

亜高山荒廃地域における緑化工法

亜高山地域荒廃地における緑化工法

I 試験担当者

| | |
|---------------|---------|
| 防災部治山科治山第2研究室 | 岩 川 幹 夫 |
| " " | 原 敏 男 |
| " " | 吉 富 宏 保 |

II 試験目的

亜高山地域における緑化施工は、火山性荒廃地の上部域が主な対象地となっているが、近年、山地地域における道路開設が急速に進展し、これに伴う亜高山地域の人工裸地や荒廃地等に対する緑化対策ももとめられている。

亜高山地域では、地質、土壌条件が劣悪なほか、気象条件がきびしく、植物の生育期間は短いため、導入植物の生育に遅滞を来することが少くない。これまで施工が集中的に行われているところでは、一般に活用されてきた緑化工用草本類の導入によって緑化形成がかなり定着し、2～3の木本類の苗木植栽による導入も、下部域では比較的良好な生育がみられる。

しかし、施工基盤に角礫質の崩落砂礫が多くなるところや、風衝の影響がみられるようなところでは、導入植物の生育不良がみられ、衰退荒廃に至るところも生じている。

このため、地盤条件および気象条件のきびしい亜高山地域における導入適植物の検討とともに、部分的な崩積や匍行もみられるような不安定斜面や、風衝斜面などを考慮した速効的な土砂扞止、侵食防止機能の強化をねらいとした木本類の導入方法について検討する。

III 試験の経過と得られた成果

1. 研究の経過

亜高山地域における緑化施工跡地の植被形成、推移等の実態把握のため主として前橋営林局日光治山事業所管内および東京営林局野呂川治山事業所管内等における現地調査を行うとともに、既往の各地における資料を併せて検討した（昭和52～53年）。また、これによって亜高山地域における緑化工用植物としての適性把握や導入方法についても総括的な検討を行った（昭和52～54年）。なお、高標高地域では、植物の生育、ことに木本類は生育が遅いため、

播種や苗木の単木的な植栽だけでは、侵食防止機能のたかい面的な林叢形成は早期にえられがたい。このため、現地植物の大形の枝条を用いた埋幹による導入方法について、一部現地について試験プロットを設けて検討した(昭和53~54年)。

2. 緑化工施工跡地における植被形成の実態

亜高山地域において大面積にわたる緑化施工が行われているところは、前橋営林局日光治山事業管内の男体山東南山腹における治山事業で、すでに昭和35年頃から継続的に進められている。

施工は1,300m附近から始まり、施工対象となる荒廃地は2,200m附近まで続いているが、植生は1,800m前後から亜高山地域の構成に移行し、コメツガが主となり、ダケカンバ、ミヤマハンノキ、シラビソ、トウヒなどが混生する。林床植生には、ニガイチゴ、イタドリ、ヒメノガリヤスなどが生じている。

男体山地区では、これまで一般に活用されてきた緑化工用草本類については、標高2,200m附近の高所まで導入試験を行って適性を検討し、活用可能な種類の確認が行われているが、高標高域における木本類については、ダケカンバ、カラマツ、トウヒなど現地植物の数種について植栽試験が進められているところである。

現地における緑化工跡地の主な斜面について、導入植被および侵入植被の概況をみると表-1~3のようである。緑化施工は、標高1,300m附近の荒廃斜面下部域から始められたが、亜高山地域における初期の施行跡地もすでに10年前後を経過している。表-1は1,800m附近の大薙斜面における緑化工跡地の植被状況である。亜高山地域の荒廃地周辺には、コメツガ、シラベ、トウヒ、ダケカンバ、ミヤマハンノキ、ヤハズハンノキ、ナナカマドなどの木本類が生ずるが、施工地に用いられている木本類はカラマツ、ヤハズハンノキ、ミヤマハンノキ、ダケカンバなどである。

導入木本類ではカラマツは活着もよく、伸長成長もかなり早く、ほぼ3m前後に達し、良好な成績をしめしている。これとともに混植されたダケカンバも、生育高はやや劣るが、好結果が得られている。このほか、ヤハズハンノキ、ミヤマハンノキの導入箇所をみると生育高はカラマツより劣るが、導入適性のすぐれていることがみとめられる。

