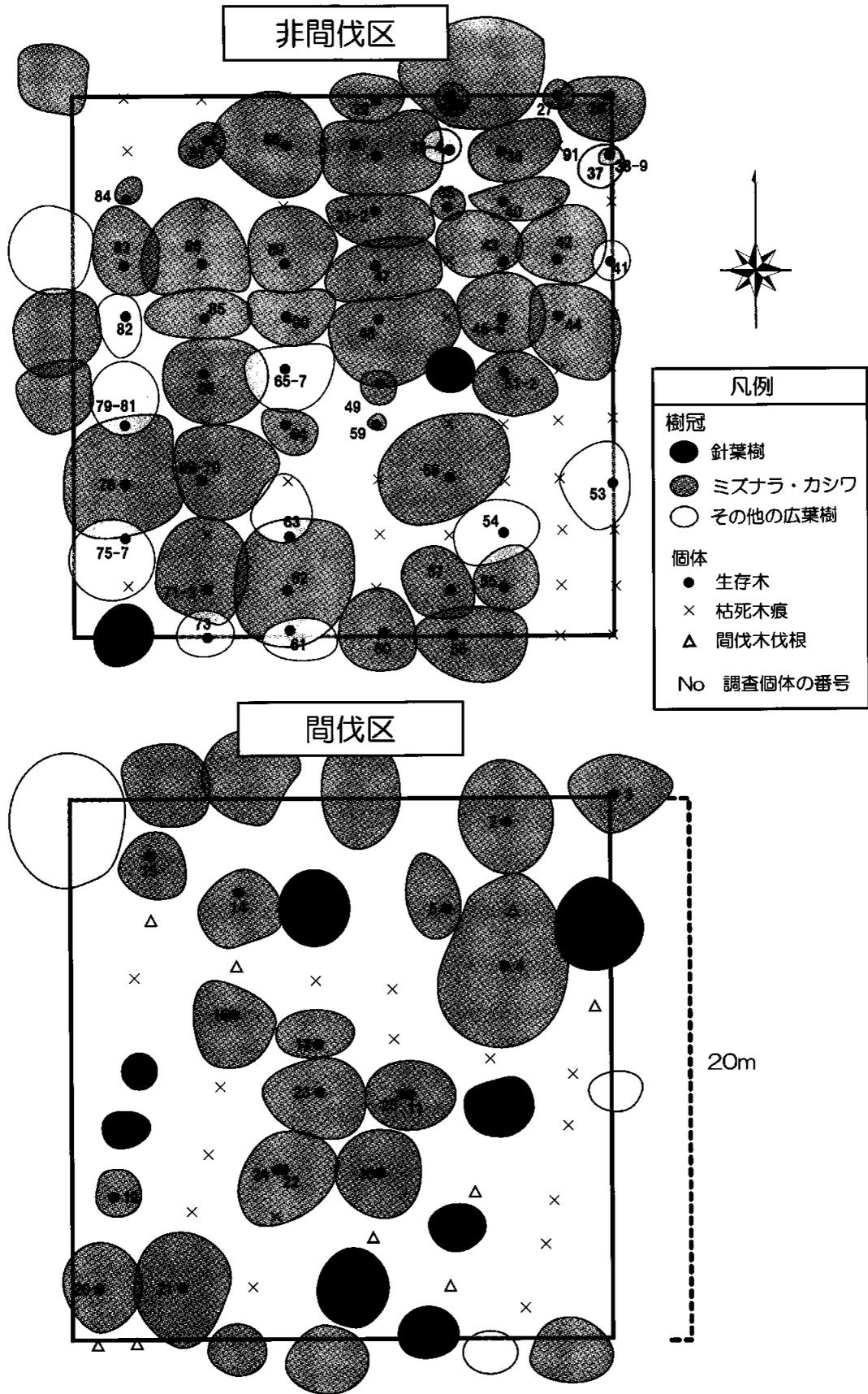
(7) 分 析

非間伐区と間伐区における各平均値の比較には Mann-Whitney の U 検定を用いた。稚樹密度と林床被度との関係を回帰分析によって検討した。各調査区の植栽後の死亡率の差については、カイ2乗検定を用いて検討した。

結 果

(1) 植栽林の構造

非間伐区では、林冠閉塞率が高く (図1a)、8種63本が生育していた (表1)。カシワ・ハシドイなどを中心に、萌芽している株が9株（萌芽枝は10本）あった。材積はヘクタール当たり30m³で、平均サイズは直径が9cm、樹高が6mだった (表2)。最大個体は、直径18cm・樹高10mのミズナラだった。直径のサイズ分布は10～15cm階にモードを持つ一山分布だった (図2)。カシワが最



帯広の森の2調査区の樹冠投影図

図 1. 樹冠投影図. (a) 非間伐区, (b) 間伐区

Fig. 1. Spatial distribution of live trees, dead trees, stumps, and crown covers of the two plantation forests. (a): non-cutting site, (b): cutting site.

