

豊平川における植生の変遷と機能

Transition and functions of vegetation of Toyohira River

(独)北海道開発土木研究所 ○正員 畠 秀樹 (Hideki Hata)

(独)北海道開発土木研究所 正員 野上 毅 (Takeshi Nogami)

(独)北海道開発土木研究所 正員 中津川誠 (Makoto Nakatugawa)

1. まえがき

豊平川は、札幌のほぼ中心部を流れる河川であり、普段は市民の貴重な憩いの場であるとともに、鳥類や魚類等の生息場所として重要な連続性を持つ空間である。一方、大都市を流れる急流河川として、洪水時に莫大な被害をもたらす危険性を持つ河川である。そのため床止工の設置、高水敷の造成、護岸工による河岸や堤防の保護など様々な治水対策がとられてきた。それらの治水対策のうち、治水安全度の不足している箇所の河畔林については2～3年に1度の頻度で全ての樹木の伐採が行われてきた。しかし、1990年代後半からは、鳥類の生息環境や景観などに配慮して間伐¹⁾が行われるようになった。このような背景のもと、豊平川では治水安全度の確保と生態系保全との両立が大きな課題となっている。

今回、伐採による環境への影響を調査し、河畔林の機能を生かした管理伐採を行うための指標の抽出および植生と生態系との関連について整理を行い、今後の河川管理の一助となることを目指している。

2. 植生(土地利用)の変遷

2.1 流域の特徴

表-1に河川の概要を示す。豊平川は、石狩川の支川であり、流域面積 898km²、流路長 73km の札幌市内を貫流する急流河川である。図-1は扇状地を流れる豊平川の河床縦断面図(低水路平均河床)を示すが、市内中心部のKP10付近(合流点より10km地点)に河床勾配の変化点を持ち、勾配変化点の上流側は急勾配となっている。また、その前後には伏流水が豊富なサケ産卵床となっている。水環境としては、戦後、水質的な悪化が進み、1960年代にはBODが5mg/ℓを超える程に悪化したが、その後、下水道事業の進展などによって、1980年代以降は、BODが1mg/ℓ以下と良好な水質に回復している。

2.2 河川敷地の土地利用変遷

豊平川の空中写真の経年比較を行い、河川敷地の植生の変遷について整理を行った。

図-2は、1959年と2000年の空中写真より、縦断距離1km毎に土地利用別面積を調べた結果を示している。土地利用区分は、河川環境表現の手引き(案)²⁾における環境区分を参考に空中写真で読みとり可能な区分とした。

図-3は、1959年から2000年までの砂州と水面の合計面積および河畔林面積の変遷を示している。

図-2、3より、1959年には、KP7より下流で自然草が多くを占め、KP11より上流では砂州が多くを占めていたが、2000

年には自然草地や砂州は減少し、その多くが高水敷上の公園や農地などへ変貌したことがわかる。また、ヤナギ林の面積の大きな増減はみられない。1960年代までは複列砂州形状を呈していたが、堤防保護、河道維持の観点より河川敷の複断面化が進められ、高水敷が造成され、1970年代には単列砂州形状を呈するようになった。また、高水敷の公園化が進められ、芝草を主体とした公園管理が行われるようになった。これらのことから複断面化による単列砂州への変化が河道を安定化し、その結果、水際の低水護岸に沿った根固ブロックへの土砂堆積とその後の河川水位の低下によりヤナギ林の繁茂が起きたと考えられる。そして低水路における河畔

