

河畔林の生態学的機能と倒流木

北海道立林業試験場 森林環境部 流域保全科 科長 長坂 有*

1. はじめに

ここ数年、北海道では集中豪雨などによる洪水にと
もなう倒流木発生が各地で起こり、流木の発生源は山
地人工林なのか、天然の河畔林なのかといった議論や、
そこから派生する責任の所在、流域の管理のあり方が
問われるなど社会的な問題となっている。この際、流
木は常に人にとって悪者として扱われるが、倒流木発
生を含む河川の動的な変化は、一方で多様な河畔の生
態系を維持する重要なファクターであることは今や河
川生態学の常識となっている。また、河畔林は加害者
として流木発生源となるだけでなく、むしろ山地から
の流木を捕捉する防災林としての機能を果たすことも
多いことが近年の洪水後の調査から明らかになりつつ
ある（北海道立林業試験場、2004；山田、2006）。

そこで、本論では河畔林および倒流木の生態学的機
能について再確認するとともに、人の生活と河川生態
系の保全をどう両立させるかという流域管理の方向性
について考えてみたい。ただし、ここには何を最優先
させるかという人それぞれの価値観が入らざるを得な
いため、客観的に完全に正しい管理基準といったもの
はありえないであろうことをあらかじめ述べておく。

2. 河畔林の動態

河畔林の機能などを論じる際、基本的には出来上が
った森林（成林した状態）をイメージして、日射遮断、
有機物供給といった個別の機能について説明がなされ
るのが普通である。しかし、河畔林を考える場合に重
要なことは、裸地から若齢林、壮齢林といった様々な
発達段階にある林がセットで存在する、すなわち数年
～数十年といった時間スケールで破壊・再生を繰り返
し変化している多様な環境な場であるという認識であ
る（図-1）。この環境の異質性が多様な生物の生息場
を維持することにもつながる。河川の形態は上流から
河口まで変化し、川ごとの個性も異なるため、この遷
移経過は様々であるが、比較的安定した環境にある山
地の森林と比べて動的な場であることは知っておく必
要がある（沖野ら、2006）。したがって、河畔林の保全・

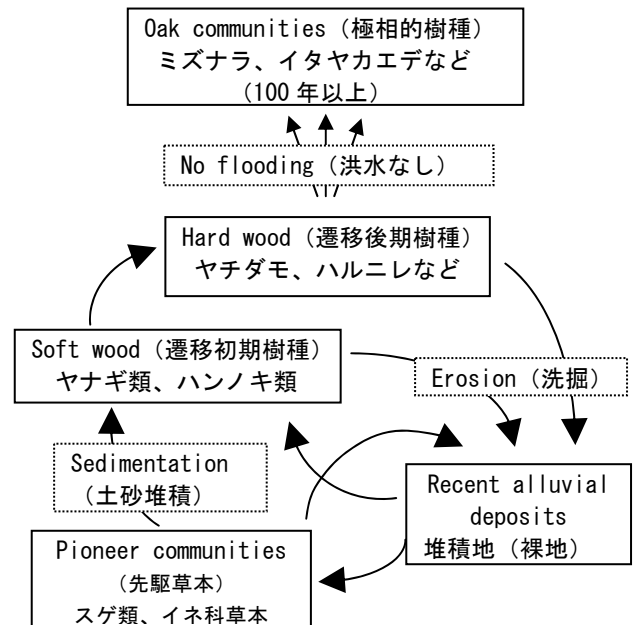


図-1 洪水攪乱と植生遷移の模式図
(Decamps et al. 1994 に加筆)

再生という場合、本質的には動的な環境サイクルの保
全・再生が目標であり、改修された高水敷や堤内など
に樹木を植栽することは一種の対症療法である。

3. 河畔林の生態学的機能

河畔林の生態学的機能については様々な個別機能面
から研究されており、高橋ら（2003）が詳しくレビュー
している。そのうち基本的なものを要約すると以下の
ようになる。