導入草本類では、ケンタッキー31フェスク(K.31 F.)が全域的によく繁茂し、この地域でも地表被覆効果のすぐれていることがうかがわれ、レッドトップ(R. T.)も全域的に混生している。これらの草種は、もともと冷涼な気候を好むもので、この地区の亜高山地域

表-1 施工跡地の植生状況

(1,800m附近)

| 調査箇所番号 | | 1 2 | | 1 3 | | 1 4 | | 平 均 | | 優 占 度 |
|---------------|-----------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-------|-----------------|
| 全 植 物 被 度 (%) | | 1 0 0 | | 1 0 0 | | 1 0 0 | | 1 0 0 | | |
| 木本植物被 度 (%) | | 9 0 | | 9 0 | | 9 0 | | 9 0.0 | | |
| 草本植物被 度 (%) | | 8 0 | | 9 0 | | 8 0 | | 8 3.3 | | |
| 植 物 名 | | C | H | C | H | C | H | C | H | $\frac{C+H}{2}$ |
| 導 入 種 | カ ラ マ ツ | 80 | 250 | 70 | 300 | 80 | 300 | 76.7 | 288.3 | 180.0 |
| | ダ ケ カ ン バ | 10 | 180 | 20 | 200 | 20 | 250 | 16.7 | 210.0 | 113.4 |
| | ヤハズハンノキ | 50 | 150 | | | | | 16.7 | 50.0 | 33.4 |
| | ミヤマハンノキ | 40 | 120 | | | | | 13.3 | 40.0 | 26.7 |
| | K. 31 F. | 60 | 30 | 50 | 30 | 60 | 35 | 56.7 | 31.7 | 44.2 |
| | R. T. | 40 | 25 | 40 | 25 | 30 | 25 | 36.7 | 25.0 | 30.9 |
| | T i m. | + | 40 | | | | | 0.3 | 13.3 | 6.8 |
| W. C. | | | | | + | 5 | 0.3 | 1.7 | 1.0 | |
| 侵 入 種 | ニシキウツギ | 30 | 120 | 10 | 150 | 20 | 140 | 20.0 | 136.7 | 78.4 |
| | イヌコリヤナギ | 10 | 150 | 10 | 130 | 20 | 110 | 13.3 | 130.0 | 71.7 |
| | バッコヤナギ | 20 | 60 | | | | | 6.7 | 20.0 | 13.4 |
| | モミジイチゴ | + | 20 | 10 | 15 | + | 10 | 4.0 | 15.0 | 9.5 |
| | マルバシモツケ | | | | | + | 20 | 0.3 | 6.7 | 3.5 |
| | ヤマモミジ | | | | | + | 20 | 0.3 | 6.7 | 3.5 |
| | ミネヤナギ | | | | | + | 10 | 0.3 | 3.3 | 1.8 |
| | マツヨイグサ | + | 80 | + | 70 | + | 50 | 1.0 | 66.7 | 33.9 |
| | ヤマホウコ | + | 70 | + | 65 | + | 50 | 1.0 | 61.7 | 31.4 |
| | ヤマヨモギ | 10 | 10 | 20 | 30 | + | 40 | 10.3 | 26.7 | 18.5 |
| | オトギリソウ | + | 40 | + | 30 | + | 35 | 1.0 | 35.0 | 18.0 |
| | タンポポ | + | 20 | + | 20 | + | 15 | 1.0 | 18.3 | 9.7 |
| | イタドリ | | | + | 60 | + | 50 | 0.7 | 36.7 | 18.7 |
| | ホタルブクロ | | | + | 40 | + | 30 | 0.7 | 23.3 | 12.0 |
| | コウゾリナ | | | + | 30 | + | 35 | 0.7 | 21.7 | 11.2 |
| | ウメバチソウ | | | + | 5 | + | 10 | 0.7 | 5.0 | 2.9 |
| | フ キ | | | + | 35 | | | 0.3 | 11.7 | 6.0 |
| | アズマヤマアザミ | | | | | + | 60 | 0.3 | 20.0 | 10.2 |
| | ノガリヤス | | | | | + | 60 | 0.3 | 20.0 | 10.2 |
| アカショウマ | | | | | + | 20 | 0.3 | 6.7 | 3.5 | |
| コ ケ 類 | | 10 | 1 | 20 | 1 | 30 | 1 | 20.0 | 1.0 | 10.5 |

