

丹沢山地塩水川におけるシオジによる溪畔林の再生

— 植栽後3年間の結果 —

齋藤央嗣*

Regeneration of riparian forest by Spaeth's ash (*Furaxinus platypoda*) in Siomizu river of the Tanzawa mountains.

— The result for three years after planting. —

Hiroshi SAITO

要 旨

齋藤央嗣：丹沢山地塩水川におけるシオジによる溪畔林の再生 神奈川県自環保セ2：43-51, 2005 砂防ダム施工跡地に、単木と本数の異なる2タイプの巢植の計3タイプの植栽によりシオジによる溪畔林再生を行った。客土の施工や苗木の根巻により植栽後の枯損はなく、すべての個体が活着した。植栽3年後の調査では、増水による影響は見られず、巢植区はほとんど被害は発生しなかったのに対し、単木区でツルや他の草本により幹への被害が15%に及び樹高成長も低下した。巢植区では川沿いの下段より上段の方が伸長がよい傾向があり、巢植えの本数は10本区が有意に大きい、その植栽場所の影響があると思われた。植栽の内側・外側の樹高は有意ではないが内側に植栽した方が伸長が大きかった。

キーワード：シオジ、溪畔林、巢植、丹沢、治山

I はじめに

溪谷域の川沿いに成立する森林である溪畔林は、近年の研究により日照の遮断による溪流の低温の維持、リターや倒木の供給による水生生物の食料源の供給、生物の生息空間の創出、水質の浄化、流下物の捕捉、土石の貯留、洪水時の遊水地などの機能があり重要な役割を果たしていることが明らかにされている(中村, 1995; 崎尾・鈴木, 1997)。その保全と再生は、神奈川県が進めている“水源の森林づくり”においても重要な課題であると考えられる。

丹沢山地では関東大震災以降の災害の復旧や予防のため、治山や砂防工事において山脚の固定や溪床勾配の緩和、土砂の流出の防止を目的として溪流に

ダム(谷止め)工事が施工されている(神奈川県, 1984)。長期的にはこうした工事により、山地溪流の災害の復旧、予防が図られるが、施工後そのダム工の施工跡地は、自然復旧に任されることが多く、生育しているニホンジカの採食の影響もあって長期にわたり裸地が生じている事例が見受けられる。またダムの施工によって水生生物の生息への影響(丹沢大山自然環境総合調査団, 1997)や施工に伴う溪畔林の分断などさまざまな問題点が指摘されている(崎尾・鈴木, 1997)。

シオジ(*Furaxinus platypoda*)は、太平洋側山地帯の発達した溪畔林に代表的な樹種であり(前田・吉岡, 1952)、樹高30mにも達する。さらにその木材は、同属のアオダモ、ヤチダモと同様にいわゆる

*神奈川県自然環境保全センター研究部(〒243-0121 神奈川県厚木市七沢657)

“タモ材”としてその材質や木目の美しさから有用広葉樹として高値で取り引きされる。しかし丹沢山地では、東丹沢の堂平、西丹沢の一部、北丹沢などに分布が限られる(宮脇ら, 1972)。これには、関東大震災や集中豪雨などの過去の災害や人為的な利用の影響もあるものと思われる。

神奈川県では、その生物多様性保全に配慮した自然林の再生と有用広葉樹の利用のため、水源の森林づくり事業のなかで、シオジについても他の15種の広葉樹とともに県内母樹から種子を採取し増殖する事業を実施している。しかしその植栽や溪畔林の再生の技術は、まだまだ手探りの状況である(崎尾, 2002)。そうした中でこれまでに著者らは、獣害防止のツリーシェルターやマイクロエコシステムという小面積に苗木密植をする手法により溪畔林再生を試みてきた(齋藤ら, 1998)。この中でマイクロエコシステムによる方法は、早期に森林化し一定の成果をおさめつつある(中川, 未発表)。

そこで今回、砂防ダム施工跡地において早期に連続した溪畔林再生を図るため、シオジの単木植栽と巢植により溪畔林の再生を試みた。本報では、植栽後3年間の経過についてとりまとめたので報告する。なお、本研究の植栽は、自然環境保全センター県有林部の治山工事として実施され、研究部でそのモニタリングを進めてきたものである。