- 1) 日射遮断
冷温性の魚類等にとって重要な水温上昇抑制
- 2) 有機物供給
水生生物の餌資源となる落葉、落下昆虫などの供給
- 3) 倒流木供給
隠れ場、越冬場など魚類の生息環境、微地形の形成
- 4) 細粒土砂の捕捉
周辺からの流入土砂の捕捉
- 5) 栄養塩除去

林内で窒素、リンなどを捕捉し、水質浄化

6) 水生生物の生息場提供

上記 1) ~5) の総合評価としての生息環境提供機能

7) 陸上動物の生息場提供

哺乳類、鳥類、昆虫などの生息環境、コリドー提供

サクラマスなど冷温性のサケ科魚類にとって、水温上昇を抑える樹冠被陰は重要である。たとえば、夏期の積丹川（川幅 7m、水深 30cm、流速 0.3m/s 前後）において水温変化を調べた例では、樹冠のほとんどない開放区間の水温勾配が約 1℃/100m と高い値（最高水温 25 度）を示す場合があったが、河畔林に覆われた区間ではその半分以下に抑えられていた（佐藤ら、2001）。流速が遅く、一様に水深が浅くなった改修河川などでは、このように直射日光の影響がより大きくなると思われる。

河畔林から河川にもたらされる大量の落ち葉はそのものの栄養価は低い、水中の菌類などにより栄養付加され、水生昆虫の餌資源として利用されることがわかっている（Allan, 1995）。特に山地溪畔域では、樹木に被陰された冷水環境下で藻類の繁殖が少ないため、一次生産物として陸上植物由来の有機物を利用する破砕食者（shredder）の割合が多くなるといわれている（Vannote et al., 1980）。

河畔林からは、落葉などのリターのみならず、樹上に成育する昆虫類をはじめ森林に生息する様々な陸上生物が川に落下する。天塩川の高水敷において河畔のヤナギ林内外で落下昆虫を調べた事例では、林内の落下昆虫量は林外（草地）のおよそ 2 倍であった（長坂, 1997: 図-2）。これらは溪流魚の生息環境、餌環境におよぼす河畔林の効果の一例である。

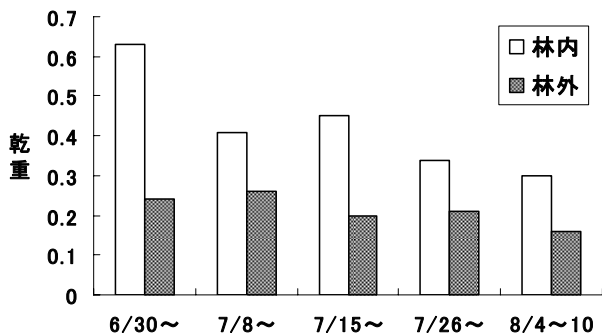


図-2 河畔林内外の落下昆虫量（単位：g/m²/日）
（1990年 天塩川高水敷ヤナギ林）

陸上における河畔林の食物網に目を向けると、食植

生の昆虫類やそれらを捕食する上位の昆虫や爬虫類、鳥類、哺乳類などからなる生態系が出来上がっている。ここで鳥類を例にあげると、鳥は果実や種子を採餌するほか、特に初夏の繁殖期には子育てのためのイモムシなどタンパク源に富む昆虫などを大量に捕獲する。河畔の樹木はこれらの餌資源をかん養するとともに営巣する場としての樹冠や樹洞も提供する。河畔を主な生息域とする野鳥にはカワセミなど魚類を採餌するものや、カワガラスのように水生昆虫を主食とする鳥がいるが、山野で比較的良好に目にするシジュウカラなどの留鳥も、陸上の餌資源が乏しくなる冬から春先にかけての落葉期には、羽化する水生昆虫を高い割合で摂食することがわかってきた（日野, 2004）。これは、秋に供給される河畔林由来の落ち葉や、樹冠があくことによる藻類生産の増加が水生昆虫のバイオマスを増加させ、ユスリカ、カゲロウとなどこれらの羽化成虫がこの時期に発生してくるからである。したがって、通年での餌利用という点から、河畔はたいへん好都合な場といえる。雪解け近い若いヤナギ林では、アカゲラなどのキツツキによる新しい採餌痕も多く観察される（写真-1）。



