

治山施工地における木本群落の 造成及び維持管理技術の開発

治山施工地における木本群落の造成及び維持管理技術の開発

I 試験担当者

森林環境部水土保全科治山研究室 堀江保夫
" 大倉陽一
" (兼) 原 敏男

II 要旨

草本類を主体とした施工法の多くは、施工初期における土壤侵食の防止に重点がおかれており、施工後に形成される植生群落の構成は、とくに過密で単純な草本を中心として形成されやすい。その結果、導入植物の早期衰退とともに再裸地化の現象や植生遷移の進行阻害、根系による土壤緊縛力の低下などを引き起こし、土地保全効果を十分に發揮し得ないような施工事例が増加している。そこで、永続性に富んだ木本植物を同時に播種する事によって、土地保全効果の高い植物群落の造成を図ることが望まれている。

1. 既往緑化施工地における木本類の導入と群落形成状況を調査した。その結果、播種による木本の導入種は16種類で、主な導入方法は吹付播種工法によるものであった。木本群落の成立は、初期生長が早く、乏しい生育基盤の環境に耐えて生育できる先駆樹種や肥料木などの低木類が主要構成種であるが、最近の施工地では、ヤマハンノキやヤシャブシなどの高木類の導入もみられる。調査地全体の木本類を成立本数から判別すると、木本群落が形成されている施工地は全体のおよそ40%前後認められたが、その樹種の組成は貧弱である。

2. 草本類の衰退に伴い被覆量の乏しくなった施工地に、ヤマハンノキ、ヤシャブシなどの木本類を追播し、木本群落の成立を促した結果、自然侵入種と共に導入した木本類の個体が増加したことが認められた。

3. 施工初期における木本植物の土壤緊縛効果を評価するため、緑化施工地において根系の引張強度を地質別に調査し、木本群落造成による土壤緊縛効果を検討した。それによると木本類は草本類より根系の引張強度は大きく、生育量が増加するに伴って急激に大き

な値を示し、表層土壤の保全に有効な作用を与えていたことが確認された。特に、ヤマハギ、イタチハギなどの稚樹は、生育量が少なくとも30kg前後の引張強度の値を示し、2～3年経過した草本類の株と同様な強度を持つことが確認された。

4. ヤマハンノキ、ヤシャブシなどの高木類の造成と維持を図るために播種要件について検討した。ヤマハンノキの場合、初期個体密度が200本/m²以下の場合には、密度が高いほど1年後の成立本数は多くなるが、200本/m²を越えると成立本数に対する消失数が大きくなる。初期密度が50本/m²以下の場合は、樹高に対してプラスに作用するが、密度が高くなるとマイナスに作用する。実際の施工では、草本類や他の種類との競合が伴うので、初期個体密度はさらに影響を受ける。

5. 木本の成立密度を確保するために播種量を必要以上に多くすることは好ましいことではない。木本群落造成のための全播種量は、草本類を含めて3,000粒/m²から5,000粒/m²の範囲である。この場合の個体発芽期待数は、1,500本/m²から2,000本/m²で、草本類の混合割合は30%を超えないことが肝要である。

III 試験目的

緑化工における植物群落の造成技術は、当初、樹木の苗木や草本の株などを植付ける植栽を中心とした人力施工に始まり、その後省力的・能率的な施工方法が求められるようになり、そのため機械力や二次製品を用いた緑化資材や工法の開発が進み、現在の播種工が一般化されるようになった。これら播種工による植物群落の造成にあたって、植物種子の発芽が良好かつ安定し、その後の生育や繁茂が旺盛であることが重要な要因である。このような要因を備えた植物の種類には草本植物が多く、急速な全面緑化及び侵食防止を目的として外来草本植物が用いられてきた。これら草本植物による緑化工は、荒廃した山地や開発跡地の裸地に対して、広大な面積の緑を回復させた実績は高く評価されているところである。しかし、このような草本植物を主体として造成された植物群落は、とかく単純で過密な群落構成になり易く、基盤となる風化土壤を保持する力が弱いことや植生遷移の進行が抑制されることなどによって、永続性の高い植物を欠き、植生の早期衰退による再裸地化を招き易く、土地保全上に好ましくない点が指摘される。

このため、永続性に富んだ木本植物と初期生育の速い草本植物の双方を施工と同時に導入し、土地保全効果の高い植物群落を造成しようとする施工技術の開発研究が推進されてきた。しかし、木本植物の種子は草本植物に比べて一様な発芽性が劣ることや初期の生育が遅く生育にバラツキがあるなどから、木本類の成立に困難なことが多い。そのうえ、長