II 材料及び方法

調査地は、神奈川県愛甲郡清川村宮ヶ瀬の塩水川の標高550m地点(図1、県有林丹沢管理区1林班ろ四、7林班い五)である。塩水川は相模川水系の中津川の支流であり、神奈川県の水がめの一つである宮ヶ瀬ダムの上流域に位置する。現場の前後の溪流沿いには、フサザクラ、ケヤマハンノキ、アカシデなどの溪畔林が形成されているが、現地は1980年頃に砂防ダムが建設され、下流側の斜面には0.2ha程度の裸地が生じていた。この地域はニホンジカの高密度の生息が確認されている地域であり、長期にわたりススキやシナダレスズメガヤなどの牧草が一部に進入しているのみで礫におおわれている状況であった(写真1)。裸地は、右岸側の南西向き斜面とやや下流の資材搬入に使用された北東向き斜面

であった(図2)。

溪畔林の再生にあたっては、その河川の増水による攪乱の頻度を想定し、成立しうる溪畔林を想定する必要がある。ダムの上流域は、増水による攪乱の影響を受けやすいが(崎尾, 2002)下流域はダムの袖の保護もあって流路の蛇行の可能性が低く、攪乱がおきにくい場所と考えられる(齋藤ら, 1998)。

現場は、最も低いところでも平時水位よりも2m程度高く、増水による攪乱の可能性はきわめて低いと考えられた。このため高木の溪畔林構成樹種による溪畔林復元が可能であると判断し、太平洋側溪畔林の代表的な構成種であるシオジによる溪畔林復元を行うこととした。シオジは、発達した高木の溪畔林を作ることから、樹冠の被圧による溪流の定温維持などの溪畔林の持つ機能が高いと思われる。ただし山地帯の構成種であり、若干現地の標高が低い

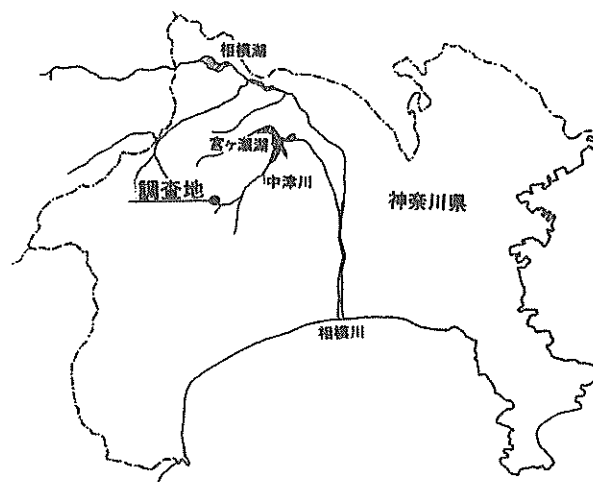


図1 調査地位置図



写真1 植栽前の状況

写真左上が砂防ダム、左下が塩水川

が、西丹沢では標高 800 m 以下のところで自生が確認されていること、現地の上流域で自生が確認されることから選択した。

苗木は神奈川県厚木市七沢の自然環境保全センター苗畑で養成した 4 年生種苗を用いた。その種子は、この川の上流にあたる丹沢山堂平（標高 1100 ~ 1200 m）のシオジ林で採取した。シオジは雌雄異種であるため、特に欠点のない 3 本の雌株の母樹からトラップで採取したもの（県 3, 県 4, T13）、およ

びその母樹周辺で拾いにより採取したもの（k）、ブナの種子トラップに混ざって採取されたもの（L1）の 5 つの属性の苗木を用いた。現場周辺はシオジが生育していないが、同一溪流で採取した種子を用いたため、自生していても近年指摘されている植栽による遺伝子攪乱の影響の可能性は低いと思われた。

