

論 文

治山ダム直上流流域の土砂移動に対する植栽木の生残・成長特性

崎尾 均^{*1}

崎尾 均：治山ダム直上流流域の土砂移動に対する植栽木の生残・成長特性 日林誌 84：26~32, 2002 溪畔林の再生・復元の手法を検討するために、人工林施業の行われている流域において溪畔林樹種の導入を試みた。1993年に秩父山地の冷温帯域の溪畔域において、治山ダム上流側の溪床にシオジ・オニグルミ・トチノキ3種の苗木植栽を行い、7年間の生残成長過程を追跡した。また、溪流の攪乱様式は、地盤高を指標として解析した。1993年に植栽した苗木の50%を超える個体が、台風の増水によって流失したが、7年後でも約15%の個体が比高の高い砂礫堆積地を中心に生残していた。治山ダム上流側の溪床では、土砂の侵食・堆積、流路変動、山腹崩壊などさまざまな種類、頻度、サイズの攪乱が生じた。溪流の攪乱と植栽苗木の生残率には、密接な関係があった。苗木の生残率は、土砂の洗掘量が少ない高位堆積地において高い値を示した。植栽した3種の中でトチノキが他の樹種より早い成長を示した。また、シオジは、3種の中で最も土砂の埋没に対して強い耐性をもっていた。これらの結果より、溪畔林の再生を植栽によって行う場合、苗木は溪流攪乱を受けることの少ない、溪流の中央部から離れた比高の高い砂礫堆積地に、本来の溪畔林の優占種を植栽することが重要であると考えられた。最後に、溪畔林再生手法の提案を行った。

キーワード：オニグルミ、攪乱体制、溪畔林、シオジ、トチノキ

Sakio, H.: **Survival and Growth of Planted Trees in Relation to the Debris Movement on Gravel Deposit of a Check Dam.** J. Jpn. For. Soc. 84: 26~32, 2002 For the purpose of rehabilitation of riparian forests in mountain regions, I have introduced riparian tree species into a riparian zone in an afforestation basin. I planted seedlings of *Aesculus turbinata*, *Fraxinus platypoda* and *Juglans mandshurica* var. *sachalinensis* on the gravel deposit of a check dam in the riparian zone of Chichibu Mountains region situated in a cool-temperate zone and, examined the survival and growth of the planted seedlings for seven years. The disturbance regime of the riparian zone was analyzed using the ground level as an index. Though over 50% of the planted seedlings were washed away by flood after a typhoon hit, about 15% of the planted seedlings remained on the higher terrace seven years after planting. Disturbances of gravel deposit of check dam vary in type (erosion, sedimentation, channel shift, landslide and so on), frequency and size. The survival of planted seedlings was closely related with the disturbance regime on a riparian zone. The survival ratio of planted seedlings was high on the higher terrace that had little erosion of gravel deposit. The growth rate of *Aesculus turbinata* was higher than that of the other species. *Fraxinus platypoda* had the highest tolerance to being buried in gravel deposit among the three species. As a result, it is important to plant the native riparian species seedlings on a higher terrace that is far away from the center of a stream and is rarely disturbed by flood. Finally, I have proposed a plan for the rehabilitation of riparian forest in a mountain region.

Key words: *Aesculus turbinata*, disturbance regime, *Fraxinus platypoda*, *Juglans mandshurica* var. *sachalinensis*, riparian forest

I. はじめに

溪流周辺の溪畔域は、陸域の森林と水域の溪流をつなぐ推移帯として、また上流と下流をつなぐ回廊として、生態系において重要な位置にある(中村, 1995; 崎尾・鈴木, 1997)。ここに分布する溪畔林は土砂流失防止や水質保全だけでなく、淡水魚類、とくにサケ科魚類の生息環境の形成にも、日射遮断(中村・百海, 1989; Sugimoto *et al.*, 1997)や倒流木の供給(Fausch and Northcote, 1992; 阿部・中村, 1996)をとおして大きな役割を果たしている。また、景観形成や溪流釣りなどのレクリエーションの資源としても欠かせない(馬場, 2000)。その上、流域における多様な溪流攪乱から生じる複雑な微地形は生物多様性の維持にも貢献し、多くの絶滅危惧種などの生息地もしくは希少種の避難場所としても重要である(Malanson, 1993)。

しかし、戦中・戦後の伐採によって国内の森林が失われ

る中で、多くの溪畔林も失われた。とくに、国土の保全と木材資源の確保のために急速に行われた拡大造林によって広葉樹林はスギ・ヒノキ中心の針葉樹林に置き換えられた。この施業によって、山腹斜面のみならず尾根から沢まで広葉樹が皆伐され、多くの溪畔林が消失し、断片化した。また、土砂流失、土石流、山崩れを防止するために砂防工事や治山工事が行われたが、これらの工事に伴う伐採も溪畔林の消失に追い打ちをかけた(崎尾・鈴木, 1997)。