表1. 植栽林の構成種の本数および材積

Table 1. The numbers and volume of each tree species in the two plots.

1) 非間伐区						
種名	自生 外来	本数	株数	萌芽 株数	材積 (m ³ /ha)	優占度 (%)
カシワ	自	42	36	6	24.3	81.1
ミズナラ	自	2	2	0	3.6	12.0
イヌエンジュ	自	5	4	1	0.4	1.3
ハルニレ	自	2	2	0	0.0	0.0
ナナカマド	(自)	1	1	0	0.2	0.6
ハシドイ	自	9	6	3	0.0	0.0
ブンゲンストウヒ	外	2	2	0	0.5	1.7
チョウセンゴヨウ	外	3	3	0	0.9	3.1
トドマツ	(自)	0	0	0	0	0
合計		63	53	10	30.0	100.0

2) 間伐区						
種名	自生 外来	本数	株数	萌芽 株数	材積 (m ³ /ha)	優占度 (%)
カシワ	自	11	9	1	5.2	37.9
ミズナラ	自	6	4	1	4.9	36.0
イヌエンジュ	自	0	0	0	0	0
ハルニレ	自	0	0	0	0	0
ナナカマド	(自)	0	0	0	0	0
ハシドイ	自	0	0	0	0	0
ブンゲンストウヒ	外	5	5	0	1.2	9.0
チョウセンゴヨウ	外	1	1	0	2.3	16.5
トドマツ	(自)	2	2	0	0.1	0.6
合計		25	21	2	13.7	100.0

※ (自) は自生種ではあるが潜在植生にない種。

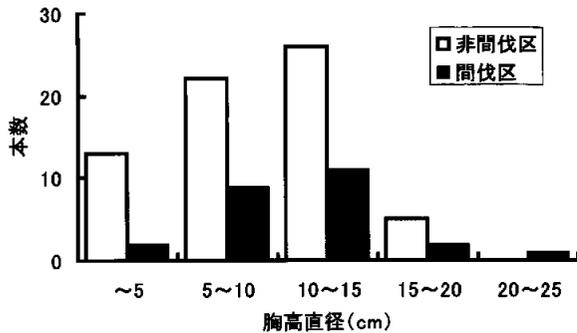


図2. 各調査区における植栽木の直径頻度分布
Fig. 2. Frequency distributions of dbh size of the two plantation forests.

も多く材積ベースで全体の81%を占めた。生枝下高は0.3~1.7mで樹冠深度は樹高の73~96%だった。自然枯死率は38.4%だった(表3)。

間伐区では、林冠閉塞率が低く(図1b)、5種25本が生育していた(表1)。ミズナラ・カシワで萌芽している株が2株あった。材積はヘクタール当たり14m³で、平均サイズは直径が11cm、樹高が6mだった(表2)。最大個体は、直径20cm・樹高9mのチョウセンゴヨウだった。直径のサイズ分布は10~15cm階にモードを持つ一山分布だった(図2)。カシワが最も多く全体の38%を占め、次いでミズナラが36%を占めた。生枝下高は0.5~2.3mで樹冠深度は樹高の74~89%だった。自然枯死率は31.9%だった(表3)。間伐木は、ブンゲンストウヒが4本、カシワが5本だった。

2つの調査区間において、平均直径・樹高・個体材積には有意な違いはなかったが(U検定; p=0.29, 0.84, 0.40)、生枝下高は間伐区の方が有意に低かった(U検定; p<0.001)。グリッド当たりの平均本数は、非間伐区が16.5本に対し間伐区では6.3本と少なかったが、グリッド数が各4個

表2. 種別の平均および最大サイズ

Table 2. Mean and maximum size of the trees of each species.

1) 非間伐区					
種名	平均			最大	
	直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	直径 (cm)	樹高 (m)
カシワ	10.5	6.4	1.7	18.0	10.0
ミズナラ	17.3	9.5	1.3	18.1	10.0
イヌエンジュ	5.1	4.2	0.9	7.5	5.0
ハルニレ	0.9	1.3	0.3	1.3	1.5
ナナカマド	6.4	7.5	0.3	6.4	7.5
ハシドイ	5.8	5.4	1.2	7.3	6.5
ブンゲンストウヒ	9.1	5.0	0.9	9.5	5.5
チョウセンゴヨウ	9.8	5.0	0.4	11.5	6.0
全種	9.2	6.0	1.4		

2) 間伐区					
種名	平均			最大	
	直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	直径 (cm)	樹高 (m)
カシワ	10.6	5.9	0.7	14.3	8.5
ミズナラ	12.7	7.3	1.0	17.2	9.0
ブンゲンストウヒ	8.3	4.6	0.5	12.4	6.0
チョウセンゴヨウ	20.1	9.0	2.3	20.1	9.0
トドマツ	4.0	3.3	0.5	5.1	4.0
全種	10.5	5.9	0.8		

表3. 植栽林の生存木・中途枯死木・間伐木

Table 3. Proportion of live, dead and cut trees.