植栽は、2001 年 12 月に行った。シオジが羽状複葉で大型の葉を持ち、今回植栽する苗木が樹高 1 m 程度の比較的大きな苗木であったことから著者らの

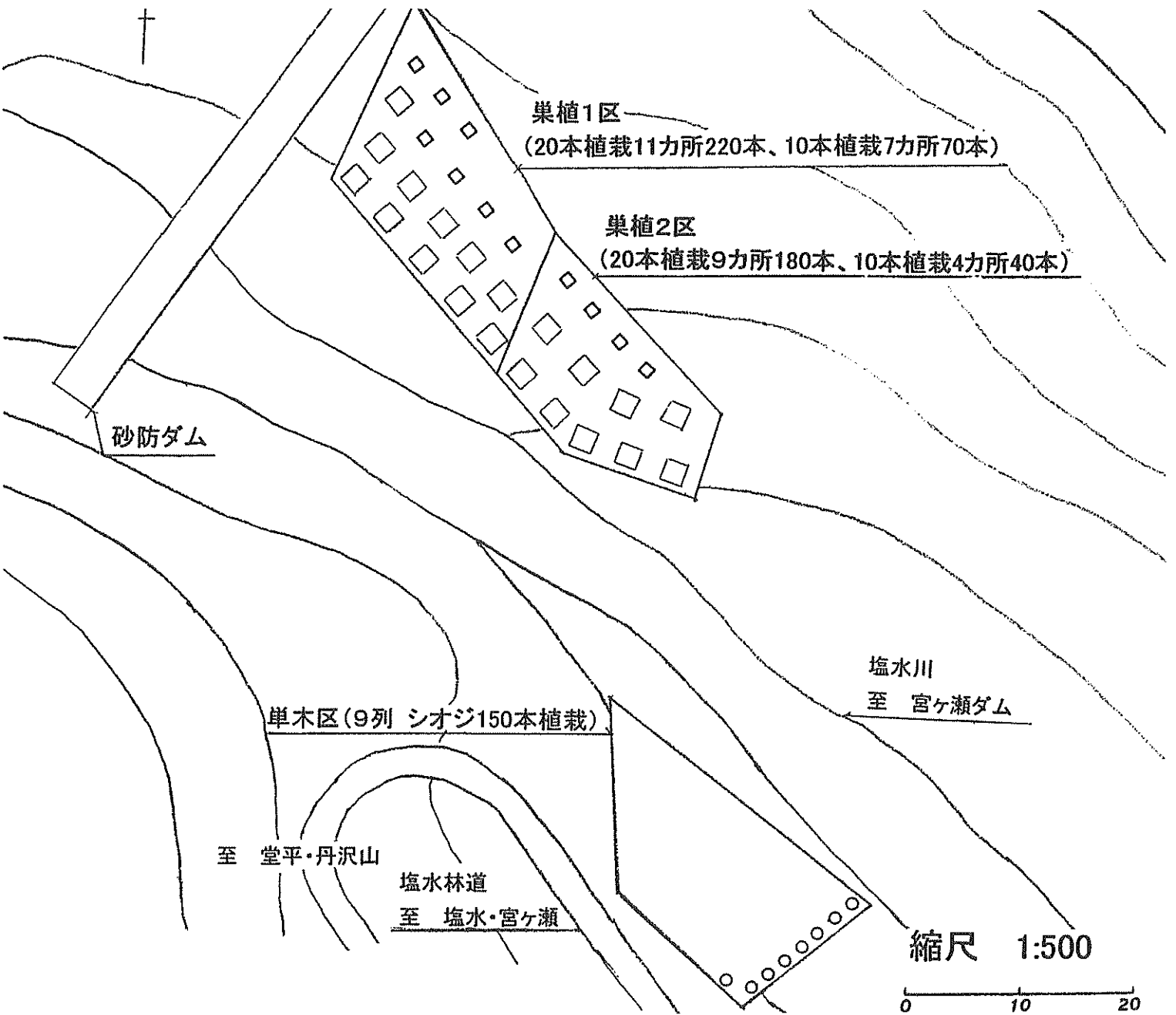


図 2 溪畔林再生箇所平面図

前回施工した溪畔林造成で良好であったマイクロエコシステム（中川，1997；齋藤ら，1998）の手法を改良し、2 m四方で100本であった植栽本数を減らし、1 m四方に10本植栽と2 m四方に20本植栽の2タイプの巣植を行うこととした（以下巣植区）。さらに対照として単木の植栽区（以下単木区）を設置した。図2に施工の平面図、図3に植栽の定規図を示す。単木区は、北東斜面になるが、斜面上部に林道があるため日照条件は大差ないものと思われた。巣植区（589 m²）では、攪乱の可能性がある斜面下部に20本巣植、上部に10本巣植を配した。植栽にあたってはニホンジカの生息があることから周囲にシカ柵を施工した。

当初これまでのマイクロエコシステムと同様に巣植部分のみを囲う予定であったが、下部でも増水による攪乱の可能性が少ないこと、施工性から巣植区も植栽区全体の周囲にシカ柵を施工し、その柵の破損対策として、巣植部分を半分に分ける柵を設置し、上流側を巣植1区、下流側を巣植2区とした。巣植1区は各母樹の苗木をランダムに配置し、巣植2区は巣植内は同一の属性の苗木、単木区（297 m²）はもっとも本数の多かった県3母樹の苗木を用いた。また単木区、巣植区ともに深さ30 cmの客土を実施した。巣植区は植栽する巣植区画を客土し、単木区は30 cm四方を客土した。さらに単木区は竹一本支柱を施工したが、巣植区では設置しなかった。