人為的開発が河川周辺の植物群落に及ぼす影響については、ダム(Johnson *et al.*, 1976; Jansson *et al.*, 2000)などについての報告があるものの、溪畔域への溪畔林の再生については神奈川県を除いてほとんど行われていない(齋藤ら, 1998)。皆伐施業の行われているスギ・ヒノキの人工林の流域では、治山工事が集中的に行われているために溪畔域には、本来溪畔林を構成していた林冠木はほとんど見られず、治山工事や作業道の開設に伴って人工的に出現した砂礫地が多く見られ、長期間無立木化している箇所

* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: sakio@mrh.biglobe.ne.jp

¹ 埼玉県農林総合研究センター森林支所 (369-1224 埼玉県大里郡寄居町鉢形 2609)

Forestry Research Branch, Saitama Prefectural Agriculture & Forestry Research Center, 2609 Hachigata, Yorii, Saitama 369-1224, Japan.

が多い(崎尾・鈴木, 1997)。本研究では、溪畔林の再生手法を検討するためにこのような場所に植栽による溪畔林樹種の導入を試みた。今回はとくに、治山ダムの上流側に広がった砂礫堆積地への植栽を試みた。溪畔域に分布する3種の広葉樹苗木を植栽し、その生存や成長過程を土砂の動態と関連づけて追跡することにより、おのおのの樹種の生残・生育特性や耐埋没性などを比較し、溪畔林を再生する手法としてこれらの樹種の植栽適地について検討した。

II. 調査地と調査方法

1. 調査地

調査地は埼玉県秩父市浦山のカジクエ沢(標高600m)である。この集水域(200ha)の地質は中・古生界の砂岩・泥岩・チャートからなり(埼玉県農林部林務課, 1999)、地形はV字谷で急峻である。標高は550mから1,210mに位置する。調査地から10km離れた秩父市内で測定した年平均気温(1993年から1999年の平均)は13.3°C(熊谷地方気象台, 1993~2000)、気温の低減率を標高100mで0.6°Cとすると調査地の年平均気温は11.1°Cであった。秩父市浦山で測定された年降水量(1993年から2000年の平均)は1,579mm、最大積雪深は約50cmであった。また、7年間の月ごとの月別最大日降水量は、図-1に示される。各年の最大日降水量は、台風、熱帯低気圧、秋雨前線による集中豪雨によって6月から9月にかけて記録された。特に、1996、1998、1999年には200mmを超える日降水量が記録され、大きな災害が発生した(熊谷地方気象台, 1996, 1998, 1999)。

この溪流の流域は、冷温帯下部に位置し、以前はブナ(*Fagus crenata* Blume)・イヌブナ(*Fagus japonica* Maxim.)を優占種とする落葉広葉樹林であったが、岩地などの植栽不可能地を除いてほぼ全域にわたって天然の広葉樹林が伐採され、スギ(*Cryptomeria japonica* D. Don)・ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc.)の人工林となっている。伐採は溪畔域にまで及び、伐採前の

溪畔林を形成していたと思われるシオジ(*Fraxinus platypoda* Oliv.)やトチノキ(*Aesculus turbinata* Blume)の林冠木はなく、その稚樹や実生もまれにしか見られない。しかし、萌芽力の強いサワグルミ(*Pterocarya rhoifolia* Sieb. et Zucc.)やカエデ類は残存し、またフサザクラ(*Euptelea polyandra* Sieb. et Zucc.)やクマシデ属(*Carpinus*)などのパイオニア種は風による種子散布によって侵入している。

調査区間より下流は河床幅がせまく10m前後であるが、治山ダムの上流側は幅が15~30mの拡幅部となっている。溪流内には直径1mを超える岩石を含め、さまざまなサイズの礫が分布しているが、治山ダム上流側の溪床では比較的粒径の小さな砂礫が堆積している。このカジクエ沢には溪流に沿って作業道が施工され、標高550mから700mまで、階段状に治山ダムが溪流長900mの間に11基施工されている。この間の溪床勾配は16.7%である。

今回、植栽を行ったのは、下流から2基目の1988年に施工された重力式コンクリート治山ダム(体積717.5m³、堤高7m、天端厚2m、放水路幅8m)の上流側の溪床である。このダムの上流側は、1992年までに放水天端まで土砂で完全に埋まった。

2. 植栽試験

植栽樹種としては、冷温帯の溪畔域に分布する、シオジ・オニグルミ(*Juglans mandshurica* var. *sachalinensis*)・トチノキを選んだ。シオジは、秩父地域の溪畔林の優占種で、林冠木の60%以上を占め、この3種の中ではもっとも水際に分布し、溪流の攪乱によく適応して更新している(Sakio, 1997)。トチノキは河川部よりも山腹斜面部の肥沃地に多く分布しているが(Kikuchi, 1968; 大嶋ら, 1990)、シオジほどはまとまった一斉林を形成することはあまりない。オニグルミは、溪流沿いにも分布するが、山腹斜面の凹地を中心とし、この3種の中ではもっとも水際から離れた分布域を示す。