表-1 豊平川の概要

流路延長	73km
流域面積	898km ²
平均堤防幅	250m
平均河床勾配	1/200～1/600

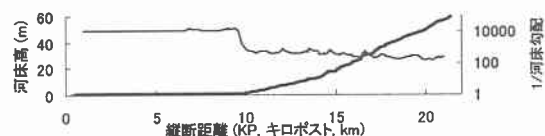


図-1 豊平川の河床縦断面図

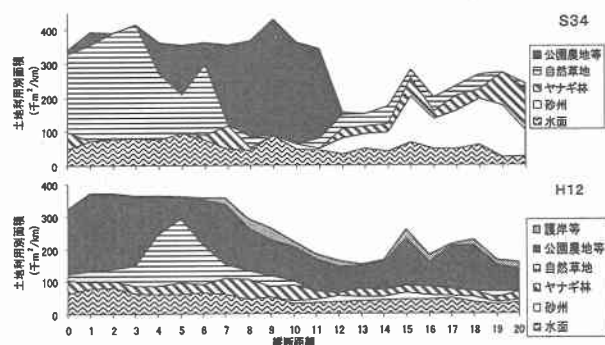


図-2 豊平川河川敷地の土地利用別面積の変遷

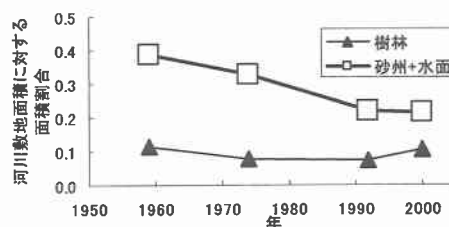


図-3 豊平川河川敷地の樹林および砂州面積の変遷

高水敷の公園化が進み、礫床河川の本来の自然とはかけ離れるものの、低水護岸沿いの河畔林が都市で限られた連続的な樹林帯である豊平川では、河畔林の価値は高く、その管理が明確かつ効果的な手法で行われることが望まれる。そのため次章では河畔林の機能をまず整理し、河畔林管理を行うための指標を抽出した。さらに出水による河畔林への影響について整理した。

3. 植生の機能と伐採管理

3.1 調査地点

図-4 に調査地点を示す。調査地点は、平成 12 年の伐採箇所である幌平橋(KP16.6)～南 22 条大橋(KP17.8)までの区間及びミュンヘン大橋(KP19.2)上流部の各 2 地点、平成 13 年伐採箇所である北 13 条大橋(KP11.2)～東橋までの(KP13.0)区間、平成 14 年伐採箇所の東橋(KP13.0)～幌平橋(KP16.6)までの区間の各 2 地点、未伐採箇所である環状北大橋下流左岸側の 1 地点において 20m×10m のコドラート調査区を計 11 地点で実施した。気温、湿度、地温の観測箇所は未伐採箇所 KP10.5 左岸、H12 伐採箇所 KP19.5、H13 伐採箇所 KP12.0、H14 伐採箇所 KP13.8、樹木が生えていない箇所(H12 伐採箇所内)KP19.7 の 5 地点において計測した。

3.2 調査方法

河畔林と気象との関係を調べるために、表-2 のように豊平川の調査地点においてコードラート調査と伐採影響調査及び環境調査を実施した。

河畔林の伐採による影響については、林内の気象や生態系への定量的な影響については、明らかではない。そのため上層木環境、つまり樹冠の粗密が林内の環境へ与える影響を把握するために、気温と地温の測定を行い、LAI(葉面積指数)との比較を行った。LAI は植物の葉の繁茂状況を示す指標であり、地表の単位面積に対して、その上方に存在する全ての葉の片側総面積との比率である。使用した機器は、プラント・キャノピー・アナライザー(LI-COR 社製 LAI-2000)である。

3.3 河畔林と気象

(1) 気象緩和効果

図-5 は、LAI 調査を行った 2002 年 6 月の日最高気温の平均値及び気温日較差の平均値と LAI の関係を示している。最高気温及び気温日較差は、鳥類あるいは昆虫類の生息状況、また、植物の繁茂状況に関連する指標であるため比較するものである。LAI が高いほど日最高気温、気温日較差が小さくなっている。