写真-1 春先のヤナギに多く見られる採餌痕

樹木の樹洞を利用する生き物には、様々な野鳥やコウモリ、モモンガ、昆虫類など、多くの野生生物があり、当然のことながらその体サイズが大きい動物ほど大きな樹洞が必要となる。絶滅危惧種として有名なシマフクロウは、溪流魚を捕食し樹洞に営巣する河畔依存の猛禽といえるが、この日本最大のフクロウが営巣するためには直径 80cm 以上の巨木が必要である（竹中, 1999）。そのため、北海道ではハルニレやミズナラ、カツラなどの大木が営巣木に使われており、国後島における調査ではほとんどがオオバヤナギ（トカチヤナギ）であった（山本, 2001）。オオバヤナギは扇状地帯から網状流の発達する河川の中上流域に生育し、直径 1m に達する、ヤナギ類中最大のヤナギであるが、これら巨木を含む河畔林は河川周辺の土地利用や河川改修により非常に少なくなっている。樹洞のある樹木は内部が腐って空洞化するなど、倒木の候補となるものでは

あるが、大木ともなれば 100 年、200 年以上の年月を経てようやく利用できるサイズになった貴重な自然構造物とみなすことができる。

4. 倒流木の機能

倒流木は溪流微地形の基本ともいえる瀬一淵の形成に大きく寄与することがわかっており（阿部・中村，1996）、サケ科魚類が産卵床をつくる瀬と、隠れ場になる淵をセットで提供する。また、流水中にヤナギの樹冠が倒れこんだ場所などは流速が極めて穏やかな空間となり、サクラマスの越冬場所としても機能する（柳井ら，2001）。近年、海から陸域への栄養塩還元の担い手としサケ・マスなどの遡河性魚類が注目されている（伊藤ら，2006；Nagasaka et al.，2006）が、倒木下の深い淵には多数のホッチャレ（サケの産卵後死体）が堆積したり、その枝が死体の流下を妨げることがある。これは周辺に生息する鳥類などに餌資源を長期間提供することにもなり、上流域に栄養塩をとどめることにつながるであろう（写真-2）。



写真-2 倒木に捕捉されるホッチャレ
(2004. 12. 29 ユーラップ川)

大規模な洪水により河畔に堆積した倒流木は、より規模の大きな洪水時に流出する可能性はあるものの、河畔林内に捕捉されて長期間滞留する。その間に様々な陸上生物の生息場、有機物資源として利用されうる。木質リターは葉のリターに比べて養分が少ないため、研究者の注目度も低い、量的には重要である（Berg and McClaugherty, 2003）。倒流木の中には陸上ですでにかなり腐朽が進んだものが混ざることもあるが、基本的に材は腐朽菌により分解されてゆく。その際、ニレ類に発生するタモギタケ、ヤナギに多いエノキタケのような食用キノコがでることもある（写真-3）。



写真-3 流木に発生したタモギタケ
ハルニレ、オヒョウなどにしばしば群生する

菌の子実体であるキノコは材に比べて養分濃度が非常に高く、昆虫や動物などの餌にもなるが、腐朽菌により分解がすすんだ材は窒素含有率が増加し（Berg and McClaugherty, 2003；二井ら，2000）、甲虫などの幼虫にとって好ましい餌となるであろう。