1993年11月18日に、シオジ・オニグルミ・トチノキ

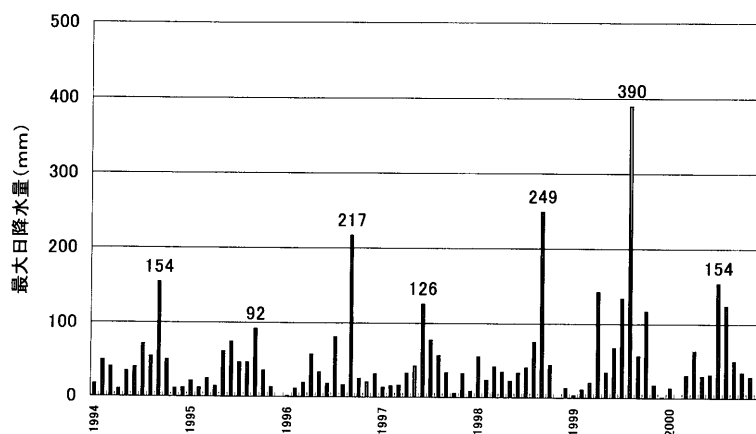


図-1. 植栽後7年間の月別最大日降水量

グラフ中の数字はその年の最大日降水量を示す。

の苗木をおのおの100本、図-2のような配置で治山ダムの上流側の溪床に植栽した。治山ダムに平行に植栽間隔1mで1列25本、列幅2mで12列、下流側からシオジ、オニグルミ、トチノキの順で植栽した。各樹種の生育特性を土砂の動態と関連づけて解析するために、砂礫堆積地はもちろんのこと、渓流水が流れている流路内にまで植栽を行った。植栽苗木は、寄居町にある埼玉県農林総合研究センター森林支所の苗畑で種子から育苗したものである。シオジの種子は隣接する流域から、またオニグルミ・トチノキの種子は秩父郡市内から集めた。植栽後、毎年10~11月に、苗木の生残、樹高および地上20cmの直径の測定を行った。

3. 溪床の攪乱体制

苗木の生残や成長に大きな影響を及ぼす、溪流の攪乱体制を把握するために、治山ダムの上流側の溪床の地形変化を7年間調査した。そのために、苗木の生育が終了した10月ごろに、植栽した300カ所の地盤高をレベルで測定した。測定は植栽時の1993年から2000年まで、1995年をのぞいて計7回行った。治山ダムの放水路を基準点(0m)にとり、300カ所について7年間の地盤高変化量 H_i を測定した。

$$H_i = h_i - h_{i-1}$$

: h は地盤高, i は測定回 ($2 \leq i \leq 7$)

また、各測定年間の地盤高の平均変化量として平均地盤高変化量 H_a を算出した。この値は測定年間における m カ所の平均の砂礫の移動量に対応する。

$$H_a = (1/m) \sum_{j=1}^m |H_i|$$

: j は測定箇所, 本調査では $m=300$

また、これらの溪流攪乱とその原因である洪水の関係を明らかにするために、秩父市浦山で観測されている降水量データを解析した(熊谷地方気象台, 1993~2000)。

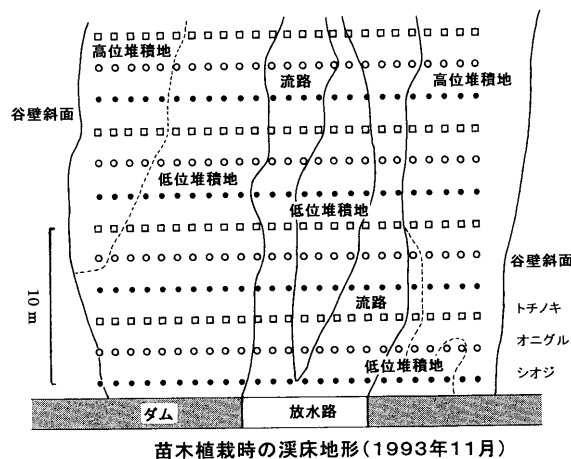


図-2. 苗木植栽時の治山ダム上流側の溪床の地形と植栽配置

III. 結 果

1. 植栽苗木の生残率

1993年11月18日に植栽したシオジの苗木(100本)は、翌年の6月20日には流失した2個体を除き、98個体が葉を展開し活着していた。トチノキの苗木(100本)は、すべての個体が葉を展開し活着していた。一方、オニグルミは100個体のうち3個体が流失した。残った97個体のうち31個体が主幹の上方部分が枯れており、葉を展開していなかったが、地際は生きておりすでに7個体が萌芽を地際から出していた。