図-6 は、2002 年 6 月に行った LAI と地温の関係を表した図である。地温についても気温同様に気象の緩和効果が認められた。

これらのことにより樹幹が繁茂している樹林帯ほど、日射が遮断され、林内の気象変動を抑える効果を持っていることがわかる。したがって、この緩和作用を確保しつつ河畔林の管理を行うためには、樹冠の保全が重要であると考えられる。

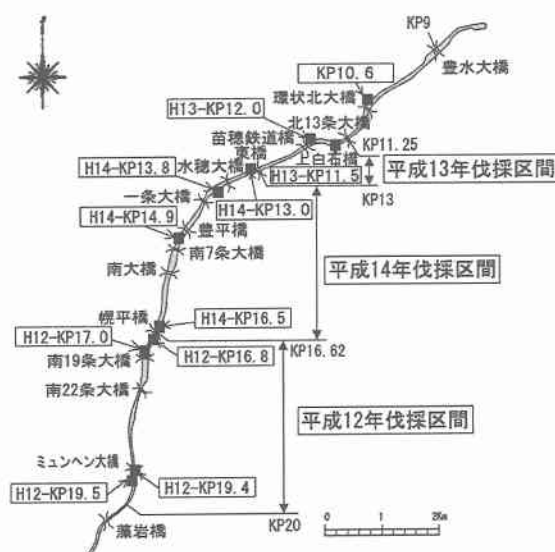


図-4 豊平川の調査地点（■は調査位置を示す）

表-2 調査項目

調査名		調査項目
植物調査	伐採影響調査	本数、樹種、胸高直径、 萌芽枝直径・長さ
	コードラート調査	草本調査
環境調査	LAI調査	LAI(葉面積指数)
	気象調査	気温、湿度、地温

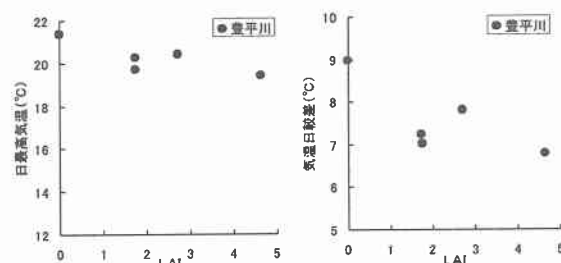


図-5 LAIと気温(2002年6月)

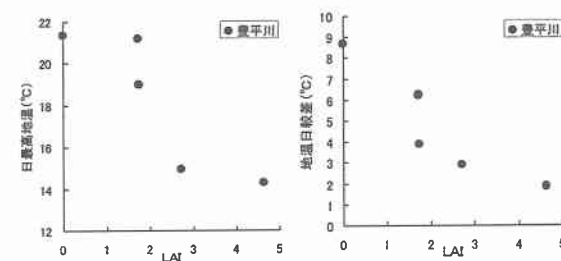


図-6 LAIと地温(2002年6月)

(2) 胸高面積率及び樹木密度

図-7 は、LAI と胸高面積及び樹木密度あらわしている。胸高面積率とは、調査区内全樹木の胸高断面積の合計を調査区面積で除した値である。LAI は樹木密度と関連がみられないが、胸高面積率とは関連がみられる。つまり樹木密度は樹木の大きさ(直径等)や繁茂状況を考慮していないため、樹林帯を表す十分な指標と言えないことがわかる。

(3) 萌芽枝生長と伐採効率

萌芽枝体積は、萌芽枝の平均的な直径から枝の断面積を算出し、枝の長さ、本数から、枝の形状を円錐と仮定して体積を求めた。図-8、9 は、胸高面積率と萌芽枝生長量を表している。萌芽枝生長量は伐採後2年経過した H12 伐採木の萌芽枝体積を2年で除し、さらに根元断面積で除して求めたものである。標本数が少ないが、胸高面積率が大きいほど、萌芽枝生長量が小さくなる傾向が見られる。また、図-9 より全伐採に比べて主幹や枝を残した部分伐採の方が萌芽枝生長量を抑えられることがわかる。