期にわたって生育基盤である土壤の侵食を防止するための緑化資材の開発が追隨できず、木本植物を導入する施工技術の普及は遅々として進んでいなかった。このような理由により、ヤマハギやイタチハギなどの低木類を主とした導入に留まっている。このように、高木類を含めた木本植物の造成や保育には、なお多くの技術的課題が残されている。これらの問題点を抽出し、土地保全効果の高い木本群落の造成及び維持管理を図る技術の開発を進めるため、東京、前橋、長野の各営林局管内における緑化施工地を対象に各種の調査を行った。

IV 試験の方法と結果

1. 既往の播種緑化工における木本群落の構成調査

播種工における木本群落の施工及び成立状況を把握するため、長野、前橋、東京の各営林局管内における山腹及び林道法面の緑化施工地の中から、まず航空緑化、種子吹付及び二次製品などによって木本類を播種した施工地を抽出した。さらに導入植物種やその播種量と群落形成の状況などに着目し、施工当年から施工後10年未満の合計73箇所の施工地について調査を行った。その結果に基づいて木本群落造成に関する諸問題について検討を行った。

調査方法は、一つの緑化施工地に5m×5mのコドラーートを設け、植物群落の構成状態を調査した。

全調査地に用いられていた木本植物の種類は16種類で、草本類を主体とした吹付工法の中で用いられたものが多い。その主な導入木本植物の成立状況を表-1に示す。その成立状況をみると、初期生育の早い種類や脊悪な立地環境に耐えて生育の可能な先駆植物であるイタチハギ、ヤマハギ、エニシダなどの低木類が主要構成種である。最近では、それに加えて生育基盤の改善や侵食防止をも図った手法が取り入れられ、ヤマハンノキ、ヤシャブシなどの高木類を導入する事例も多くみられるようになっている。

調査した施工地の木本群落が成立または将来形成されると判断した基準を、自然侵入数を含む木本類の成立本数が、施工当年から翌年まで平均10本/m²以上、施工3年未満で平均5本/m²以上、施工5年前後で平均2本/m²以上、施工10年前後で平均0.5本/m²以上とした方法で考察すると、調査地72箇所のうち32箇所の施工地がこれらに該当した。この成立本数には、自然侵入による木本類の成立数が含まれているが、この自然侵入種を除けば、木本群落の主構成種はイタチハギ、ヤマハギなどに限られ、組成の点からみると種類が少なく、やや不安定な群落構成となっている。

表-1 播種工に用いられた治山用植物と成立状況（含林道法面）

| 使用植物 | 全出現個所 | | 長野営林局管内 | | 前橋営林局管内 | | 東京営林局管内 | |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| | 施工(%) | 成立(%) | 施工(%) | 成立(%) | 施工(%) | 成立(%) | 施工(%) | 成立(%) |
| ヤマハンノキ | 48(66.7) | 8(16.7) | 17(73.9) | 3(17.6) | 23(82.1) | 4(17.4) | 8(38.8) | 1(12.5) |
| ヤシャブシ | 46(63.9) | 9(19.6) | 16(69.5) | 3(18.8) | 20(74.4) | 4(20.0) | 10(47.6) | 2(20.0) |
| アカマツ | 25(34.7) | 5(20.0) | 8(34.7) | 1(12.5) | 11(41.9) | 3(27.3) | 6(28.6) | 1(16.7) |
| ニセアカシア | 14(19.4) | 4(28.6) | 7(30.4) | 2(28.6) | 4(15.8) | 1(25.0) | 3(14.3) | 1(33.3) |
| エニシダ | 42(58.3) | 17(40.5) | 14(60.9) | 6(42.9) | 18(64.8) | 7(38.9) | 11(55.0) | 4(36.4) |
| イタチハギ | 63(87.5) | 44(69.8) | 21(94.0) | 16(76.2) | 26(92.9) | 19(73.1) | 16(76.2) | 9(56.3) |
| ヤマハギ | 54(75.0) | 32(59.3) | 17(82.6) | 10(52.6) | 21(75.0) | 15(71.4) | 14(66.7) | 7(50.0) |
| カラマツ | 5(6.9) | 0(0.0) | 3(13.0) | 0(0.0) | 2(7.1) | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) |
| ヒノキ | 2(2.8) | 0(0.0) | 2(8.7) | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) | 0(0.0) |
| リョウブ | 4(5.6) | 1(25.0) | 0(0.0) | 0(0.0) | 4(14.3) | 1(25.0) | 0(0.0) | 0(0.0) |
| 調査個所 | 72 | | 23 | | 28 | | 21 | |