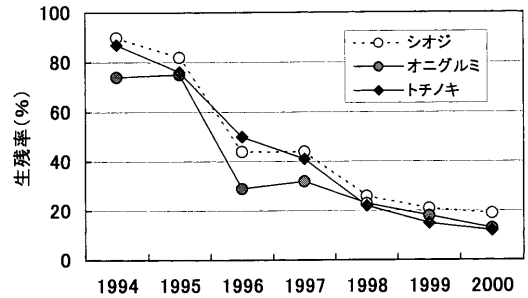


図-3. 植栽苗木の生残率の経年変化

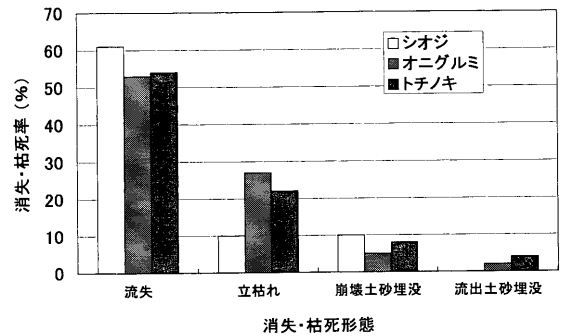


図-4. 7年間の植栽木の消失・枯死形態

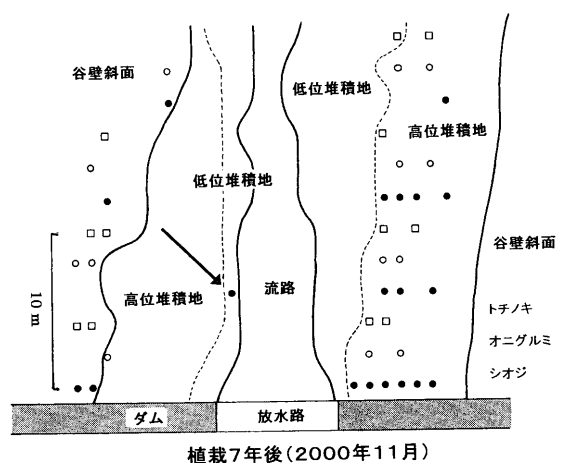


図-5. 植栽7年後のダム堆砂敷の地形と生残植栽木

1993年に植栽した苗木の個体数は、溪流攪乱による影響で年々減少した(図-3)。2000年までの7年間に植栽した3種ともに50%以上の苗木が流失した(図-4)。また立枯れした苗木は、オニグルミが27%、トチノキが22%で、シオジの2倍以上であった。1993年から1995年の2年間にかけては、大きな溪流攪乱もなく、流路内に植栽した苗木が流失した程度で各樹種ともに約80%の苗木が生残していた。1996年には9月の台風による集中豪雨で大きな

攪乱が生じ、土砂の堆積や洗掘によって地形が大きく変化し、それによって、多くの植栽苗木が流失した。この時点で、シオジ、オニグルミ、トチノキの生残率はおのおの44、29、50%まで低下した。その後、1998年と1999年の集中豪雨で2000年の秋には、シオジ、オニグルミ、トチノキの生存率はおのおの19、13、12%(3種の生残率には有意水準0.05で有意な差がない)となり、その分布は図-5に示される。最も生残率の高い立地は、左岸の高位堆積