表-3 は、 $20\text{cm}^2/\text{m}^2$ の胸高面積率を持つ河畔林を 40%伐採する場合と 60%伐採する場合の2ケースをシミュレートした結果を示す。萌芽枝生長量は図-8、9 の結果から胸高面積率 $12\text{cm}^2/\text{m}^2$ の時に $10\text{cm}^3/\text{年}\cdot\text{cm}^2$ 、 $8\text{cm}^2/\text{m}^2$ の時に $20\text{cm}^3/\text{年}\cdot\text{cm}^2$ とした。これに伐採した胸高面積をかけることにより総萌芽量を求めた。その結果 20%の伐採率の違いで、総萌芽生長量は3倍の違いが出る結果となった。

このように伐採の仕方により下層の萌芽枝生長量は変化するため、効果的な間伐のためには、胸高面積率を指標にしたバイオマスの推測が必要である。また、下層のヤナギがブッシュ状になることは利用環境上も好ましくない。

(4) 上層木と草本植生

図-10 は、LAI と調査区における草本植生の種数との関連を示す図である。LAI が低いほど、草本植生の在来種、外来種ともに種数が多い傾向が見られる。一方、LAI が2~3 と大きい地点において、外来種の種数が0~6 と少なくなっている。種の多様性は小さくなるものの外来種の種数を少なくし、在来種を生かした草本植生の管理のためにも、上層木の管理を重視すべきといえる。

(5) 伐採管理の指標

河畔林の伐採管理において、河畔林内の気象条件を極力穏やかに保ち、河畔林を利用する動物の生息環境を維持することが重要であると考えられる。そのためには、樹冠(枝張り)の大きな樹木を残置して、日射の遮蔽効果を維持する必要がある。また、河畔林の管理を行うには樹冠の繁茂状況を示す指標として胸高面積率を用い、それを通してバイオマス(樹木のサイズ)や生長量(萌芽状況)といった樹林環境を評価できることがわかった。

今回、伐採効率や気象、草本植生への影響などの面から胸高面積率を用いた管理の有効性を示したが、今後、洪水の流下つまり治水面への影響についても検証していくことにより伐採管理の最適解が明らかになると考える。

3. 4 出水による攪乱と樹木への影響

(1) 水位状況および洪水痕跡高

洪水の流れや攪乱が河畔林にどのような影響を与えるかを把握するため、2001 年 9 月出水前後における河畔林の変化について調査を行った。

図-11 は 2000 年から 2001 年までの豊平川の雁来水位観測所(KP11.1)の毎正時水位の変化を表している。2001 年 9 月 10 日から 12 日にかけての出水は、過去 28 年間で3番目に高い水位を記録しており、昭和 56 年(1981 年)以来、最も

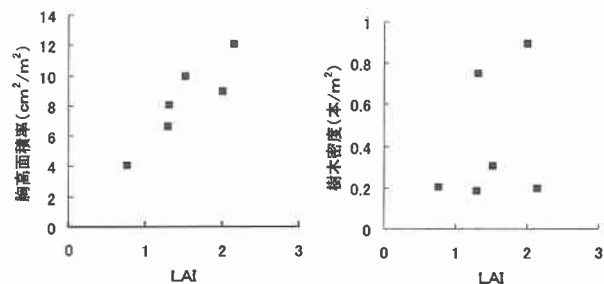


図-7 LAI と胸高面積率および樹木密度(2001 年 10 月)

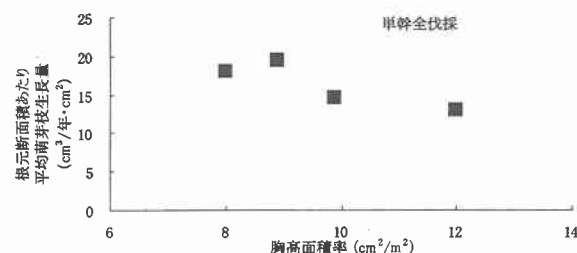


図-8 胸高面積率と萌芽枝生長量(単幹、根元伐採)