調査は植栽後成長休止期の冬季に行い、樹高、胸高直径（2003年11月調査より）、枯損等被害の状況を記録した。

III 結 果

1 枯損及び被害の発生状況

植栽後の状況を写真2に、植栽後1年後の2003年1月における被害の発生状況を図4に、3年後の2004年11月における被害の発生状況を図5および写真3に示す。ここでは「枯れ」は個体の枯死、「幹被害」は苗木の先端部の折れや枯れ、穿孔性昆虫による幹の被害とし、「ツル・被圧」は個体に枯損等はないもののツルの絡んでいるもの、他個体や他樹種に被圧されているものをさし、これによって幹の枯れが生じている場合は「幹被害」とした。

植栽1年後の調査では図4に示すとおりすべての個体が活着し、枯損による被害は認められなかった。苗の先端の枯損が単木区で2本、巣植1・2区で2本発生したがいずれも低率であり両区に大きな差は認められなかった。

植栽後3年の結果では、枯死は巣植1区の2本のみであるが単木区において幹折れ、先端の枯死による幹被害は15%に達した。またツルや被圧も10%に達した。

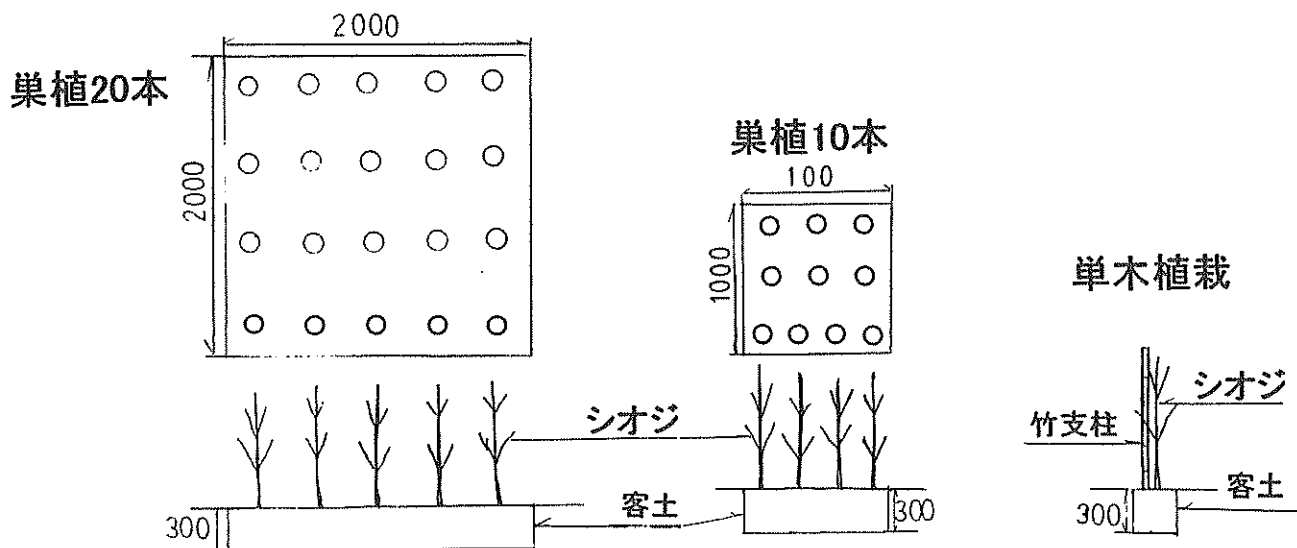


図3 植栽工定規図 縮尺1:50

2 単木及び巢植の伸長、植栽位置の影響

植栽したシオジの植栽区ごとの樹高の変化を図6に示す。分散分析の結果、各処理区間は植栽初年度を含む各年次とも1%水準で有意差が認められた。すなわち、植栽時から有意な差が認められるため、樹高だけでは単木と巢植による処理の差を議論することができない。しかしながら2004年では、巢植両

区とも樹高が伸長したのに対し、単木区ではマイナスとなった。

一方、図7の胸高直径は、2003、2004年のデータのみだが各処理区間で同様に各年次とも有意差が認められた(分散分析、 $p < 0.01$)。単木区は値が最も少ないが、樹高と異なり2004年も増加が見られた。