北海道では河畔の各種ヤナギ類やハルニレなどに 5、6 種類のクワガタムシが樹液を吸いにやって来る。それらの幼虫は白色腐朽菌などにより腐朽した広葉樹を餌とするが、ノコギリクワガタのように埋もれた朽ち木など湿った軟らかい倒木で見つかる種（岡島ら，1988）にとって、堆積した倒流木は重要な餌源となる可能性がある。筆者は氾濫原の発達する十勝川支流のケショウヤナギ林で多数のノコギリクワガタ成虫を採取したことがあるが（写真-3）、河口や海岸に打ち上げられた流木下でノコギリクワガタが見つかることもあるという（堀，2006）。



写真-4 1本の若いケショウヤナギに群がっていた
ノコギリクワガタ
(1993. 8. 6 十勝川支流)

河畔のヤナギ林は札幌などの都市部や、土地利用のすすんだ農村地域においても比較的多く生えている、というよりも改修された河畔にはほとんどヤナギしか残っていない河川が大部分である。しかし、そのようなヤナギ林ではクワガタムシを多数見ることはあまりない。これは、成虫の餌となる樹液を提供する樹木のみでなく、幼虫の餌となる腐朽木もセットで近くに存在しないと生活史を全うするには不都合であることを示唆する。多くのクワガタムシの幼虫はブナやミズナラなどブナ科樹木の朽ち木で見つかることが多いとされている。したがって、河畔林を含む周辺森林にこれらの樹種も生育し、かつ定期的に腐朽木が生ずるような条件が望ましいともいえる。河畔における洪水や、台風による風倒などの自然撓乱は倒流木発生の重要なファクターであり、樹木の天然更新のきっかけともなるが、発生した倒流木を流域内に留めてそれらを利用する生物に分解させ土壌化することは、防災という面からも都合が良い。

5. 倒流木の功罪と河畔林管理

ここまで、生態学的にみた倒流木の「功」の部分について述べてきたが、流木が人にとって「罪」に該当するのは主に、1) 家屋などの損傷被害を大きくすること、2) 沿岸の魚網、漁業施設などに被害をもたらすことと考えられる。しかし、近年の洪水調査報告から、流木は河畔林ではなく山地由来の樹木のほうが多く、河畔林は自ら流出するよりも多くの流木を捕捉するなど、むしろ水防林としての役割を持つことも明らかになっている（北海道立林業試験場、2004；山田ら、2006）。これは今のところ推測の域を出ないが、河川が現在のように改修され直線化されていない状態であれば、より多くの流木が蛇行帯や湿原域で捕捉されていた可能性もあろう。いずれにしても、河川を通じて海域へ流出する流木を0にすることは不可能であり、流出を減らすためには、膨大な量の流木をせき止めた二風谷ダム級のダムを各河川の河口近くに設置するほかないであろう。森林から海への有機物流入は一方では漁業資源を育むものとして期待され、各地で盛んに植樹活動も行われているのであるから、一過性の流木は数年～数十年確立のリスクとして、本来保険をかけておくべきものではないだろうか。最近、健全な流砂系、河川の連続性を維持しつつ土石流災害を防ぐための、スリットダムが各地で造られている。これらは流木の捕捉機能も有するが、河川



写真-5 ケヤマハンノキ林内に堆積する流木
(2003.8.28 日高厚別川)

の拡幅部、網状流区間などに成立する河畔林は元来、中小規模の木石移動に対して、スリット付遊砂地として機能していたはずである（写真-5）。また、河原に引っ掛かり動きにくくなった大木は、背後に土砂堆積域を形成し、新たな植生更新の場ともなる（Naiman et al., 2005）。前記したように、流木の発生に関して河畔林が功罪相半ばする（むしろ功）ならば、費用対効果、生態学的機能からみて、極力河畔林空間を残す、もしくは再生することを選択すべきではないだろうか。開発のすすんだ本州都市部などでは難しい場合もあろうが、農村地域ではこのような防災空間兼生態系保全空間を再生できる余地はまだ残されていると思われる。