2. 長野西部地震災害緑化施工跡地の木本類追播による群落造成調査

長野県王滝村を震源とした直下型地震により、御岳山南東斜面の伝上川源頭部に大規模な山崩れが発生し、下流域に甚大な被害をもたらした。そこで土砂流出による二次災害の発生を防止するため、これら荒廃地に草本植物を主とした緑化施工を行い、そこに木本植物の自然侵入を期待したが、その侵入状況をみると十分な状態とはいえない。そこで木本群落の造成を促進するため、ヤマハンノキ、ヤシャブシなどの木本植物を追播し、木本類の成立状態を継続的に調査してきた。追播2年目における植生調査の結果を表-2及び表-3に示したが、いずれの調査地でも木本類の成立が増加していることが分かる。

表-2 ヤマハンノキ、ヤシャブシ追播による木本植物の成立（やや良好地）

| 主な侵入種名 | B-1 | B-2 | B-3 | B-4 | B-5 | B-6 | B-7 | B-8 | B-9 | B-10 | 本/m ² |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------------------|
| ヤシャブシ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 |
| ヤマハンノキ | 8 | 6 | 7 | 11 | 6 | 4 | 3 | 7 | 8 | 11 | 0.21 |
| ダケカンバ | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.02 |
| ウダイカンバ | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 |
| バッコヤバギ | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.09 |
| ナガバヤナギ | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.02 |
| イヌコリヤナギ | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0.02 |
| メドハギ | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 4 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.06 |
| 本/m ² | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.51 |

表-3 ヤマハンノキ、ヤシャブシ追播による木本植物の成立（良好地）

| 主な侵入種名 | A-1 | A-2 | A-3 | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 | A-8 | A-9 | A-10 | 本/m ² |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------------------|
| ヤシャブシ | 12 | 5 | 12 | 2 | 14 | 1 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0.21 |
| ヤマハンノキ | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.11 |
| カラマツ | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.02 |
| ダケカバ | 6 | 0 | 4 | 7 | 4 | 5 | 21 | 9 | 17 | 5 | 0.31 |
| ウダイカンバ | 4 | 11 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.10 |
| ヤハズハンノキ | 0 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.03 |
| ヒノキ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0.02 |
| バッコヤバギ | 15 | 6 | 7 | 4 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0.15 |
| ナガバヤナギ | 4 | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.06 |
| イヌコリヤナギ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.01 |
| メドハギ | 4 | 1 | 6 | 5 | 0 | 7 | 6 | 4 | 0 | 0 | 0.13 |
| 本/m ² | 1.8 | 1.2 | 1.5 | 1.0 | 1.0 | 0.6 | 1.3 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 1.05 |

3. 施工初期における木本植物の根系強度に関する調査

(1) 木本類稚樹の根系強度：播種緑化施工地において斜面安定に関する施工初期の木本稚樹の根系強度について、生育基盤別に調査した。根系の引き抜き方法は、2本の支柱とテコを応用した鉄棒にテンションゲージを装着して引き抜き、テンションゲージの数値を読み取るものである。その結果を表-4に示す。試料の固定位置は、稚樹主幹の地際部分とした。また引き抜き方向は、斜面の傾斜角に関係なく垂直方向とした。古生層地では、ヤシャブシ、フジウツギについて調査した。ヤシャブシの全生体重が10gの時、根系の引張力は22.7kg、100gの時は33.5kgであった。また、フジウツギでは21.2kg、25.5kgであった。フジウツギの根系の形態は疎根で発生本数が少ないと、そのうえ根元に近く比較的太い部位で切断されることが多かったことなどから、根系の引張強度が小さくなつたものと考えられる。第三・四紀層地のヤシャブシ、コマツナギ、ヤマハギの全生体重量に対する引張強度についてみると、全生体重が20gと50gの時、ヤシャブシは13.5kgと19.2kg、コマツナギでは27.6kgと39.3kg、ヤマハギでは40.6kgと61.6kgであった。なお、全生体重3gのヤマハギは引張強度が28.7kgを示し、イタチハギの6.9kgに比べて引張強度が著しく大きな値を示した。火山堆積地における全生体重が3gと10gの場合についてみると、ヤシャブシでは4.1kgと10.0kg、ヤマハンノキでは2.4kgと3.9kg、ヤマハギでは19.8kgと25.6kg、イタチハギでは20.6kgと24.4kgであった。これらの結果、全生体重量と根系の引張強度との関係は、樹種によって多少の相違はあるが、一般に全生体重量の増加に伴って根系強度は増加することが認められた。また、ヤマハギやイタチハギは、全生体重量が小さい稚樹であっても引張強度が著しく大きいことが認められた。