		非間伐区	間伐区
生存木	初期本数(推定)	86	47
	本数	63	25
	株数	53	23
中途枯死木	株数	33	15
	死亡率(%)	38.4	31.9
間伐木	ブンゲンストウヒ	0	4
	カシワ	0	5

表 4. 実生・稚樹の発生状況

Table 4. Species composition of seedlings of woody plants.

1) 非間伐区						
種名	種子散布様式	本数	密度 (本/ha)	優占度 (%)	親木の 材積 (m ³ /ha)	
ミズナラ	リス・ネズミ	27	4,500	21.1	3.6	
カシワ	リス・ネズミ	17	2,833	13.3	24.3	
ナラ属 sp	リス・ネズミ	8	1,333	6.3		
ブンゲンストウヒ	リス・ネズミ	0	0	0	0.5	
チョウセンゴヨウ	リス・ネズミ	18	3,000	14.1	0.9	
トドマツ	リス・ネズミ	0	0	0	0	
イヌエンジュ	短距離*	0	0	0	0.4	
ハルニレ	風	1	167	0.8	0.0	
ヤチダモ	風	23	3,833	18.0	0	
ハシドイ	風	33	5,500	25.8	0.0	
ナナカマド	鳥	0	0	0	0.2	
ハリギリ	鳥	1	167	0.8	0	
合計		128	21,333	100	30.0	

2) 間伐区

種名	種子散布様式	本数	密度 (本/ha)	優占度 (%)	親木の 材積 (m ³ /ha)	
ミズナラ	リス・ネズミ	12	2,000	50.0	4.9	
カシワ	リス・ネズミ	2	333	8.3	5.2	
ナラ属 sp	リス・ネズミ	0	0	0		
ブンゲンストウヒ	リス・ネズミ	0	0	0	1.2	
チョウセンゴヨウ	リス・ネズミ	10	1,667	41.7	2.3	
トドマツ	リス・ネズミ	0	0	0	0.1	
イヌエンジュ	短距離	0	0	0	0	
ハルニレ	風	0	0	0	0	
ヤチダモ	風	0	0	0	0	
ハシドイ	風	0	0	0	0	
ナナカマド	鳥	0	0	0	0	
ハリギリ	鳥	0	0	0	0	
合計		24	4,000	100	13.7	

*「短距離」は風による飛散力が小さく、動物による散布頻度の低いもの。

表 5. 実生・稚樹の種別の本数と高さ

Table 5. The numbers and height of seedlings of each species.

1) 非間伐区								
種名	稚樹高 (cm)							平均
	0 5	5 10	10 15	15 20	20 25	25 30	30	
カシワ	0	1	4	8	3	1	0	18.2
ミズナラ	1	0	14	8	3	1	0	15.1
ナラ属 sp	0	0	2	5	1	0	0	17.3
チョウセンゴヨウ	0	17	1	0	0	0	0	8.6
ハシドイ	7	22	4	0	0	0	0	7.5
ヤチダモ	1	21	0	1	0	0	0	7.9
ハリギリ	1	0	0	0	0	0	0	5.0
ハルニレ	0	1	0	0	0	0	0	6.0
全体	10	62	25	22	7	2	0	11.3

2) 間伐区

種名	稚樹高 (cm)							平均
	0 5	5 10	10 15	15 20	20 25	25 30	30	
カシワ	0	0	0	2	0	0	0	18.0
ミズナラ	0	1	4	6	1	1	0	16.8
チョウセンゴヨウ	0	3	7	0	0	0	0	11.2
全体	0	4	11	8	1	1	0	14.7

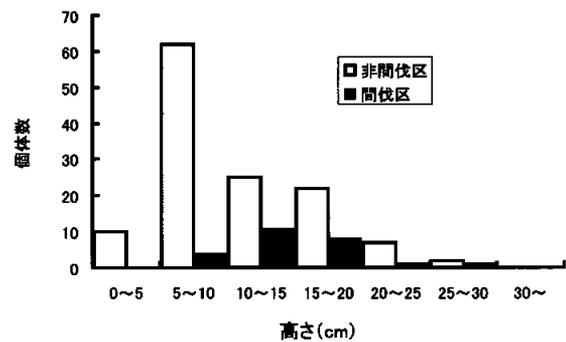


図 3. 実生・稚樹の高さの頻度分布

Fig. 3. Frequency distributions of height of the woody seedlings.

と少ないこともあり統計的に有意な差ではなかった (U 検定; $p=0.25$)。また、調査区の間で植栽後の死亡率には有意な差はなかった (カイ 2 乗検定; $p=0.91$)。

(2) 稚樹の発生状況

非間伐区では 8 種 128 本 (ha あたり 21,333 本) が出現したのに対し、間伐区では 3 種 24 本 (ha あたり 4,000 本) と、種数・密度とも有意に低かった (U 検定; $p<0.0001$, 表 4)。カシワ・ミズナラでは 2-3 年経過したものも多かったが、ハシドイ・ヤチダモではほとんどが当年実生であった。散布様式では、ハシドイ・ヤチダモの風散布種、ミズナラ・カシワといったリスやネズミなどによって散布される種が多く (ただし動物によって散布されたのではない)、ナナカマド・ハリギリなどの

表6. 植生調査区に出現した植物

Table 6. Vegetation of understory of two plantation forests.