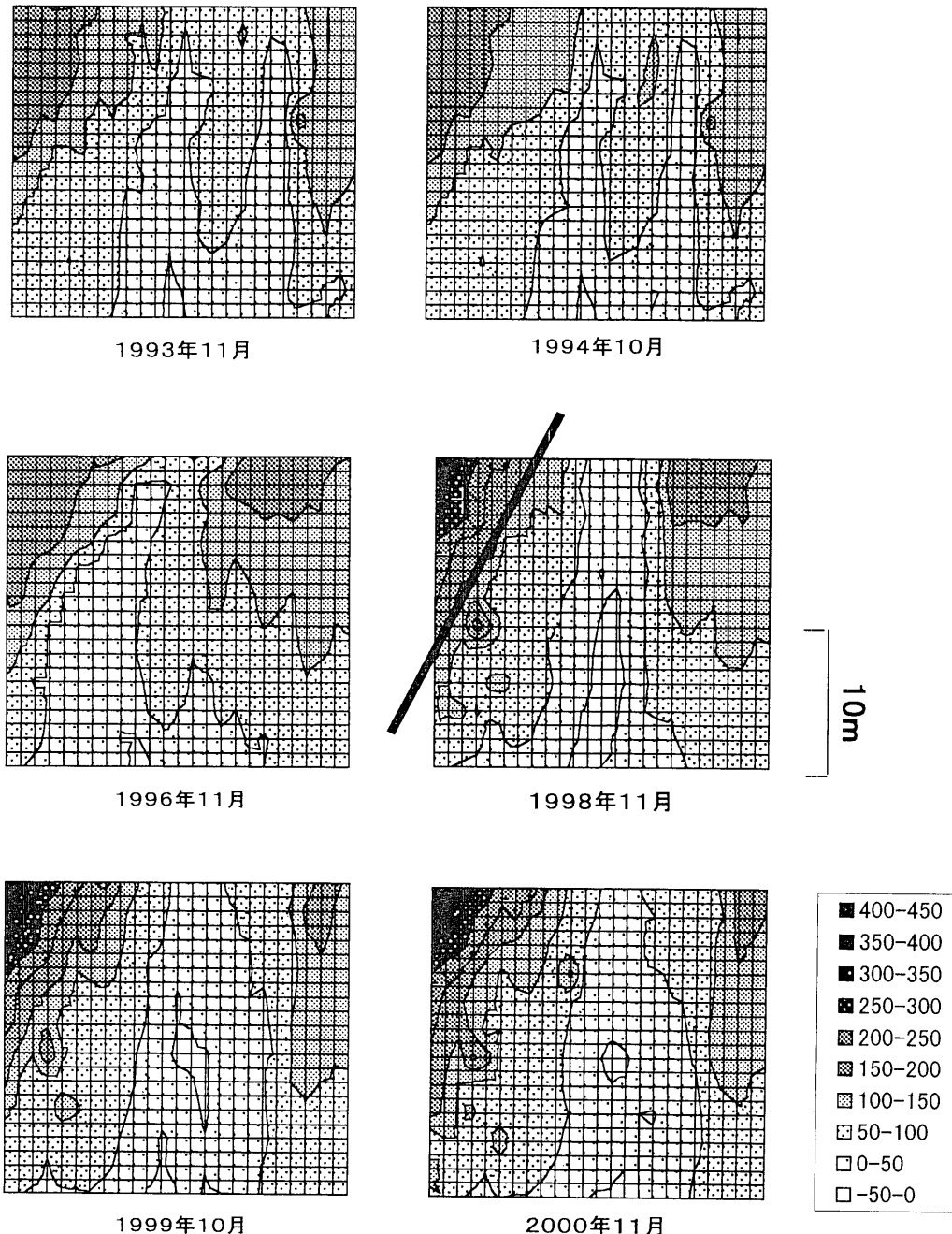


図-6. 7年間のダム堆砂敷の地形変化

治山ダムの放水天端を基準(0 cm)とした比高(cm)で示される。等高線は50 cm 間隔である。1993年11月は植栽時。1996年11月は大型台風直後。1998年11月は右岸からの山腹崩壊。太い実線まで崩壊土砂が堆積した。図の下側が放水天端である。

地で28個体が生残していた。これらの場所は植栽当時から高位堆積地で7年間に大きな地形変化が生じていない場所である(図-6)。右岸の谷壁斜面の個体は、1998年の山腹崩壊によって土砂に埋まったり、倒れたりした個体が再生してきたものである。また、流路変動が繰り返されたにも関わらず、シオジ1個体が溪流の中央付近で生残していた(図-5の矢印)。

溪流の攪乱と植栽苗木の生残率には、密接な関係があった。表-1は、生残個体と消失個体の地盤高変化量を示す。消失個体には、増水などの溪流攪乱によって流失したり、その際、土砂に埋没した個体が含まれる。1994~1996年、1997~1998年、1998~1999年には生残個体と消失個体のあいだで地盤高変化量に強い有意差が見られた。これらの年には消失個体の位置では洗掘が卓越しており地盤高変化量はマイナスの値を示していた。一方、生残個体の位置では、地盤高変化量はプラスの値を示し、土砂が堆積していた。つまり、植栽苗木の消失は、増水によって土砂が洗掘された場所で生じる傾向があった。

2. 植栽苗木の成長特性

植栽苗木の樹高成長は、1993年から1996年にかけては3種とも目立った増加を示していないが、1997年以降は3種とも増加の速度を増している(図-7)。地上20cmで測

表-1. 生残個体と溪流攪乱による消失個体における地盤高変化量の違い

年	個体数		地盤高変化量 (Mean±SD cm)		
	生残	消失	生残個体	消失個体	
93~94	183	36	+4.1±6.8	+1.1±4.8	ns
94~96	83	100	+12.2±19.8	-7.9±51.3	*
96~97	76	7	+11.8±18.8	+22.7±55.8	ns
97~98	59	17	+13.8±21.9	-31.4±37.9	*
98~99	44	15	+16.7±17.4	-23.6±24.4	*
99~00	44	0	+17.3±19.4	—	—

+は土砂の堆積を、-は洗掘を示す。消失個体には、増水によって流失した個体と、その際、土砂に埋没した個体が含まれる。溪流攪乱による直接的な物理的影響を比較するために立枯れ個体は除かれた。生残個体と消失個体間の有意差検定はWilcoxonの順位和検定による(* $p < 0.01$)。