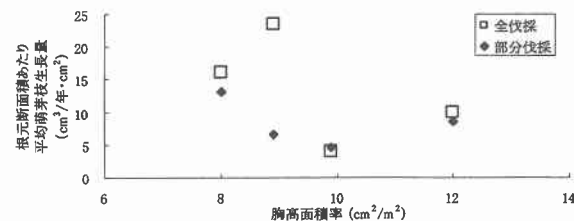


図-9 胸高面積率と萌芽枝生長量(双幹状、叢生状)

表-3 伐採ケース別想定萌芽生長発生量

		単位	ケース1	ケース2
伐採率	D/A		40%	60%
伐採前胸高面積率	A	cm^2/m^2	20	20
伐採後胸高面積率	B	cm^2/m^2	12	8
萌芽生長量	C	$\text{cm}^3/\text{年}\cdot\text{cm}^2$	10	20
伐採面積 (萌芽発生面積)	D=A-B	cm^2/m^2	8	12
萌芽生長発生量	E=C*D	$\text{cm}^3/\text{年}\cdot\text{m}^2$	80	240

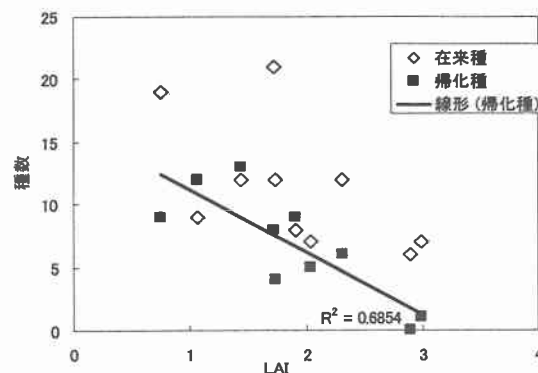


図-10 LAI と草本植生の種数

高い水位を記録している。

図-12 は 2000 年と 2001 年の札幌気象台の平均気温と日射量の季節変化を示している。2000 年と 2001 年の気象の違いはほとんど無いことがわかる。

図-13 は、出水後調査(9 月下旬)において樹木の洪水痕跡高を調査地点毎の平均値で示している。平成 13 年の出水により、各調査区において地盤高からの高さが 50cm～120cm の範囲で浸水している。伐採高は根元伐採の場合、地盤高から約 50cm、胸高伐採の場合、約 150cm であることから、萌芽枝の多くが浸水しており、かなりのインパクト(環境圧)を受けたことがわかる。また 2000 年の融雪出水時の最高水位は、2001 年 9 月の出水と比べて約 1m ほど低く、調査樹木はあまり浸水しなかったと推測できる。

表-3 は、各伐採箇所において、伐採による影響を把握するために設定したサンプル樹木(河岸からは数m離れた地点に設定)の流出本数を示している。320 本中流出した本数は 3 本と 1%程度の本数であった。このように、豊平川において、かなり大きな出水においても、河畔林の消失は少ない。その原因として豊平川の河畔林の多くは低水護岸沿いの根固めブロック上に安定的に立地していることなどが考えられる。

(2) 平成 13 年出水と萌芽枝生長量の関係

図-14 に平均萌芽枝生長速度を示す。これは 11 月に計測した萌芽枝体積を示したものであり、つまり 1 年間の生長量を示している。(2 年目の生長量については 2 年目と 1 年目の萌芽枝体積の差から求めた。)

H12 年伐採木の河畔林(特にヤナギ類)は、伐採 1 年目に 2700cm³/年と大きな生長がみられた。一方、H13 伐採木は伐採 1 年目に 400cm³/年とあまり生長していない。図-12 より気象要因の差ではないことから、成長期にあたる H13 年 9 月に出水があったことなどの環境圧が H13 年伐採木の成長を抑制した可能性がある。