種名	自生 外来	生活形	生育地	1) 非間伐区		2) 間伐区	
				出現頻度 (%)	平均被度 (%)	出現頻度 (%)	平均被度 (%)
イチゴツナギ属 sp	外	1・2年草	荒地	68.2	13.0		
オオヨモギ	自	多年草	荒地	59.1	16.0		
オオアワガエリ	外	多年草	荒地	40.9	8.0	33.3	0.0
ヤチダモ	自	高木	—	40.9	0.0		
カシワ	自	高木	—	31.8	3.5	11.1	1.1
ミズナラ	自	高木	—	31.8	0.8	33.3	0.2
コヌカグサ	外	多年草	荒地	27.3	5.0	100	32.2
ハシドイ	自	高木	—	27.3	1.5		
カモガヤ	外	多年草	荒地	18.2	7.3	11.1	0.0
アキタブキ	自	多年草	荒地	18.2	6.5		
シバムギ	外	多年草	荒地	18.2	1.0		
チョウセンゴヨウ	外	高木	—	13.6	0.0		
ブンゲンストウヒ	外	高木	—	9.1	5.0		
オオアワダチソウ	外	多年草	荒地	9.1	2.0		
ナガハグサ	外	多年草	荒地	9.1	1.4	100	17.4
セイヨウタンポポ	外	多年草	荒地	9.1	0.0	11.1	0.0
スギナ	自	多年草	荒地	9.1	0.0		
イヌエンジュ	自	高木	—	4.5	0.9		
クサヨシ	自	多年草	荒地	4.5	0.2		
エゾノギシギシ	外	多年草	荒地	4.5	0.0		
キンミズヒキ	自	多年草	林縁	4.5	0.0		
ヤマヌカボ	自	多年草	林縁	4.5	0.0		
シロツメクサ	外	多年草	荒地	4.5	0.0		
ヒメジョオン	外	1・2年草	荒地	4.5	0.0		
ミツバツチグリ	自	多年草	林縁	4.5	0.0		
ムラサキツメクサ	外	多年草	荒地			77.8	0.7
トクサ	自	多年草	林床			55.6	1.8
メマツヨイグサ	外	1・2年草	荒地			22.2	3.4
エゾヤマザクラ	自	高木	—			11.1	6.7

※自は自生種, 外は外来種を指す。

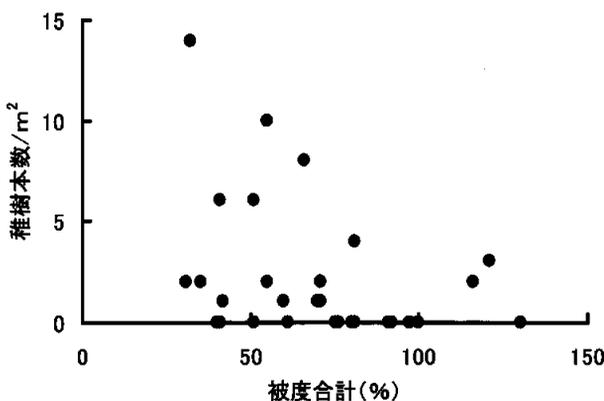


図4. 林床の被度合計と稚樹本数の関係

Fig. 4. Relationship between covers of understory and densities of woody seedlings.

鳥散布種はわずかだった。非間伐区ではハシドイ (33本)・ミズナラ (27本)・ヤチダモ (23本)が多く、間伐区ではミズナラ(12本)・チョウセンゴヨウ (10本)が多かった(表5)。非間伐区に稚樹が出現したハシドイ・ヤチダモなどは調査区内には親木(植栽木)がなかった。反対に、ブンゲンストウヒ・イヌエンジュなどは植栽木があっても稚樹が見られなかった。

稚樹の平均高は、非間伐区では11cmに対し、間伐区では14cmと有意に高かった(U検定; $p < 0.001$, 図3)。種別で比較すると、チョウセンゴヨウでは間伐区の方が有意に高かったが(U検定; $p < 0.001$)、ミズナラでは両区における差はなかった(U検定; $p = 0.18$)。他の種は個体数が少なく比較ができなかった。カシワ・ミズナラを合わせた平均高はそれ以外の種よりも2倍以上高く(U検定; $p < 0.0001$)、これらの割合が高い間伐区で平均高が高くなったと解釈できた(チョウセンゴヨウの両区の違いはマスクされている)。

(3) 林床植生

非間伐区25種・間伐区11種の合わせて29種が出現した(表6)。出現種を生育地別でみると、コヌカグサなどの荒地性の種が25種と最も多く、ミツバツチグリなどの林縁性の種が3種、林床性の種はトクサ1種のみだった。生活形のうちわけでは1-2年草が3種、多年草が18種、高木が8種だった(低木はなし)。