(2) 草本植物の根系強度：草本類の調査も木本類の根系引張強度調査と同様、1個体(1株)単位の試料をテンションゲージに連結して実施した。試料の固定位置は、植物の生活型や株の大きさ等によって多少異にした。すなわち、叢生型草本では株の茎葉を束ねた地際部分を、またほふく型草本では叢状の主株茎葉を束ねて地際部分を固定し、他個体への影響が少ないものを選んで調査した。第三・四紀層地の全生体重量に対する根系引張強度は、全生体重量が20g及び50gの時K・31・Fの根系引張強度は9.7kg、43.3kg、W・L・Gでは26.2kg、43.3kg、O・Gでは20.0kg、22.4kgであった。いずれも全生体重量の増加に伴って根系の引張強度は急激に大きくなっている。この傾向は、火山堆積地でも同様であった。

表-4 播種緑化施工初期における木本植物の根系引張強度(kg/本)

| 調査地・植物 | 生育年 | 全生体重量(g) | | | | | | | |
|----------|-----|----------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | 0.5 | 1.0 | 3.0 | 5.0 | 10.0 | 20.0 | 50.0 | 100.0 |
| (古生層) | | | | | | | | | |
| ヤシャブシ | 2~3 | | | 22.7 | 23.9 | 27.5 | 33.5 | | |
| フジウツギ | 1~4 | | | 21.2 | 21.7 | 23.1 | 25.5 | | |
| (第三・四紀層) | | | | | | | | | |
| ヤシャブシ | 4 | | | 11.6 | 13.5 | 19.2 | 28.7 | | |
| ヤマハギ | 1~4 | 28.7 | 30.1 | 33.6 | 40.6 | 61.6 | | | |
| イタチハギ | 1~4 | 6.9 | 11.0 | 21.0 | | | | | |
| コマツナギ | 4 | | | 27.6 | 39.3 | | | | |
| K・31・F | 3 | | | 9.7 | 43.3 | | | | |
| W・L・G | 3 | 17.6 | 20.5 | 26.2 | 43.3 | | | | |
| O・G | 3 | 18.3 | 18.8 | 20.0 | 22.4 | | | | |
| メドハギ | 3 | 13.7 | 16.2 | 22.2 | 34.3 | | | | |
| (火山堆積物) | | | | | | | | | |
| ヤシャブシ | 2 | 1.9 | 4.1 | 6.0 | 10.0 | | | | |
| ヤマハノキ | 2 | 4.5 | 2.4 | 2.8 | 3.9 | 6.1 | 12.7 | | |
| ニセアカシア | 2 | | | 6.1 | 7.7 | 11.6 | 19.5 | | |
| ヤマハギ | 2 | | | 19.8 | 21.5 | 25.6 | 33.9 | 42.2 | |
| イタチハギ | 2 | | | 20.6 | 21.6 | 24.4 | 29.5 | 44.6 | |
| エニシダ | 2 | 3.3 | 4.2 | 5.2 | 7.6 | 14.6 | 29.0 | | |
| アカマツ | 2 | 1.3 | 1.8 | 2.4 | 3.7 | 6.4 | | | |
| コマツナギ | 2 | | | 10.1 | 11.7 | 15.0 | 24.9 | | |
| K・31・F | 1 | 1.1 | 2.0 | | | | | | |
| W・L・G | 1 | 1.2 | 1.9 | 16.1 | 18.7 | 24.0 | 39.9 | | |
| O・G | 1 | 3.3 | 4.4 | 5.3 | 7.8 | 10.3 | 12.8 | | |
| メドハギ | 1 | 3.0 | 3.5 | 5.6 | 7.7 | 12.8 | | | |