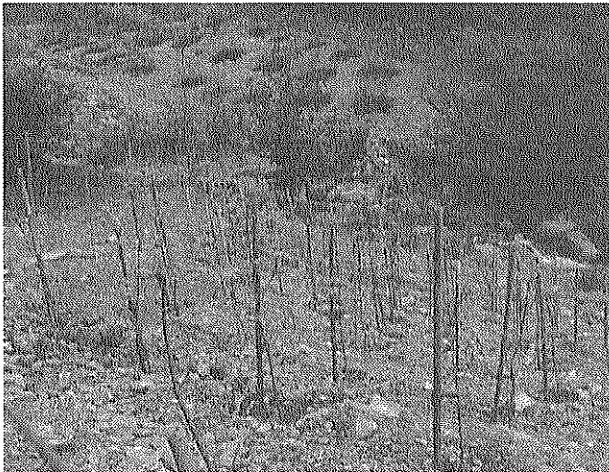


写真2 植栽後の状況(2002. 4)

手前が単木区、写真上対岸が巢植区



写真3 植栽後3年(2004. 11)の状況

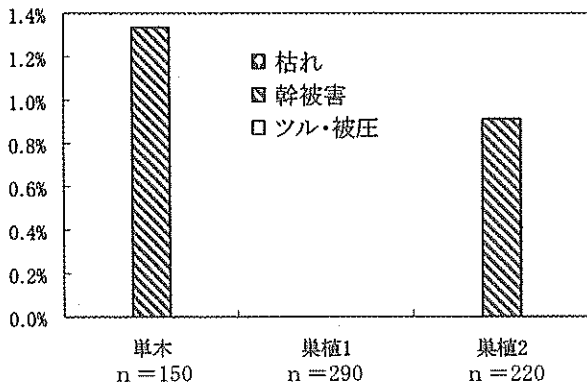


図4 植栽後1年後(2003. 1)の被害の発生率

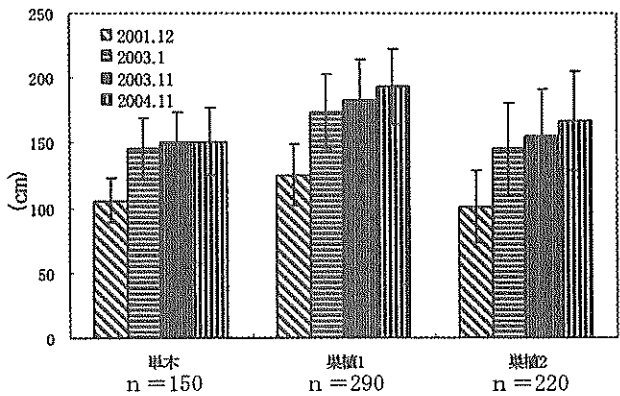


図6 処理区別の植栽したシオジの樹高

処理区間は分散分析によりいずれの年次も有意差あり ($p < 0.01$)

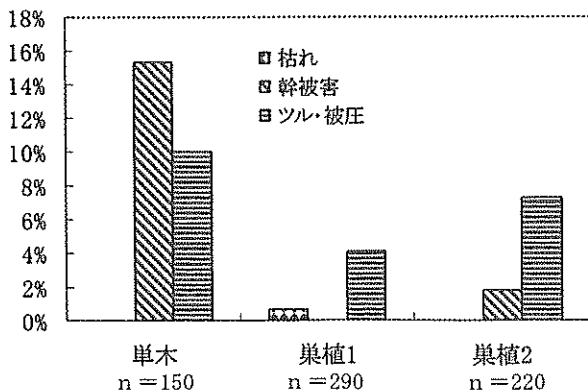


図5 植栽後3年後(2004. 11)の被害の発生率

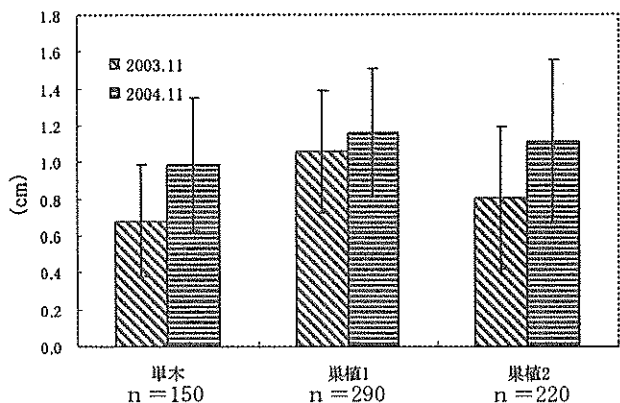


図7 処理区別のシオジの胸高直径

処理区間は分散分析によりいずれの年次も有意差あり ($p < 0.01$)