参考文献

- 1) 阿部俊夫・中村太士 (1996) 北海道北部の緩勾配小河川における倒流木による淵およびカバーの形成. 日林誌78 : 36-42.
- 2) Allan, J. D. (1995) Stream ecology. Chapman & Hall, London.
- 3) Berg, B. and McClaugherty, C. (2003) Plant litter. (森林生態系の落葉分解と腐食形成. 大園享司訳, シュプリンガー・フェアラーク, 東京).
- 4) Decamps, H. and Tabacchi, E. (1994) Species richness in vegetation along river margins. Aquatic Ecology. Paul, S.G., et al., 627pp, Blackwell Science Publications, Oxford, 1-20.
- 5) 二井一禎・肘井直樹 (2000) 森林微生物生態学. 朝倉書店, 東京
- 6) 日野輝明 (2004) 鳥たちの森. 東海大学出版, 神奈川.

- 7) 北海道立林業試験場 (2004) 平成 15 年台風 10 号に伴う集中豪雨による流木発生等実態調査に係る報告書.
- 8) 堀 繁久 (2006) 探そう! ほっかいどうの虫. 北海道新聞社, 札幌.
- 9) 伊藤富子・中島美由紀・長坂晶子・長坂 有 (2006) サケマスのホッチャレが川とその周囲の生態系で果たしている役割 (魚類環境生態学入門. 猿渡敏郎編, 東海大学出版会, 神奈川). 244-260.
- 10) Nagasaka, A., Nagasaka, Y., Ito, K., Mano, T., Ymanaka, M., Katayama, A., Sato, Y., Grankin, A. L., Zdorikov, A.I., Boronov, G. A. (2006) Contributions of salmon-derived nitrogen to riparian vegetation in the northwest Pacific region. *J. For. Res.* 11-3:377-382.
- 11) 長坂 有 (1997) 溪流魚の生息場所と河畔の植生. *光珠内季報* 108 : 10-14.
- 12) 長坂 有 (2007) 水辺林の保全・再生 (主張する森林施業論. 森林施業研究会編, 日本林業調査会, 東京). 332-339.
- 13) Naiman, R. J. and Bilby, R. E. (1998) *River ecology and management*. Springer-Verlag, New York.
- 14) Naiman, R. J., Decamps, H., McClain, M. E. (2005) *Riparia*. Elsevier academic press, Amsterdam.
- 15) 岡島秀治・山口 進 (1988) クワガタムシ. 保育社, 大阪.
- 16) 沖野外輝夫+河川生態学術研究会千曲川研究グループ (2006) 洪水がつくる川の自然. 信濃毎日新聞社, 長野.
- 17) 佐藤弘和・永田光博・鷹見達也・柳井清治 (2001) 河畔林の被陰がサクラマスの成長に及ぼす影響—夏期河川水温を指標とした解析—. *日林誌* 83 : 22-29.
- 18) 高橋和也・林 靖子・中村太士・辻 珠希・土屋進・今泉浩史 (2003) 生態学的機能維持のための水辺緩衝林帯の幅に関する考察. *応用生態工学* 5(2),139-167
- 19) 竹中 健 (1999) シマフクロウ (知床の鳥類. 斜里町立知床博物館編, 北海道新聞社, 札幌). 78-125.
- 20) Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., and Cushing, C. E. (1980) The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37:130-137.
- 21) 山田健四・長坂 有・佐藤 創・対馬俊之・阿部友幸 (2006) 2003 年台風 10 号災害における厚別川流域河畔林の被害状況と流木発生・捕捉量の定量化. *砂防学会誌* 59-1 : 13-20.
- 22) 山口 進 (1989) クワガタムシ. 小学館, 東京.
- 23) 山本純郎 (2001) シマフクロウの棲む国後島—主として生息環境について—. *Arctic Circle* 40 : 12-13.
- 24) 柳井清治・永田光博・長坂 有・佐藤弘和・宮本真人・大久保進一 (2001) サクラマス幼魚の越冬場所を形成する河畔樹木の役割. *日林誌* 83 : 340-346.