においても適性のたかいことがしめされている。

施工後10年前後を経過しているが、地表植生はまだ導入植物が全面的に残存繁茂し、周辺植物の侵入はあまり目立たない。しかし、低木類のニシキウツギおよびモミジイチゴなどは各調査箇所にみられるほか、イヌコリヤナギ、バツコヤナギ、ミネヤナギなどのヤナギ類も全域的に増加しつつあることがうかがわれる。

侵入草本類では、ヤマヨモギが優占的で、このほかマツヨイグサ、ヤマハハコ、オトギリソウ、タンポポなどが点生的に生ずるほか、イタドリ、コウゾリナ、ホタルブクロ、フキ、アズマヤマアザミ、ノガリヤス、アカショウマなども生じている。

これらの侵入植物の構成からは、施工後10年ていどの斜面では、まだ、ごく初期的な草生遷移の段階で、ノガリヤスその他在来の叢生型草本植物等の増加した植被形成にはまだかなりの期間を要するものとみられる。

標高1,900m附近の小薮地区における施工後5～6年を経過した施工跡地の植被状況をみると表-2のようである。木本類の植栽はカラマツ、ミヤマハンノキ、ダケカンバを主とし、ヤハズハンノキ、コメツガ、アキグミも混植されている。これらのうちカラマツの生育がもっともよく、生育高は2m前後に達しているが、ミヤマハンノキ、ダケカンバ、ヤハズハンノキなどは個体間の生育高にかなり差がみられ、0.3～1.8mの範囲にわかれている。コメツガの生育高は40～50cmていどである。

導入草本類はK. 31.F., チモシー(Tim.), オーチャードグラス(O. G.), R. T., クリーピングレッドフェスク(C. R. F.), などが混播されている。これらのうちK. 31.F. は優占的に被覆しているが、部分的にはその他の草本が優占的に繁茂するところもあり、導入草類の衰退はまだみられない。

したがって、侵入植物も前述の調査地に比べればまだ少く、木本類はごく点生的である。モミジイチゴは部分的には生立頻度の多いところもみられ、ニシキウツギ、イヌコリヤナギなどが1m前後に伸びているところもあるが、ハウチワカエデ、リョウブなどは数10cm以下の生育高にすぎない。

侵入草本類のなかでは、やはりヤマヨモギの生立頻度がたかく、ついでオトギリソウ、ホタルブクロ、ミヤマハタザオなどである。このほかフジアザミ、イタドリ、ヤマハハコなどがみられるが、叢生型草本のノガリヤス、ヒメノガリヤス、ウラハグサなどの点生するのは、斜面の地ならし中に既存の株が混入して生立したものとおもわれる。

次に、これより上部の標高2,000m附近における施工後3～4年を経たところの植被状況

表-2 施工跡地の植生状況 (1,900m附近)