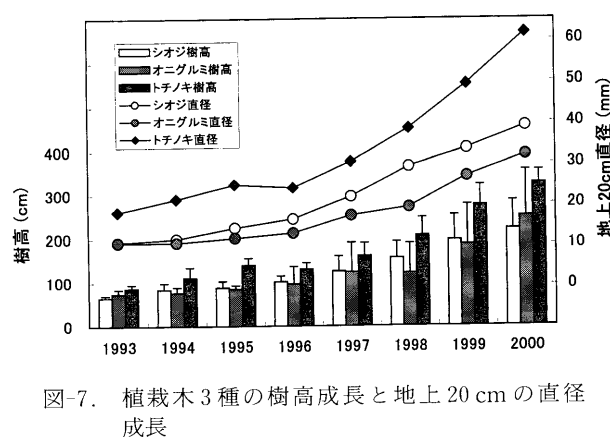


図-7. 植栽木3種の樹高成長と地上20cmの直径成長

3種とも攪乱によるダメージを受けていない個体の平均値で示される。棒グラフは樹高を、折れ線グラフは直径成長を示す。

定した直径も樹高と同じような成長を示した。これらの中でトチノキは他の2種と比較して樹高成長、直径成長ともにもっとも早い成長を示した。2000年11月まで生存している植栽苗木のうち、樹高の大きな個体は3種とも流路にもっとも近い位置に分布していた。一方、谷壁斜面に近い個体は、人工造林地から発生したクズなどのツル植物の影響のために、枯死もしくは成長の小さな個体が見られた。

3. 治山ダム上流側の溪床の攪乱体制

1994~1996、1997~1998、1998~1999年には治山ダム上流側の溪床において土砂の堆積や侵食が多いことを示す平均地盤高変化量が他の3カ年と比較して非常に大きな値をとっていた(図-8)。これらの年には最大日降水量が200mmを超える集中豪雨が記録された。また1998年9月16日の台風5号による日降水量249mmの集中豪雨では右岸側の山腹が崩壊し、多量の土砂が堆積した(図-6、1998年11月測定)。

これらの攪乱によって、溪床の地形も変化した(図-6)。苗木を植栽した1993年から1995年にかけては、地形を変動させる攪乱は見られなかったが、1996年9月22日の台風17号による集中豪雨で溪床の地形が変化した。流路が大きく右岸側に移動し、もとの流路は砂礫堆積地となった。1997年には大きな攪乱は見られなかったが、1998年9月16日の台風5号による集中豪雨によって、流路は上流から放水路に向かってまっすぐとなり、右岸の山腹崩壊の土砂によって谷壁斜面が流路に迫ってきた(図-6の実線の部分)。1999年8月14日の熱帯低気圧による大雨では、流路の位置は変わらなかったが、砂礫堆積地がかなり侵食された。

以上のように、この7年間には治山ダム上流側の溪床において、集中豪雨を原因とするさまざまな地形変動が生じた。自然の溪畔域では、砂礫の堆積・侵食、山腹崩壊、流路変動などさまざまな種類の規模の異なる攪乱によって、大径の礫も含めて運搬されている。それに対して、溪畔域に治山ダムが連続的に設置された溪流においては、この7年間には大径の礫の移動はほとんどなく、粒径の小さな砂礫の侵食や堆積による流路変動程度で大規模な攪乱は見られなかった。

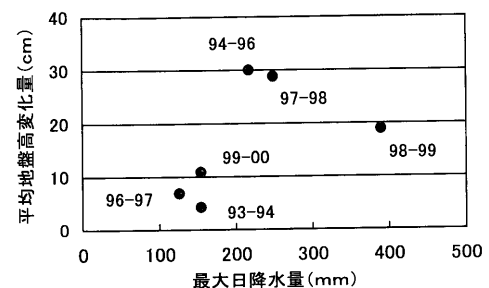


図-8. 平均地盤高変化量と最大日降水量の関係

IV. 考 察

1. 植栽苗木の生残・成長特性

天然の溪畔林や河畔林については、その樹種構成・群落構造・更新動態は比較的研究されており、これらの水辺林の維持更新機構や生物多様性は、洪水やそれに伴う地表変動と密接な関連をもっていることが明らかになっている (Gregory *et al.*, 1991; Malanson, 1993; 崎尾ら, 1995)。また、ダムなどの人工構造物が河川周辺の植物群落に及ぼす影響についてもさまざまな研究が行われ、水辺に依存して生育している植物の更新を阻害することが報告されている (Johnson *et al.*, 1976; Jansson *et al.*, 2000)。しかし、森林地帯において本来の溪畔林を復元するために人工植栽された事例はほとんど見られない。齋藤ら (1998) は、神奈川県丹沢山地の神ノ川の治山ダム施工地において、周辺の現存植生や潜在自然植生を把握した上で苗木を植栽し、翌年、活着状況や成長量の調査を行った。ただ、この事例は、1年間の短期間であるので、今後の溪流攪乱の影響や植栽事業の評価が期待される。