4. 木本植物の播種方法に関する調査

播種緑化による木本植物の導入は、現在のところ技術的には未熟で確実性に乏しいとい

える。これまで、表-1に示すように山腹緑化工、航空緑化工、法面緑化工などで木本種子の播種を試みたことは多いが、ヤマハギ、イタチハギなどの低木類で成功した事例があるのみで、高木類が成功した事例は数少ない。そこで、これまで荒廃地復旧に用いられてきたヤマハノキやヤシャブシを中心に、木本種子を播種して群落を造成する技術を確立するための好ましい要件について検討を行った。

(1) 生育基盤の違いによる発芽と成立の要件：関東ロームをベースに、各種緑化基材(鹿沼土、パーライト、パーク、肥料など)を混合した生育基盤の発芽床に、ヤマハノキ、ヤシャブシの種子を播種してその発芽と成立を調査した。その結果、生育基盤の発芽床の違いによって発芽と成立に差が見られた。生育基盤にパーライトやパークを混合した区では、対照区とあまり差が認められなかったが、鹿沼土を混合した区の発芽と成立では他の区に比べて著しく多く、その差が認められた。しかし、生育基盤に肥料を混合した区では、最も発芽と成立が少なかったのは、肥料の混合による障害があったためと思われる。実際の施工においては種子と肥料を混合して同時に施工する事が多いので、施肥量の多少が木本類の発芽や不良の原因として作用することを考慮して施工しなければならない。

また、緑化資材別の覆土厚と発芽特性の関係を表-5に示す。外来草本のケンタッキー31フェスクやクリーピングレッドフェスク、在来草本のメドハギ、木本のヤマハギなどは比較的厚く覆土しても発芽率はそれほど低下しないが、外来草本のケンタッキーブリュウグラスや在来草本のヨモギ及び木本のイタチハギ、ヤシャブシ、ヤマハノキなどは、覆土厚が5mmを超すとほとんど発芽は期待できない。そのため、厚層吹付工法を採用する際には注意が必要である。

表-5 緑化資材の覆土厚と発芽特性

| 植物名・覆土厚 | 0~5mm | 6~10mm | 11~20mm | 21~50mm |
|---------------|-------|--------|---------|---------|
| ケンタッキー31フェスク | 32(%) | 50(%) | 16(%) | 2(%) |
| クリーピングレッドフェスク | 66 | 28 | 6 | 0 |
| ケンタッキーブリュウグラス | 86 | 14 | 0 | 0 |
| メドハギ | 44 | 42 | 12 | 0 |
| ヨモギ | 100 | 0 | 0 | 0 |
| イタチハギ | 95 | 5 | 0 | 0 |
| ヤマハギ | 58 | 42 | 0 | 0 |
| ヤシャブシ | 100 | 0 | 0 | 0 |
| ヤマハノキ | 98 | 2 | 0 | 0 |

(2) 生育基盤の保水性と発芽・成立：生育基盤の保水性を高めるならば、発芽と成立は促進される。また、生育基盤の土粒子が粗い土壤では、種子が土壤粒子間に入りこみやすく、発芽が良好になることが多い。このような現象は自然群落を構成する河川の氾濫源や土粒子の粒径の大きい砂質地などで、ヤマハンノキやヤシャブシなどの木本群落が形成されていることからもよく理解できる。実際の施工においては立地条件がそれぞれ異なるため、生育基盤の保水条件を一様に確保することは技術的にみて困難であるが、今後さらに、生育基盤の保水性を高め、土壤面からの蒸発を抑制する施工方法を検討する必要があると考える。

(3) 施肥による発芽障害の回避：マメ科植物は窒素分が多いと罹病し易くなることが知られている。これを回避するためには、施肥量や有機物の質についても検討する必要がある。例えば、超緩効性肥料やコーティング肥料を用い、施工初期の肥料分の溶出を最小限に抑えて発芽と生育の障害を回避する方法や、肥料と種子を分離して施工することなどが必要であると考える。