非間伐区で出現頻度が高かった種は、イチゴツナギ属の一種68%・オオヨモギ59%・ヤチダモ41%などで、平均被度ではイチゴツナギ属の一種13%・オオアワガエリ8%・カモガヤ7%などが高かった。

間伐区で出現頻度が高かったのは、コヌカグサ・ナガハグサ100%、ムラサキツメクサ78%などで、平均被度ではコヌカグサ32%・ナガハグサ17%が高かった。各区の合計被

度は、非間伐区が平均 72%、間伐区は 64% だった。

各区の植生高（植栽木の横枝を除く）は、非間伐区が平均 107 cm、間伐区が平均 91 cm で、オオヨモギ・アキタブキ・クサヨシが 1 m を超える方形区もあった。

両調査区間の種数・植生高・被度合計の平均値にはいずれも有意な差はなかった（U 検定； $p=0.98, 0.17, 0.62$ ）。

一方、林床植生の合計被度と稚樹密度の関係を両調査区の方形区を合わせてみると、統計的に有意ではなかったが（ $p=0.058$ ）、弱い負の相関があった（図 4）。

考 察

(1) 植栽林の構造

植栽木 9 種のうち、プンゲンストウヒ・チョウセンゴヨウの 2 種は外来樹種、トドマツ・ナナカマドは北海道の在来種であるものの潜在植生には含まれない樹種である（十勝地域生態研究会，1998）。非間伐区・間伐区では、これらの種が本数比で 10%・32%、材積比で 6%・24% をそれぞれ占めた。自然復元を目標にするならば、景観的に違和感のない自生種を用いるのが望ましい。ただし、針葉樹はエゾリスなどの越冬用のえさ（種子）を供給するだけでなく、一年中樹冠が密なため営巣場所や隠れ場所として利用される。調査地のチョウセンゴヨウはすでに果実生産をはじめており、動物の利用資源としては評価できる。ナナカマドも果実食鳥類に対し冬季のえさを供給するが、現在はまだ果実生産をしていない。

樹冠投影図（植栽木の配置図）をみると、非間伐区では、中途枯死木が集中する部分を除き、個々の個体が成長して林冠が閉鎖しつつあり、景観的にも林らしくなっている。一方、間伐区では林冠が不連続で林としての景観を呈していない。今後、個々の植栽木の成長に伴って再び閉鎖してくると思われるが、自然林と比べてかなり密度の低い林になることが予想される。

平均サイズでは間伐区の方が非間伐区よりもやや大きかったが（有意差なし）、これは間伐によって小サイズ個体が間引かれたことによるもので、現時点では成長量の差ではないと考えられる。

十勝地域生態研究会（1998）が調べた帯広の森近郊のカシワ自然林では、イタヤカエデ・ハリギリなど植栽林にない樹種も多く、18 種の木本が出現した（高木 10 種・低木 7 種・ツル 1 種）。これに対し、植栽林では 2 調査区をあわせて 9 種だった（すべて高木種）。また、自然林では 100 m² 当たり 17 本で、非間伐区（16 本）はこれと近かったが、間伐区は 6 本とかなり低かった。胸高断面積合計は自然林が 100 m² 当たり 3,072 cm² に対し、非間伐区が 1,334 cm²、間伐区が 618 cm² だった。植栽林では種数・本数密度・材積のいずれにおいても自然林を下回っている。また、植栽林では自然林に見られるような階層構造が認められない。目標としているカシワ・ミズナラ林は階層が比較的単純であるが、林冠層と林床層の間にヤマグワ・ミヤマザクラなどからなる低木層がある。現在の植栽木の中ではナナカマド・ハシドイが低木層を形成しうる耐陰性の高い樹種である。調査区ではこれらの樹種は一見成長が悪く見えるが、伸長特性の違いであるので間伐の対象から除くべきだろう。

(2) 稚樹（実生を含む）の発生状況

稚樹の種数・密度とも、非間伐区の方が間伐区よりも大きかった。立木密度が高いと被圧のために稚樹が少なくなることも予想されるが、今回の傾向はその逆だった。今回の結果では合計被度と稚樹数の間には負の相関があったが、知床百平方メートル運動地の植栽林においても同様な結果が報告されている（石川，1998）。間伐区では林床層が明るいため草本類が繁茂しやすく、稚樹を被圧して定

着を妨げていると考えられる。この点は、今後の管理において考慮すべきことの一つである。また、間伐区では地表に直射光が届くことから、一時的な乾燥が稚樹の死亡率を高めていることも考えられる。