アメリカのミズーリ川の河畔林においてヒロハハコヤナギ (*Populus deltoides*) の樹木の稚樹・実生バンクが消失しているが、これは上流に建設された貯水ダムによって春先の洪水が調節され、流路の蛇行が減少し発芽床が失われているためと考えられている (Johnson *et al.*, 1976)。スウェーデン北部の河川においては、ダムによる河川の分断化が、水辺植物の自然の水散布を阻害していた (Jansson *et al.*, 2000)。これらの結果は、人工構造物が自然の水辺植生の更新を妨げていることをしめした。一方、床固工の設置は河床を安定化する方向にはたらき (木村, 1990)、その背後の堆砂域では河床の安定度が高くなる結果、より多様性に富んだ河畔林が成立することを報告している (林ら, 1998)。ただ、この場合も溪床の安定化に伴い、流路変動が減少しパイオニア種の定着立地の形成が阻害されている可能性はある。

河畔林植生の安定については、河川の最低河床からの比高が高いほど、洪水による樹木の流失が少なく (菊池・山田, 1994)、ヤナギ類の分布は比高が高いほど樹齢が高くなることが報告されている (二階堂, 1995)。本研究では、治山ダムの上流側の溪床に植栽した苗木の生残・生育過程を、溪流の攪乱と関連づけて7年間追跡した。7年間には、最大日降水量が200 mmを超える豪雨が3回あり、溪床の地形に変化が見られた (図-6)。その結果、植栽苗木の多くが流失したものの、7年後に15%の苗木が溪流による土砂の洗掘を受けにくい、溪流の中央部から離れた高位堆積地に生残していた (図-5)。治山ダムの上流側の溪床では、粒径の小さな砂礫の浸食や堆積による流路変動が頻繁に生じたものの、苗木の生残していた高位堆積地は比較的安定状態にあった。

このように治山ダムが連続して設置されている溪流においては、治山ダム上流側の溪床の攪乱は、溪流中央部の低

位堆積地を中心とした流路変動による土砂の堆積と洗掘で、高位堆積地は安定状態にありそれほど規模の大きなものではなかった。ただ、7年間に2度の流路変動が生じその頻度は高かった。これらの結果から、溪畔林の再生における苗木の植栽の適地は溪流攪乱の影響の少ない高位堆積地であると判断された。とくに、トチノキは安定した高位堆積地では成長が早く植栽樹種として適している。これは、大嶋ら (1990) の天然の溪畔林の樹種分布とも一致している。一方、シオジは1個体ではあるが土砂の洗掘・堆積が繰り返される溪流の中央付近で生残し続けていた。また、7年間の調査の中でシオジは土砂に埋没することによって不定根を出すことが観察された。シオジの稚樹は天然の溪畔林の中では、溪流際や中洲の砂礫堆積地に集中して分布する (Sakio, 1997)。このようにシオジは溪畔域の中で最も攪乱の影響を受けやすい立地で更新することが植栽試験の結果からも確認できた。これらの結果から、樹種の配置としては、天然林の優占種であるシオジを水際に、それより高位の堆積地にはトチノキを植栽することが適当であると判断できた。

2. 溪畔林再生手法の提案

流域の溪畔林の更新や生物多様性は、隣接する斜面も含めた地表変動に大きく依存している (Gregory *et al.*, 1991)。そこで生態系構成要因のつながりを維持し、樹木が永続的に更新していくためには、森林そのものの保全のみならず、土砂や物質の移動、洪水などによる地表変動など、溪流がもつダイナミズムが維持されることが必要である (中村, 1999)。しかし、現実には、溪畔域まで針葉樹の人工造林が行われ、その流域にはダムが建設され、上流と下流、また水域と陸域生態系が分断され、本来の溪畔域の攪乱動態が失われていることが多い (崎尾・鈴木, 1997)。

このような状態を改善し本来の溪流生態系を再生するためには、1) 植栽などによる植生の導入を行い、2) 溪流のダイナミズムの回復をはかることが必要である。天然の溪畔林においては、溪流の中央部にまで林冠木が分布しているが、これは長期間にわたる多くの種子散布、実生の定着、流失をとおして形成されたものである。これを植栽によって直接形成しようとしても、大部分の苗木が流失してしまうため、コストがかかりすぎ現実的ではない。とくに、流域に林冠木を形成する樹種が見られないような溪流においては、できるだけ早期に種子生産を行う林冠木を形成させ、その林冠木からの種子散布による実生の定着をはかることが重要である。そのためには、本研究の結果で示されたように、苗木植栽は溪流の攪乱が及びにくい場所、つまり、溪流の中央部から離れた安定した高位堆積地に行うことである。このような意味では、人工林の谷壁斜面下部は溪畔林を再生する良いサイトになると思われるので、今後は溪流に沿って帯状に人工林を間伐して溪畔林を造成するなど溪畔域の森林施業方法の再検討が必要である。それとともに溪畔林の優占種は、地域、地質や標高などに