また巣植両区を通じた系統別の伸長量に違いは認められなかったものの、同一母樹（トラップ）由来の巣植1区は、それらを混合植栽した巣植2区と比較して、樹高、胸高直径とも標準偏差が小さくなり、大きさがそろった傾向があり、逆に混合した2区ではばらつき傾向が認められた。

次に、河川からの植栽位置の伸長への影響を明らかにするため、単木区については9段ある植栽段を上から3列ごとに上、中、下の3段にわけその樹高を解析し、巣植区については、1・2区あわせて3段の植栽列をそれぞれ上・中・下段としてその樹高を図8、植栽状況を写真4に示した。この結果、単木区ではいずれの年次も有意差はないが、特に3年目に上段のみが樹高が増加した。

巣植区では、植栽時からいずれの年次も有意な差

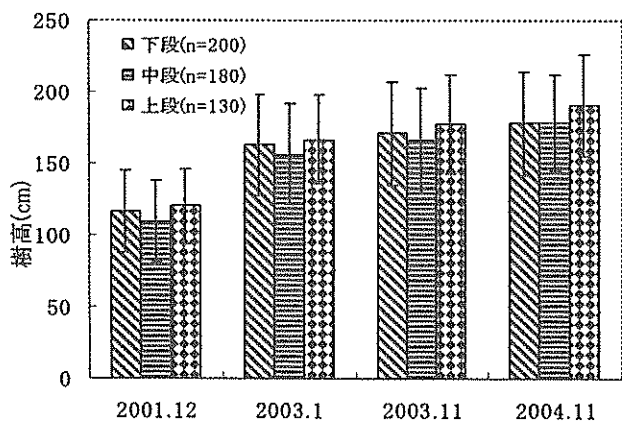


図8 巣植区における植栽位置別の樹高

縦棒は標準偏差を示す。各年次とも分散分析により有意差あり(01年: $p < 0.05$, 04年 $p < 0.01$)



写真4 植栽段ごとの状況(巣植区)

があるので単純な比較はできないが、当初は中段のみが低い値であったのに対し、3年後の2004年11月では中・下段の樹高はほぼ同じであるにも関わらず、上段のみが高いため有意差が生じたといえる。

3 巣植本数と巣植内の位置による樹高伸長形態

巣植による伸長の特性を明らかにするため、巣植本数による樹高の比較を図9に示す。今回の試験は10本と20本の2区のみであるが10本が樹高が高く、植栽初年度と3年後のみが有意差が認められた。ただし初年度が有意になり、10本が上段にしかないことを考えると、巣植の本数による影響は現在までは大きな影響はないと考えるべきであろう。

さらに巣植内の配置によるシオジの伸長量を把握するため、巣植の外周木と内側の植栽木の伸長量を比較した。内側の植栽木はいずれの方向も植栽木に囲まれている個体、他を外周木として比較したところ、いずれの年次も有意ではなかった。ただし内側植栽木が年々高くなっており、写真4のとおり巣植の中央部が盛り上がる景観になっている。

IV 考 察

1 シオジの植栽方法と河畔林再生

今回の植栽は、治山工事の一環として施工性を考慮して実施したため、単木区と巣植区で斜面方位の異なる試験区を設定したこと、また植栽時の苗木の大きさにばらつきがあり、必ずしも均一の条件下の試験でない。

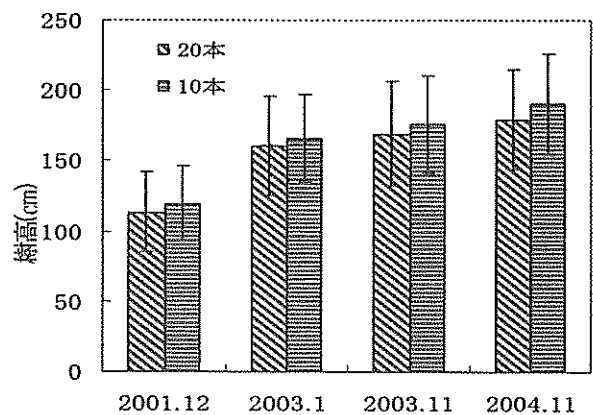


図9 巣植区の植栽本数別の樹高

縦棒は標準偏差を示す。01年と04年は分散分析により有意差あり($p < 0.05$)

しかし、斜面方位については南側の谷の対岸が高木林の巢植両区と、林道が南側にある単木区は日照条件の差は少ないと考えられたことから、同一現場の同じ客土条件でありその比較を行うこととした。実際巢植区において上段において樹高が大きかったことは、日照条件の影響があったものと思われる。