確認された実生は調査区内やその周辺に植栽されている樹種がほとんどだったが、ハリギリは鳥散布により、ハルニレは風散布により自然林等から到達したと考えられる。自然林樹種（鳥散布など）は少ないが、これは植栽林が未発達なため種子散布を担う森林性の鳥類があまり利用していないことが理由の一つと考えられる。ただし1999年度の冬季の鳥類調査では、間伐区において種子散布者であるヒヨドリが比較的多く確認されている（エゾリスの会、2000）。一方、紺野・平工（1996）が調べた針葉樹の植栽地では鳥散布植物の実生が多数出現しているが、未発達な段階の林では鳥類は樹冠の繁る針葉樹林を好むのかもしれない。

また、カシワ・ミズナラでは2~3年生の稚樹が見られたが、全体として両調査区とも当年実生が多かった。種子生産が始まって間がないためか、あるいは実生の定着率が低いためと考えられる。

(3) 林床植生

林床植生は種数が27種と著しく少なく単純であった。帯広の森の植栽地の林床植生に関しては、紺野・平工（1996）が37種を、十勝地域生態研究会（1998）が88種を確認している。いずれの結果も陽地性の草本の割合が高く、自然林の種組成とは著しく異なっている。これは林床土壌が完全に失われ、農地となっていたためである。一般に森林表土には休眠状態の埋土種子が多量に保存されており、地上部だけをかく乱されただけなら自律的な自然復元も可能である（鷲谷・矢原、1996）。しかし、土壌環境が破壊されてしまうと埋土種子による植生の再現は不可能である。また、林床植物の多くは長距離散布の能力を持たないことから、高木類に比べて自然林からの侵入の可能性は低い。したがって植栽林が森林の構造に近づいても、林床の種組成は今のままで推移する可能性が高い。

一方、被度・草丈はかなり高く、陽地性の草本が十分生育できる環境であることを示している。牧草類は一般に種子生産量も多く、根茎の一部分からでも再生することができ、完全な除去は容易ではない（石川、1998）。今後植栽木の成長を促すために間伐が行なわれると、こうした牧草類の成長促進を誘発する可能性がある。また、除草も行なわれているようであるが、牧草類の再生能力を考えると有効な策とはいえない。

管 理 へ の 提 言

①目標の設定とプログラムの作成・評価

森林の機能としては一般に、(1) 木材生産、(2) 野生生物の生育場所、(3) 大気や水質の浄化、騒音の低減効果、(4) 土砂崩れなどの災害の防止、(5) 災害時の避難場所、(6) レクリエーション・癒しの場、(7) 環境教育の場、(8) 遺伝子プールなどの場などとしての役割が考えられている（斎藤ほか、1993；菊沢、1999）。どのような機能を重視するかによってふさわしい管理方法が異なるため、緑化の目標を明確にすることが重要である。帯広の森の構想は、郷土種で森林を再生し、市街地を囲むグリーンベルト（生態コリドー）の一部とするものである（伊藤、1997）。ただ、細かな点については関心を持つ市民の中でも意見が分かれるところであり、多様な意見を調整する意味でも整理しておく必要がある。また、長期的な施策であることから、社会背景の変化とともに目標の中心が変わることもありうる。実際、当初は修景や緑地面積の増加という面が重視されていたようであるが、現在はその質が問われるようになってきている。先見性を持って取り組むことももちろんだが、目標が変わっ

た際に速やかに対処できるよう、目標とプログラムの整合性を持たせることが重要である。以下に管理方法と復元状況の評価方法について述べる。

②本事例の目標と評価

どのくらい自然復元の目標に到達しているかを評価するには、木材生産を主目的とする林学的な評価基準だけに頼ることは適当ではなく、目標とする自然林を十分調べた上で評価すべきである。段階的には(1) 植栽木の定着・成長、(2) 林冠の閉鎖と階層構造の発達、(3) 森林性生物の進入と定着、(4) 樹木や林床植物、森林動物の自律的な世代交代ということが目標になるだろう。評価も個別目標に沿って行なうことが望ましい。

この目標に照らすと、本調査地の現状は、植栽木の成長が順調で(2)の植栽林の形成の途上にあると思われる。ただ、(3)以降の進行が思わしくなく、今回の調査でも自然林等からの種子の移入はごく限られていることが示唆された。移動能力の小さい林床植物や歩行性昆虫等については、植栽木と同様に移植(移入)という手段も将来検討されるかもしれない。しかし、林床環境の形成がなければ定着は困難と思われるので、十分な検討の元に行なわれるべきである。埋土種子を含んだ森林土壌の播き出しが試みられているということで(伊藤, 1997)、この結果にも注目したい。

③植栽木の間伐の評価

間伐は植栽木の成長を促すことができるが、密度ストレスの強さを評価しながら進める必要がある。今回調査した両区は、間伐を受ける前も自然林と同程度かそれ以下の立木密度だった。今後、植栽密度と個体サイズ・成長量・死亡率の関係を検討する必要があるが、植栽林の育成という観点からは今回実施された間伐はやや時期が早かったといえるかもしれない。