よっても大きく異なっているので、植栽の際には、できるだけ樹種特性を踏まえ、本来その流域の環境に適応して分布していた樹種を選定することが大切である。

一方、溪流の自然攪乱による地表変動の動態を維持し、溪流における上流と下流、また水域と陸域生態系の物質の移動を取り戻すためには、治山ダムの形態、材質を改良するとともに、必要に応じてはその撤去も必要である。治山ダムに切れ込みを入れ、スリット化することによって上流から下流への土砂移動を可能にすることは、分断化された魚類の生息環境を取り戻すことにもなる。

最後に、河畔林の再生を事業化する場合には、事前の環境影響評価はもちろんのこと、事後の環境モニタリングを行うことはとくに重要である。河畔林再生手法についてはまだほとんど手探り状態であるので、そこで生じた問題点をすぐに事業にフィードバックできるような体制をとっておくことが必要である。

当論文の作成にあたって、埼玉県農林総合研究センター森林支所の高柳載雄、福島和孝、菊池守弘、井上昇午、島田孝行氏には現地調査にご協力をいただいた。これらの方々に深く感謝の意を表する。

引用文献

- 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.
- 馬場仁志 (2000) 水辺域の利用. (水辺域管理—その理論・技術と実践—. 砂防学会編, 329 pp, 古今書院, 東京). 145-166.
- Fausch, K. D. and Northcote, T. G. (1992) Large woody debris and salmonid habitat in a small coastal British Columbia stream. *Can. J. For. Res.* 49: 682-693.
- Gregory, S. V., Swanson, F. J., McKee, W. A., and Cummins, K. W. (1991) An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience* 41: 540-551.
- 林 香織・木村正信・戸松 修 (1998) 床固工堆砂域における河畔林の構成樹種と構造について. 中森研 46: 161-162.
- Jansson, R., Nilsson, C., and Renofalt, B. (2000) Fragmentation of riparian floras in rivers with multiple dams. *Ecology* 81: 899-903.
- Johnson, W. C., Burgess, R. L., and Keammerer, W. R. (1976) Forest overstory vegetation and environment on the Missouri River floodplain in North Dakota. *Ecol. Monogr.* 46: 59-84.
- 菊池俊一・山田拓也 (1994) 1992年豪雨による沙流川河畔林の破壊と再生状況. 日林北支論 42: 181-183.
- Kikuchi, T. (1968) Forest communities along the Oirase valley, Aomori Pref. *Ecol. Rev.* 17: 87-94.
- 木村正信 (1990) 床固工群による河床安定効果について (I)—河床変動の特徴—. 岐阜大農研報 55: 37-43.
- 熊谷地方気象台 (1993-2000) 埼玉県気象月報 1993-2000. 熊谷地方気象台, 熊谷.
- Malanson, G. P. (1993) *Riparian landscapes*. 296 pp, Cambridge University Press, New York.
- 中村太士 (1995) 河畔域における森林と河川の相互作用. 日生態誌 45: 295-300.
- 中村太士 (1999) 流域の土砂動態と環境保全型砂防. (溪流生態砂防学. 太田猛彦・高橋剛一郎編, 246 pp, 東大出版会, 東京). 135-144.
- 中村太士・百海琢司 (1989) 河畔林の河川水温への影響に関する熱収支的考察. 日林誌 71: 387-394.
- 二階堂太郎 (1995) 河畔林の微地形とそこに成立する森林の構造 (II)—齡構造による解析—. 日林論 106: 233-234.
- 大嶋有子・山中典和・玉井重信・岩坪五郎 (1990) 芦生演習林の天然林における河畔林優占高木種—トチノキ, サワグルミー—に関する分布特性の種間比較. 京大演報 62: 15-27.
- 埼玉県農林部林務課 (1999) 埼玉県地質図 (山地丘陵地). 242 pp+3 図, 埼玉県農林部林務課, 浦和市.
- 齋藤央嗣・中川重年・牧 三晴 (1998) 治山工事で作出した河畔林—神奈川県日陰沢における事例—. 神奈川県森林研研報 24: 23-32.
- Sakio, H. (1997) Effects of natural disturbance on the regeneration of riparian forests in a Chichibu Mountains, central Japan. *Plant Ecol.* 132: 181-195.
- 崎尾 均・鈴木和次郎 (1997) 水辺の森林植生 (河畔林・河畔林) の現状・構造・機能および砂防工事による影響. 砂防学会誌 49(6): 40-48.
- 崎尾 均・中村太士・大島康行 (1995) 河畔林・河畔林研究の現状と課題. 日生態誌 45: 291-294.
- Sugimoto, S., Nakamura, F., and Ito, A. (1997) Heat budget and statistical analysis of the relationship between stream temperature and riparian forest in the Toikanbetsu River basin, northern Japan. *J. For. Res.* 2: 103-107.

(2001年3月7日受付; 2001年12月10日受理)