今回、巢植・単木両区とも植栽時には660本の苗木が1本も枯れなかったこと、植栽後3年を経過しても枯死がわずかに2本だけということは特筆するべきであろう。この要因として、苗木の根巻きの実施、客土の施工が挙げられる。佐藤(1992)は、河川に近い低位の堆積地の方が含水率が低くA₀層が薄い結果から、攪乱による影響を受けるため土壌が未熟で礫が多いためと考察している。今回の施工地は、増水による攪乱よりも砂防ダム施工に伴うものであるが、礫のむき出して土壌が薄く、含水率が低い立地であった。本来植栽には適さない条件であり、その改善のための対策として客土等の施工は、早期の溪畔林再生に重要な因子であろう。ただし、安易な土砂の持ち込みは、本来自生しない植物の導入につながることもあり配慮が必要である。

しかしながら植栽3年後は両区に大きな違いが生じている。枯死は巢植区の2本であるが、単木区でツルや侵入した草本による被害が3割近くに達しており、図6のとおり成長も低下しており下刈りが必要な状況になっている。これに対し、巢植区のツル・被圧はむしろ他の植栽木によるものも多く、十分に伸長していて下刈りの必要な状況ではない。単木区は、長期にわたり管理が必要な可能性があり、巢植区は植栽量としては3倍近い本数を植栽しているが、その後の保育で費用がかさむようであれば、長期的に見て逆転する可能性も高い。両区の成長については、前述のとおり必ずしも比較になじまない点もあるが、3年を経過し単木区で被害の発生もあり成長に差が生じてきていると言えるだろう。また下刈りは、せっかく進入した他の溪畔林構成樹種の実生を刈ってしまうこととなり、得策でないことも多い。

筆者らは概報の中でマイクロエコシステムによる苗木の巢植植栽の利点として、密植による密度効果、気象害の緩和、客土や柵工の施工性の向上、さらに溪畔林造成に関わる利点として増水による攪乱への耐性の向上をあげている(齋藤ら, 1998)。今

回の巢植による植栽においても同様の効果を期待したが、施工上の効果として、単木区で設置した竹支柱を省くことができた。竹支柱を設置した単木区では、植栽3年後の幹折れが10%になったが、巢植区では植栽した510本中わずかに2本であった。したがって、風などの気象害の緩和の効果もあるものと思われる。

さらに巢植の本数と植栽位置について検討したが、本数は、有意な差が認められ植栽時も有意であり、10本区を上段に配したためその位置の影響が大きいものと思われ、今回の結果からは単純な比較は出来ない。巢植の本数は植栽コストに影響するため、今後の検討課題である。密度効果の可能性を考慮するため、巢植の内・外を比較したが、内側の植栽木が大きくなったものの有意ではなかった。崎尾(1993)は、シオジの伸長特性として、サワグルミとの比較から春に一気に伸長し一斉開葉するタイプであると述べている。この場合伸長は年一回であり、順次成長する種と比較し伸長量が前年の蓄積で決定されるので密度効果の働きにくい伸長形態と思われる。初期成長を大きくして、早く樹冠をうっ閉させることが植栽の成功の鍵であり、同時に溪畔林の機能を発揮させることになるが、樹種の選択を含め今後の課題である。

また、前述のとおり斜面下部よりも上部の方が樹高が高くなる結果となった。これは、上部の方が土壌条件等が良い(佐藤, 1992)の影響もあると思われるが、同一の客土の条件であり、この現場では現地の地形を考えるとV字の谷底にあたる下段より上段の方が日照条件が良いためでないかと思われる。

また今回、5種類の異なる母樹の種子による苗木を使用した。その系統差は、本数が不揃いであったこともあり確認できなかった。実生個体であり、さらに長期の検討が必要である。その中で同一母樹による巢植1区よりもランダム苗木を用いた巢植2区は、標準偏差が大きくばらつきが大きくなった。この点については今後の経過を観察する必要がある。

2 遺伝子の多様性保全と丹沢における溪畔林再生

今回使用した苗木はすべて前述の通りこの川の上流にあたる丹沢山堂平で採取した種子から育苗した苗木を用いた。生物多様性条約の締結以降、その多

様性の保全のために、植栽にあたってはその地域の遺伝子の多様性の保全への配慮が求められ、そのための提言も出されている（日本緑化工学会，2002）。しかしながら同一溪流から採取した種子による種苗を生産している例は、むしろまれな事例である。

神奈川県では、地域性系統として広葉樹16種について県内で母樹を選び、その種子由来の県内産種苗の自給をさせる事業を進めているが、その配布域を含めその遺伝的な評価は一部でしか行われていない（齋藤，2003ほか）。このため地理的な条件を考慮しながら苗木の普及を図る必要がある。