また、帯広の森のように下層植生に牧草類が優占するケースでは副作用としてこれらの成長も促してしまう可能性がある。立木密度を低くすることは、林縁または疎林の環境を作ることになり、森林性動物の進入・定着を遅らせる可能性もある。したがって自然林に近づけることを第一目標にするなら、牧草類の繁茂が十分抑制されるまで待ってから間伐を行なう方がよいと思われる。ただし、間伐作業は市民が行なう森づくり活動の一つとなっており、そうした体験の機会として価値をおく意見もあるだろう(例えば池田・伊藤, 1996; 川嶋, 1996)。その場合、あまり木が大きくなりすぎてからは、伐採作業が困難になるという制約もあるだろう。しかし、間伐を行なう場合でも、方式・頻度の違いによる影響を評価し、必要に応じて見直すことが望ましい。林業における間伐法はすでに確立されているのであろうが(北海道営林局管理部計画課, 1993; 1994; 菊沢, 1999など)、自然復元にふさわしいか十分な検討が必要である。また、草刈は一時的に牧草類を減らすことができるが、刈取りに強い牧草の優占をかえって助長しやすいなど、短期的な効果と長期的な効果が逆になることもあり、注意が必要である。

④予測される問題

林の発達に伴って「好ましくない」変化が起きることもあり、的確な予測と議論が必要である。たとえば、鳥の種子散布によるツル植物の進入や、スズメバチの営巣数の増加、立ち枯れ木の発生などが予想される。紺野・平工(1996)は、帯広の森の針葉樹植栽地にツルウメモドキの当年実生を多数確認している。ツル植物は植栽木を被圧するという側面があるが、野鳥にえさ(果実)を提供するという側面もある。ツルウメモドキに関しては「絞め殺し植物」との認識も広がっているが(例えば斎藤, 1996)、熱帯性のイチジク科木本と違って「殺す」ことは自然林では稀で、ふさわしい呼び方で

はない。同様にスズメバチは人を刺す危険がある一方、植栽木等につく植食昆虫を捕食するという生態的な役割を持ち、都市生態系の中では捕食者としての役割は特に大きい。立ち枯れ木は倒壊などの危険性があるが、キツツキ類の採餌や営巣、二次利用者であるカラ類などの営巣に有用である。また、林床にまったく倒木がない状態では歩行性昆虫の定着も困難である。エゾヤチネズミによる植栽木の採餌（斎藤，1990 など）なども自然復元の成果とみなすか、「被害」とみなすか視点によって分かれるところである。帯広の森は市街地に近い場所に位置し、不特定多数の市民が訪れる場所であり、予測可能な問題についてはあらかじめ議論を進めておく必要があるだろう。

今後の調査の課題

今後の課題としては、(1) 植栽木および稚樹の生死・成長量・果実生産量・実生加入量のモニタリング、(2) 植栽年度や間伐率の異なる植栽林との比較、(3) 自然林との比較、(4) 鳥・哺乳類・昆虫などの確認調査、(5) 市民への意識調査が考えられる。このうち、(1) については密度と成長量・死亡率の関係から密度効果の検出を行ない、間伐の実施時期や程度を検討する材料とする。(2) (3) については、構造および成長量の比較、林相・景観の比較、林床の状態（植生およびリター層、枯死木の量）の比較などが考えられる。(1)～(3) については紺野らによってすでに始められている部分もある（紺野・平工，1996；紺野・佐藤，1996；十勝地域生態研究会，1998）。(4) についてもすでにさまざまな調査が実施されている（エゾリスの会，1991；1992；1994；1996；1997；2000 など）が、植栽林の変化との関係性から調べる必要がある。(5) については、植樹祭の参加者や一般の市民に対し、関心度・帯広の森との関わり・現状への評価・今後の要望を尋ね、管理方法・活動内容・広報の検討材料として役立てる必要がある。

今回の調査は市民参加（エゾリスの会会員）の形で行なわれたが、こうした調査による評価方法の学習も森づくり活動の一貫として定着させたい。調査はありのままの状態を客観的に観察するものであり、植樹・育林活動を通したものと違った自然に対する視点を提供することにもなりうる。調査によって森の変化を見つける楽しみもある。そのためには調査方法やとりまとめのマニュアルを作成したり、講習会を実施したりする必要もあるだろう。

植樹が一巡しつつあり活動の転換期にさしかかっているいま、植樹の意義や方法、成果を客観的に自己評価するスタイルの確立が期待される。一般的な傾向として、植樹の意義は都市環境の改善という人間中心の考えから野生生物の生育環境の創造へと重心が移りつつある。植樹方法については、植栽種の選定や管理用道路の必要性を疑問視する意見がある（紺野・平工，1996）。成果については植栽木の成長というような至近的なことも重要であるが、グリーンベルト化の達成という視点からも評価されるべきだろう。帯広市は1970年代前半という早い段階で緑地の重要性に気付きながら、市全体としては緑地の減少を食い止められなかった（丹，1994）。また、帯広の森の理念とは裏腹に、本来グリーンベルトの中核となるべき自然林の消失が続いていたりグリーンベルトを寸断する道路建設も進められている。原点に立ち返って、過去の行き過ぎた開発への反省と今後の自然環境保全のあり方の議論へとつなげることが求められる。今回の調査がすでに始められている調査などととも長期の観察の足がかりとなり、森との関わり方・森の見方を考える場となることを期待する。