4. あとがき

以下に得られた見解をまとめる。

- 1) 過去 40 年間を比較すると、豊平川の砂州+水面面積は減少している。しかし、河畔林面積はあまり変化していない。
- 2) 河畔林内の気象は、樹冠の繁茂状況に左右され、葉面積が大きいほど、気温や地温の変動を緩和する効果を持っているため、上層木環境に着目した河川管理が望ましいと考える。
- 3) 上層木環境の特徴を表す重要な指標である LAI(葉面積指数)と胸高面積率との関連がみられた一方、密度とは関連が見られなかった。また、胸高面積率が大きいほど下層の萌芽枝生長量が抑えられる傾向が見られ、伐採管理上も樹冠を残した間伐が有効と考えられる。
- 4) 2001 年 9 月出水前後の樹木の変化について把握した結果、サンプルとした樹木の内、流出したものはほとんどみられなかったものの、萌芽枝生長量が少ない傾向がみられた。

参考文献

- 1) 島秀樹, 野上毅, 中津川誠: 都市河川における河畔林伐採の影響評価, 河川技術論文集, vol.8, pp.319-324, Jun, 2002.
- 2) リパーフロント整備センター: 河川環境表現の手引き(案), 1999.

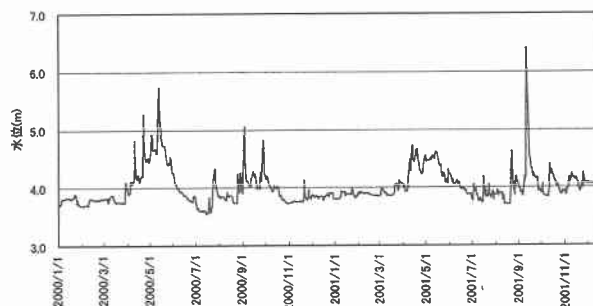


図-11 豊平川(雁来地点)の水位の変化

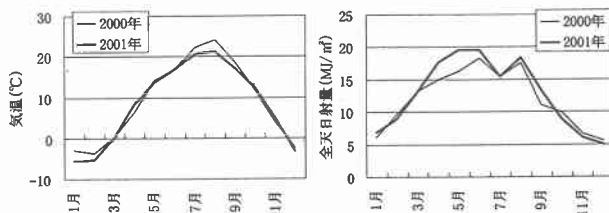


図-12 札幌の気温と日射量の変化

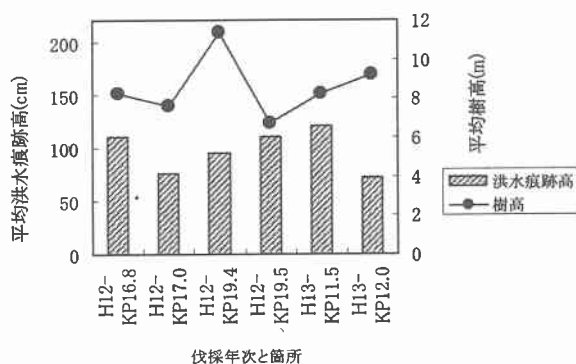


図-13 調査区別の平均洪水痕跡高と樹高

表-3 伐採箇所における流出本数

箇所	サンプル数	流出本数
KP11.3～13	80本	3本
KP13～16.6	176本	0本
KP16.6～20	64本	0本
計	320本	3本

サンプルとした樹木の直径は 3cm 以上、16cm 以下を対象

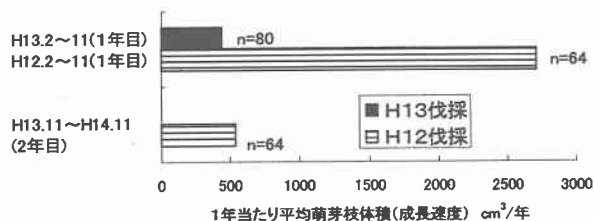


図-14 萌芽枝生長量(全サンプルの平均)