| 調査箇所番号 | | 3 | | 4 | | 1 | | 2 | | 平均 | | 優占度 |
|-------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|
| 全植物被度(%) | | 100 | | 100 | | 100 | | 80 | | 95.0 | | |
| 木本植物被度(%) | | 70 | | 80 | | 40 | | 30 | | 55.0 | | |
| 草本植物被度(%) | | 90 | | 90 | | 100 | | 60 | | 85.0 | | |
| 植物名 | | C H | | C H | | C H | | C H | | C H | | C±H |
| 導 入 種 | ミヤマハンノキ | + | 70 | + | 50 | 10 | 180 | + | 90 | 3.3 | 97.5 | 50.4 |
| | タケカンバ | + | 40 | + | 30 | | | 10 | 150 | 3.0 | 55.0 | 29.0 |
| | カラマツ | 70 | 250 | | | 30 | 200 | 40 | 170 | 35.0 | 155.0 | 95.0 |
| | ヤハズハンノキ | | | 80 | 110 | | | 10 | 80 | 22.5 | 47.5 | 35.0 |
| | コメツガ | | | | | + | 55 | + | 40 | 0.5 | 23.8 | 12.2 |
| | アキグミ | | | | | + | 60 | | | 0.3 | 15.0 | 7.7 |
| 種 | K. 31. F. | 30 | 40 | 40 | 30 | 30 | 35 | 20 | 20 | 30.0 | 31.3 | 30.7 |
| | Tim. | 30 | 40 | 20 | 30 | 10 | 30 | 30 | 30 | 22.5 | 32.5 | 27.5 |
| | O. G. | 20 | 40 | 20 | 30 | 10 | 30 | 10 | 30 | 15.0 | 32.5 | 23.8 |
| | R. T. | 20 | 40 | 10 | 40 | | | 20 | 20 | 12.5 | 22.5 | 17.5 |
| | O. R. F. | | | | | 90 | 40 | 20 | 15 | 27.5 | 13.8 | 20.7 |
| 侵 入 種 | モミジイチゴ | + | 30 | + | 30 | + | 40 | + | 50 | 1.0 | 37.5 | 19.3 |
| | マルバシモツケ | + | 60 | + | 30 | | | | | 0.5 | 22.5 | 11.5 |
| | ミネヤナギ | + | 30 | | | | | + | 60 | 0.3 | 22.5 | 11.4 |
| | カラマツ | | | + | 5 | | | | | 0.3 | 1.3 | 0.8 |
| | ニシキウツギ | | | | | + | 100 | | | 0.3 | 25.0 | 12.7 |
| | イヌコリヤナギ | | | | | + | 80 | | | 0.3 | 20.0 | 10.2 |
| | ハウチワカエデ | | | | | | | + | 70 | 0.3 | 17.5 | 8.9 |
| | リョウブ | | | | | | | + | 20 | 0.3 | 5.0 | 2.7 |
| | ヤマヨモギ | 10 | 50 | 80 | 60 | + | 40 | 20 | 50 | 27.8 | 50.0 | 38.9 |
| | オトギリソウ | + | 20 | + | 20 | + | 30 | + | 30 | 1.0 | 25.0 | 13.0 |
| | ヒヨドリバナ | + | 70 | + | 40 | | | | | 0.5 | 27.5 | 14.0 |
| | ノガリヤス | + | 40 | 10 | 30 | | | | | 2.8 | 17.5 | 10.2 |
| | ウラハグサ | + | 40 | + | 30 | | | | | 0.5 | 17.5 | 9.0 |
| | ミヤマハタザオ | + | 40 | | | + | 20 | + | 20 | 0.8 | 20.0 | 10.4 |
| | ヤマホウコ | 10 | 30 | | | + | 35 | | | 2.8 | 16.3 | 9.6 |
| | ウメバチソウ | + | 10 | | | | | | | 0.3 | 2.5 | 1.4 |
| | ホタルブクロ | | | + | 20 | + | 30 | + | 20 | 0.8 | 17.5 | 9.2 |
| | イタドリ | | | | | + | 60 | + | 60 | 0.5 | 30.0 | 15.3 |
| | フジアザミ | | | | | + | 20 | + | 25 | 0.5 | 11.3 | 5.9 |
| | オトコヨモギ | | | | | + | 70 | | | 0.3 | 17.5 | 8.9 |
| コウゾリナ | | | | | + | 40 | | | 0.3 | 10.0 | 5.2 | |
| ヤグルマソウ | | | | | + | 20 | | | 0.3 | 5.0 | 2.7 | |
| ヤマジョソ | | | | | + | 20 | | | 0.3 | 5.0 | 2.7 | |
| ヒメジョオン | | | | | | | + | 40 | 0.3 | 10.0 | 5.2 | |
| ヒメノガリヤス | | | | | | | + | 30 | 0.3 | 7.5 | 3.9 | |
| アカショウマ | | | | | | | + | 20 | 0.3 | 5.0 | 2.7 | |
| ヤマトリカブト | | | | | | | + | 20 | 0.3 | 5.0 | 2.7 | |
| スミレ | | | | | | | + | 10 | 0.3 | 2.5 | 1.4 | |
| シダ類 | + | 20 | | | | + | 20 | + | 10 | 0.8 | 12.5 | 6.7 |
| コケ類 | + | 1 | | | | + | 1 | + | 1 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |

をみると表-3のようである。

表-3 施工跡地の植生状況 (2,000m附近)

| 調査箇所番号 | | 8 | 5 | 6 | 7 | 平均 | 優占度 | | | | | |
|-------------|-----------|-----|-----|----|-----|------|-----|-----------------|----|------|------|------|
| 全植物被度 (%) | | 100 | 100 | 60 | 60 | 88.0 | | | | | | |
| 木本植物被度 (%) | | 20 | 40 | 40 | 30 | 32.5 | | | | | | |
| 草本植物被度 (%) | | 100 | 90 | 60 | 40 | 72.5 | | | | | | |
| 植物名 | | C | H | C | H | C | H | $\frac{C+H}{2}$ | | | | |
| 導 入 種 | ヤハズハンノキ | + | 70 | + | 40 | 30 | 150 | 20 | 80 | 13.0 | 85.0 | 49.0 |
| | アキグミ | 10 | 120 | + | 90 | 10 | 70 | | | 5.3 | 70.0 | 37.7 |
| | ダケカンバ | 10 | 95 | | | | | | | 2.5 | 23.8 | 13.2 |
| | カラマツ | | | 30 | 250 | + | 35 | 20 | 75 | 12.8 | 90.0 | 51.4 |
| | ミヤマハンノキ | | | | | 20 | 140 | | | 5.0 | 35.0 | 20.0 |
| | Tim. | 10 | 20 | 20 | 30 | + | 30 | 10 | 30 | 10.3 | 27.5 | 18.9 |
| | R. T. | 80 | 20 | 10 | 30 | | | | | 22.5 | 12.5 | 17.5 |
| | K. 31. F. | 30 | 20 | | | 40 | 30 | 10 | 20 | 20.0 | 17.5 | 19.8 |
| | C. R. F. | | | 80 | 30 | 10 | 30 | 10 | 20 | 25.0 | 20.0 | 22.5 |
| | O. G. | | | + | 25 | 10 | 30 | | | 2.8 | 13.8 | 8.3 |
| 侵 入 種 | ミネヤナギ | + | 60 | + | 20 | + | 20 | | | 0.8 | 25.0 | 12.9 |
| | ニシキウツギ | + | 70 | + | 20 | | | | | 0.5 | 22.5 | 11.5 |
| | イヌコリヤナギ | 20 | 170 | | | | | + | 20 | 5.3 | 47.5 | 26.4 |
| | コバノトネリコ | + | 20 | | | | | | | 0.3 | 5.0 | 2.7 |
| | トウヒ | | | + | 40 | + | 50 | | | 0.5 | 22.5 | 11.5 |
| | ヤマヨモギ | 10 | 30 | + | 50 | 10 | 25 | 10 | 45 | 7.8 | 37.5 | 22.7 |
| | オトギリソウ | + | 40 | + | 40 | + | 35 | | | 0.8 | 28.8 | 14.8 |
| | イタドリ | + | 40 | + | 30 | | | | | 0.5 | 17.5 | 9.0 |
| | ヤマハウコ | + | 45 | | | + | 20 | | | 0.5 | 16.3 | 8.4 |
| | アズマヤマアザミ | | | + | 50 | | | | | 0.3 | 12.5 | 6.4 |
| | フジアザミ | | | + | 30 | | | | | 0.3 | 7.5 | 3.9 |
| | ミヤマハタザオ | | | + | 20 | | | | | 0.3 | 5.0 | 2.7 |
| | マツヨイグサ | | | + | 10 | | | | | 0.3 | 2.5 | 1.4 |
| | ジシバリ | | | + | 10 | | | | | 0.3 | 2.5 | 1.4 |
| | アカバナ | | | | | + | 20 | + | 15 | 0.5 | 8.8 | 4.7 |
| | ホタルブクロ | | | | | + | 10 | | | 0.3 | 2.5 | 1.4 |
| | アカシウマ | | | | | + | 5 | | | 0.3 | 1.3 | 0.8 |
| | イヌタデ | | | | | + | 5 | | | 0.3 | 1.3 | 0.8 |
| | スイバ | | | | | | | + | 20 | 0.3 | 5.0 | 2.7 |
| | コケ類 | + | 1 | | | + | 1 | | | 0.5 | 0.5 | 0.5 |