そうした中で今回、早期に発達した高木の溪畔林を早期に再生させる目的からシオジによる溪畔林再生を行ったが、単木区ではフサザクラやウツギや草本種の植生の侵入が見られた。現地に自生する材料の活用は溪畔林再生の重要な課題である。シカ柵によるニホンジカの対策を十分に行えば一定の植生の導入が可能である場合も多いと考えられる。筆者らは、前報（齋藤ら，1998）で発生した実生に直接ツリーシェルターを設置して育成させることに成功している。このことは、植栽が困難な箇所、植栽によって遺伝子の攪乱の可能性がある現場については、このような柵工などによる現地発生の材料の活用溪畔林再生を行う方が望ましいと思われる。ただし、目標となる溪畔林の設定や種子供給源となる母樹の存在、さらに増水による攪乱の影響を十分考慮して計画を行う必要がある。

こうした中でマイクロエコシステムや今回施工した巣植えの方法は、確実に早く高木種による溪畔林の再生を行うには適した手法であり、シカ柵に関しては、植栽箇所のみを設置を行えば良く大面積の柵は不要である。予測される攪乱の頻度から、中低木、高木等の再生させる溪畔林の目標をのいずれに設定するかで工種配置を検討するべきであろう。今回の施工地は、いずれも高木の導入が可能と判断したが、溪畔林の高木種による早期の再生は、その樹冠の連続性を回復させる点で重要である。2004年は上陸台風が多く周辺で土砂災害も発生したものの現在まで増水の影響がないことは一応の評価になる。こうした工種の組み合わせにより確実な溪畔林再生手法の確立が望まれる。

なお、今回の結果は、植栽後3年までの途中経過

であり、今後とも継続してモニタリングを実施していく予定である。

V 謝 辞

本研究の実施にあたり、自然環境保全センター清川出張所（現所属：津久井地区行政センター）前嶋真一技師、山口茂非常勤職員には当該事業の設計施工、苗木の植栽の現地指導を担当していただいた。同センター研究部木下清子技能技師、毛利敏夫技能技師、田中ミサエ非常勤職員、小山直次非常勤職員には種子採取、苗木養成、現地調査測定を担当していただいた。深謝を表す。（肩書き、所属は植栽時）

VI 引用文献

- 神奈川県（1984）神奈川の林政史．963pp，神奈川県農政部林務課，横浜．
- 前田禎三・吉岡二郎（1952）秩父山岳植生の研究（第2報）山地帯群落について．東大演報42：129-150
- 日本緑化工学会（2002）生物多様性保全のための緑化の取り扱い方に関する提言．日本緑化工学会誌27：481-490
- 中川重年（1997）丹沢塔ヶ岳山頂部における森林再生手法（予報）．神森林研報23：11-16
- 中川重年：未発表資料．
- 中村太士（1995）河畔域における森林と河川の相互作用．日本生態学会誌45：295-300
- 宮脇昭・青砥航次・青砥雄子・藤原一絵・古谷マサ子・浜田丈夫・原田洋・井上香世子・梶山三千男・川村優子・木村功・小林義彦・松浦正郎・大野啓一・奥田繁俊・佐々木寧・篠原郎彦・鈴木邦雄・鈴木照治・武田正・藤間熙子・山口千代子（1972）神奈川県の現存植生．789pp，神奈川県，横浜．
- 齋藤央嗣・中川重年・牧三晴（1998）治山工事で作出した溪畔林—神奈川県日陰沢における事例一．神森林研報24：23-32
- 齋藤央嗣（2003）神奈川県内のブナのアイソザイム変異．林木の育種特別号2003：20-23
- 崎尾均・鈴木和次郎（1997）水辺の森林植生（溪畔

- 林・河畔林)の現状・構造・機能及び砂防工事による影響. 砂防学会誌49:40-48
- 崎尾均(1993)シオジとサワグルミの稚樹の伸長特性. 日本生態学会誌43:163-167
- 崎尾均(2002)治山ダム直上流域の土砂移動に対する植栽木の生残・成長特性. 日本林学会誌84:26-32
- 佐藤創(1992)サワグルミ林構成樹種の稚樹の更新特性. 日本生態学会誌42:203-214
- 丹沢大山自然環境総合調査団(1997)調査のまとめと自然環境保全のための提言. 1-11. 丹沢大山自然環境総合調査報告書. (財)神奈川県公園協会・丹沢大山総合調査企画委員会編, 635pp, 神奈川県環境部, 横浜.