引用文献

- エゾリスの会. 1991. 平成2年度帯広の森内の小動物生息環境調査. 11 pp. エゾリスの会.
- エゾリスの会. 1992. 平成3年度帯広の森内の小動物生息環境調査. 15 pp. エゾリスの会.
- エゾリスの会. 1994. 平成5年度帯広の森内の小動物生息環境調査. 26 pp. エゾリスの会.
- エゾリスの会. 1996. 1995年度帯広の森内の小動物生息環境調査. 21 pp. エゾリスの会.
- エゾリスの会. 1997. 1996年度帯広の森内の小動物生息環境調査. 23 pp. エゾリスの会.
- エゾリスの会. 1998. 1997年度帯広の森内の小動物生息環境調査. 18 pp. エゾリスの会.
- エゾリスの会. 2000. 1999年度帯広の森内の小動物生息環境調査. 40 pp. エゾリスの会.
- 北海道営林局森林管理部計画課. 1993. 森林施業の手引(改訂版). 171 pp. 札幌.
- 北海道営林局森林管理部計画課. 1994. 間伐の手引. 24 pp. 札幌.
- ひがし大雪博物館友の会. 2000. 大雪山国立公園森林再生プロジェクトに協力を. ひがし大雪だより, 35: 16.
- 井出任・武内和彦・伊藤育子・池田亨嘉. 1996. 「帯広」生態回廊都市へ. ビオシティ, 8: 18-25. ビオシティ.
- 池田亨嘉・伊藤育子. 1996. 市民の自然とのふれあい—帯広市の事例—. ランドスケープ研究, 59: 154-155. 日本造園学会.
- 石川幸男. 1998. 知床100 m²運動地における森林再生の試み. 知床博物館研究報告, 19: 23-38.
- 伊藤育子. 1997. まちを緑で取り囲もう. 森林科学, 19: 64-68.
- 川嶋 直. 1996. 自然ふれあいフィールドの空間作りのプロセス自体が環境教育プログラムなのです. ランドスケープ研究, 59: 162-163. 日本造園学会.
- 菊沢喜八郎. 1999. 森林の生態. 198 pp. 共立出版.
- 紺野康夫・平工哲夫. 1996. 帯広の森内につくられた記念の森における針葉樹林の生育と林床植生. 帯広畜産大学学術研究報告, 19: 243-252.
- 紺野康夫・佐藤雅俊. 1996. 帯広の森5森林区の自然林と記念の森(一部)の草本植物相. 帯広の森植物調査1995年度報告書. 30 pp. 十勝地域生態研究会.
- 紺野康夫・佐藤雅俊. 1997. 帯広の森植物調査報告書1996年度(第20回植樹会場). 15 pp.
- 斎藤新一郎. 1989. 知床100平方メートル運動地における森林復元事業に関する第3回調査報告書. pp 44. 手記.
- 斎藤新一郎. 1990. 知床100平方メートル運動地における森林復元事業に関する第4回調査報告書. pp 33. 手記.
- 斎藤新一郎・橋場一行・村田義一・菊沢喜八郎・杉浦 勲・梶 勝次・鈴木重孝・秋元正信・佐藤孝夫・東浦康友・高橋幸男. 1993. 改定みどりの環境づくりの手引き. 96 pp. 北海道国土緑化推進委員会.
- 斎藤新一郎. 1996. 林木とツル類の死闘. ひがし大雪だより, 30: 2-7. ひがし大雪博物館友の会.
- 武内和彦. 1998. 自然環境の復元. 帯広百年記念館紀要, 16: 55-74.
- 丹由紀子. 1994. 帯広の孤立林の現状. 帯広百年記念館紀要, 12: 1-8.
- 十勝地域生態研究会. 1998. 広葉樹植樹地における植栽木の毎木構造および木本・草本の種組成. 平成9年度帯広の森植物調査報告書. 57 pp.
- トラストサルン釧路. 1998. 「私の木」が作る釧路湿原水源の森. 湿原の新聞, 39: p 1.
- 山田英和編. 1995. 帯広の森20年史—私たちと帯広の森づくり. 105 pp. 帯広の森20周年記念実行委員会.
- 山岡景行・守山 弘・重松 孟. 1975 a. 都市における緑の創造. 第1報. 都市化の植物社会に及ぼす影響. 東洋大学紀要教養課程編(自然科学), 18: 11-30.
- 山岡景行・守山 弘・重松 孟. 1975 b. 都市における緑の創造. 第2報. 都市化の植物社会に及ぼす影響. 東洋大学紀要教養課程編(自然科学), 20: 17-33.
- 鷺谷いづみ・矢原徹一. 1996. 生物多様性の管理・回復. 「保全生態学入門」. pp 211-237. 文一総合出版.