(4) 播種密度と発芽及び生育密度：ヤマハンノキ種子の播種1年後の成立個体密度の変化と生育の関係を調査し、播種量を決定するための目安の検討を行った。調査では、ヤマハンノキの播種密度を、成立本数が20本/ m^2 から600本/ m^2 の範囲に収まるように考慮して設定した。その結果、初期生育密度と1年後の生育密度を比較すると、初期生育密度が200本/ m^2 以上の場合と200本/ m^2 以下の場合とでは成立本数に異なった傾向が認められた。すなわち、初期密度が200本/ m^2 以下の場合は、初期密度が高いほど1年後の成立本数も多かった。初期生育密度が200本/ m^2 以上の場合では、1年後の成立本数は初期生育密度と無関係に200本/ m^2 前後に収まる傾向がみられた。これは、高い密度の成立本数を期待して播種量を多くしても、成立本数はある一定の値以下になるものと考えられる。従って、播種量をある一定以上多くする必要はないと考えられる。播種量の決定に際しては、越年までに消失する本数が最も少くなるように決めることができが効果的である。年間の消失本数が最少で、越年後の成立本数をできるだけ多くする成立期待本数は、この結果からみると200本/ m^2 程度が望ましいと考えられる。

(5) 初期密度と生長：一般に個体密度は、個体の生長に対して促進的に作用するといわれている。しかし、個体密度が極端に高い場合には、個体全体に対する生長の抑制が反映されるため、伸長生長もまた抑制されることがある。このことから生長に対する密度効果は、個体密度がある程度低い範囲においてはプラスに作用するが、ある値を超えて個体密度が高くなるとマイナスの作用として現れる考えることができる。密度効果がプラスからマイナスに変わる値は、初期密度がおよそ50本/ m^2 程度であった。樹高のバラツキ幅は、個体密度が低いほどその幅が大きく、それに対して密度が高くなるほど小さくなる傾向がある。個体密度が低い場合には、個体相互間の影響が小さく、種々の環境要因の変化を受けやすい。このため、微小な環境の変化でも生育には大きな差となって現れる。従っ

て、飛び抜けて樹高が高いものが現れる反面、被圧されて生育不良になるものもあり、バラツキに幅が大きくなる。これに対して密度が高くなれば、個体相互間の緩衝作用が強まり、微小な環境の変化が起こり難くなつて、特定の環境の影響が強く現れ、バラツキの幅が少なくなるものと考えられる。このバラツキの幅は、個体相互の緩衝作用の程度を表しているとも考えられる。

(6) 斜面勾配と木本群落：表-6に示すように、斜面勾配の緩急によって目標とする木本造成群落が異なる。つまり、緩勾配の場合は、自然侵入の木本植物が多く遷移の進行も速いので、高木群落の造成が比較的容易である。しかし、斜面勾配が急になるにつれて生育基盤が不安定になるために生育が不良になり、また自然侵入種も減少するため、中高木を主体とした群落を構成させる。斜面勾配が60度以上になるとさらに生育基盤が不安定になるので、緑化基礎工の併用が必要になり、草本類を主体とした群落に低木類を混成させる。

なお、表-7に緑化用植物の発芽特性及び生育特性を草本植物と木本植物とに区分し、まとめて示した。

表-6 斜面勾配と木本群落造成の目安

| 勾配 | 造成群落 | 留意事項・その他 |
|--------|----------------|---|
| 30度以下 | 高木群落 | <ul style="list-style-type: none"> 生育基盤の造成が容易である。 草本類の生育が旺盛になるので播種量を減らす。 自然の侵入種が良好で、遷移の進行が速い。 |
| 30~45度 | 中高木群落 | <ul style="list-style-type: none"> 中高木の優先する群落を目標にする。 草本類の生育が良好なので播種量に留意する。 低木類が混生した群落を構成させる。 |
| 45~60度 | 中低木群落 | <ul style="list-style-type: none"> 生育基盤が不安定、緑化基礎工に留意する。 低木類や草本類が混生する群落を構成させる。 生育がやや不良になる。自然侵入種が減少する。 |
| 60度以上 | 草本群落 (低木混生) | <ul style="list-style-type: none"> 生育基盤が不安定になる。緑化基礎工を重視する。 草本類を主体とした群落に低木類を混生させる。 岩の節理などへの根系伸長を期待する。 |

表-7 草本植物と木本植物の発芽・生育の特性比較

| 区分 | 草本類 | 木本類 |
|------|----------------------|------------------|
| 発芽特性 | 発芽率 常によい (70~90%) | あまり良くない (10~60%) |
| | 発芽勢 一斉に発芽 (1~2週間) | 発芽が緩慢 (数ヶ月) |
| | 土壌 厚くなくてよい (表層播種) | 厚さを必要とする (土中播種) |
| | 短期間侵食されないこと | 長期間侵食されないこと |
| | 気象 温暖、多湿 (短期) | 温暖、多湿 (長期) |
| 生育特性 | 地質 土壤硬度: 粘性土<23mm | 土壤硬度: 粘性土<25mm |
| | 勾配 45度より緩勾配 | 60度より緩勾配 |
| | 肥料 要求度が大きい | 要求度が小さい |
| | 形態 低い | 高い |
| | 根系 根系が浅い | 根系が深い |
| 生育 | 生育 群生しやすい | 漸次疎になる |
| | (密生すると一斉に枯死する) | (初期被圧を受けやすい) |