この地区でも導入木本類は前述の場合とほぼ同じであるが、安定的な活着がみられるのは、カラマツのほか、ヤハズハンノキ、アキグミなどで、苗木条件によるとみられるがダケカンバ、ミヤマハンノキは活着にやや低下がみられた。しかし、活着したものは生育は劣らない。導入草本の種類も前述の下方斜面の場合と同様であるが、生育量には低下がうかがわれる。K. 31. F. は優占的であるが、C. R. F., R. T. など部分的に優占的となり、植被にむらが生ずるところもある。

侵入植物もまだごくわずかであるが、木本類ではミネヤナギ、ニシキウツギなどが早いほか、この地区では周辺林地から飛散する種子も多いものとみられ、トウヒなどの発生もみとめられる。草本類では、やはりヤマヨモギが早く全面的に分散生立し、オトギリソウも所々に生立がみられるほか、ヤマハハコ、アズマヤマアザミ、フジアザミ、マツヨイグサ、イヌタデ、ミヤマハタザオ、ホタルブクロ、ジシバリなどの荒廃地先駆植生がわずかずつ生じているが、気象条件のほか瘠悪な土壌条件による影響もうかがわれて、生育量は低下している。

3. 劣悪基盤における植被形成と問題点

男体山の亜高山帯下部からその下方域におけるこれまでの施工地では、表-1にみられるよりもさらに良好な緑化成績がえられている。しかし、標高が高くなるに従って苛酷な気象条件とともに荒廃斜面の土質は一層瘠悪化の傾向がみられ、導入草本類の生育量の低下にともなって、植栽筋間には裸地が現われるところもみられるようになる。また、こうして生ずる裸地化部分には、周辺植生の早急な侵入・定着はみられず、このため強雨によるガリーや、凍上・融解による表土の移動も生じてくる。火山性荒廃地の砂礫土は養料が著しく欠乏しているところが多いが、亜高山地域では植物の生育期間が短いため、発生植物の当年における生育量は少なく、凍上による浮上り枯死などの現象がおこりやすい。これに対する抵抗力をまし、発生した植物の定着を確実にするには、初期の生育期における生育促進がとくに考慮されなければならないことである。このためには養料の十分な供給が後述のように一つの有効な手段と考えられる。

このほか崩壊地上部域や、斜面の周縁部では崩落砂礫の堆積・匍行などもみられる。このようなところでは、基本的には土砂停止、表面の侵食防止のための土木的な処置が必要であるが、一方、植生導入方法についてもそれに応じた対策が必要とおもわれる。しかし、これについてはあまり検討が行われていない。すなわち、埋砂、侵食等の外力に抵抗性がたかめられるよう、施工初期から、木本類の面的な構成が図られることが望ましいとみられるが、小苗の単木的な

植栽や、播種による導入では期待される植被形成は困難である。

木本植物の導入密度をたかめるには、枝条からの発根性の強いものをさし木導入する方法もあるが、これまでのような短小な枝条では、当初の活着はあるていどえられても、凍上等によって翌年には著しく減少する場合が多いものである。このようなことから、凍上そのほかの表土の不安定に対する抵抗性の向上が期待できる大形の枝条を活用した埋幹方法による導入が考えられる。これに関しては後述(Ⅲ、6)のような検討を行った。

4. 亜高山地域における適植物

亜高山地域の緑化施工に関しては、男体山地区のように継続的な施工が行われているところは少ないが、各地の亜高山地域における現地植物に関する緑化工用適性の検討については、いくつかの資料がみられる。これらの主なものについて要約してみると表-4のようである。