草本類の生育や繁茂を抑制し、木本類の生育を促進させる作用のある土壌活性剤 (アルギン酸ソーダ: 50 g/m²) や緩効性肥料 (H.C-180, H.C-360: 150 g/m²) を施用することにより、木本類の成立が可能になる。

2. 木本植物による斜面の安定化と密度管理に関する問題

風化が早く、比較的簡単に植物群落が形成されるような地山は、根系の侵入が可能な風化土層と基岩の間に潜在的な崩れ面を常時内在していると言えることができる。従って、植物群落が形成され難い風化の遅い岩盤斜面は安全側にあると考えることができる。反対に植物の生育が良好な斜面ほど表層の崩壊に対する配慮が必要であり、緑化基礎工を併用して木本群落の造成を図る必要性の高い斜面ということができる。また、均一に木本類を成立させることは、均一な厚さの表土層を発達させることにつながる恐れがあるので、潜在的な崩れ面の位置に異なった根系の凹凸が存在することは、土塊の滑りに対する摩擦抵抗を高めることになる。それゆえ斜面の崩壊に対する安定度を高めるためにも、木本類の密度管理が必要であるといえる。

3. 混播における木本植物の発芽期待本数と生育密度に関する問題

木本類2,000粒/m²~3,000粒/m²及び草本類500粒/m²~1,500粒/m²の播種量における木本類の発芽期待本数は、200本/m²前後が適当であると考えられる。木本類の発芽及び生育の特性からみて、施工初期における木本類の成立数が心配されるが、侵食防止に配慮した生育基盤の造成が十分ならば、木本類の成立数は施工後2か月程度で10~20本/m²、翌年で5~10本/m²が生育していれば、将来十分に木本群落は成立する。これ以上の木本が成立すると施工後4~6年で過密になり、逆に地被植物が被圧されて枯死し、裸地化する恐れが生ずる。施工後5~10年の適正な木本類の成立密度は、0.5本/m²~0.8本/m²程度の範囲で管理されるのがよいと考えられる。

参考文献

- (1) 山寺喜成: 急勾配斜面における緑化工技術の改善に関する実験的研究、(1989)
- (2) 堀江保夫ほか: 播種緑化工における樹林形成技術手法の開発、国有林野事業技術開発試験成績報告書、(1991)
- (3) 堀江保夫: 播種工による早期樹林化の手法、林業科学技術振興所、(1992)

IV まとめ

1. 木本群落造成における発芽及び生育の特性に関する問題

(1) 従来の種子散布工や二次製品による播種方法では、発芽や初期の生育特性などから木本類の成立は一般に困難で、成立するのは特定の種類に限られている。特に、アカマツやヒノキなどの高木性の樹木は、自然侵入による成立が大部分を占め、播種工によって成立した施工例は少ない。その不成立の主な原因としては、草本類による被圧、表土の侵食・移動、生育の遅さなどに起因したものが多い。このため、生育基盤の安定、最適播種割合、生育を促進させる施肥方法などの改善策が必要である。

(2) 一般に、木本類の発芽や初期の生育は緩慢であり、草本類の旺盛な繁茂によって被圧され、枯死することが多い。また、播種時期によっては発芽率に一定性が欠ける。特に、高温時期を経過した種子は、発芽率の低下が著しい。そのため、播種の時期が制限される。その中でも発芽率が比較的安定している木本類は、肥料木や先駆植物に多いので、この種の植物を適用することが望ましい。

(3) 播種工において木本群落を造成するためには、施工初期に草本類の生育を優先させたのでは失敗することが多い。従来の種子配合は、草本植物による侵食防止効果を優先した群落構成を目的としているため、草本植物が優勢になり易く、木本類の成立が困難になる。木本類の成立が期待できる単位面積当たりの播種量は、草本類種子の割合を減らした3,000粒/m²~5,000粒/m²の範囲内にある。播種量を5,000粒/m²以上にする場合は、