男体山地区では多くの調査や施工結果から導入植物の選定が行われてきたが、亜高山地域において現在最も多く植栽が行われているのは、高木類ではカラマツが主で、ミヤマハンノキ、ヤハズハンノキ、ダケカンバなどが混植されている。すでにのべたように、これらのなかではカラマツは安定した活着がえられ、生育も全域的に良好である。広葉樹類はやや下部域では活着もよく、生育高もそろっているが、上部域ではかなり不揃いな成績をしめすところがある。このほかコメツガの導入を試みたところもあるが、まだ一部にすぎないので適切な取扱いについては今後の検討にまたねばならない。

草本類では全域的にK. 3 1. Fが導入され生育も良好であるが、これにC. R. F., R. T., O. G., Tim. などが混生している。これらの草本類は本来高冷な環境にも適応力がたかく、一次的な地表植被としての機能は保たれている。

このほか在来植生のなかで適性のたかいとみられるものはかなりの種類があげられるが、施工地に侵入の早い木本類はミネヤナギ、イヌコリヤナギ、バッコヤナギ、などのヤナギ類と、ニシキウツギ、モミジイチゴなどである。これらは多少の土砂移動が生じている砂礫質の斜面にも耐えて生立し、枝条からの発根性がたかいので、埋幹方法に最も活用しやすいものである。

草本類では、ヤマヨモギが全域にわたって優占的に侵入しているが、イタドリとともに種子も確保しやすい種類である。叢生型草本のノガリヤス、ヒメノガリヤス、ウラハグサなどは、恒続的な地被植生で、広がれば地表の被覆効果がすぐれているが、種子の豊凶の差が大きいことや稔性のわるい場合もあるので、種子による安定した導入計画はむずかしいとおもわれる。

富士山の亜高山地域における崩壊斜面や観光道路路面などで、亜高山地域植生の導入に関する

いくつかの調査検討資料がみられるが、導入適性のたかいものについて要約すると表-4-aにみられるようである。高木類としてあげられるものは前述の場合とほぼ同様で、カラマツ

表-4-a 亜高山地域緑化工用適植物

| 樹 草 | | 地 区 | 男 体 山 地 区 | 富 士 山 地 区 | |
|---------|-------|-----|---|---|---|
| | | | | 1,600~2,000m | 2,000~2,300m |
| 針 葉 樹 | | | コメツガ, シラベ, トウヒ, カラマツ, ウラジロモミ | カラマツ コメツガ シラベ | カラマツ シラベ |
| 広 葉 樹 | 高 木 | | ダケカンバ, ミヤマハンノキ, ヤハズハンノキ, ナナカマド, ウラジロカンバ, ミネザクラ, オノエヤナギ, バッコヤナギ, アオダモ, ミヤマザクラ, | ダケカンバ ヤハズハンノキ ナナカマド バッコヤナギ ミヤマハンノキ | ダケカンバ ナナカマド |
| | 低 木 | | ミヤマハンノキ, ズミ, ミヤマヤナギ, イヌコリヤナギ, アキグミ, ヤマハギ, マルバシモツケ, ムシカリ, ハクサンシャクナゲ, ニシキウツギ, クマイチゴ, キイチゴ, ノリウツギ, | ミヤマヤナギ イヌコリヤナギ シモツケ ニシキギ ミヤマイボタ | ミヤマハンノキ ミヤマヤナギ |
| 草 本 類 | 在 来 種 | | ヤマハハコ, ヨモギ, ヤマヨモギ, ヒメノガリヤス, イワノガリヤス, コメススキ, イタドリ, | ヤマハハコ ヨモギ類 イワノガリヤス ヒメノガリヤス オンタデ イタドリ | ヨモギ類 イワノガリヤス ヒメノガリヤス オンタデ イタドリ ムラサキモメンズル |
| | 外 来 種 | | オーチャードグラス ケンタッキー31フェスク クリーピングレッドフェスク チモシー | | |
| 参 考 文 献 | | | 1), 2), | 3), 4) | |

は活着および生長も良好で、緑化効果がたかく最も実用的な樹種とみられる。シラベは初期生長は遅いがカラマツについてよい成績がみられ、活用してよいものとみられる。これに対しコメツガは残存木が年々減少し、未熟土壌には適応性が乏しいようである。コメツガは前述の男体山地区でも同様の傾向がうかがわれた。

広葉樹のダケカンバは活着が悪く、伸長量も劣り灌木状を呈するものも生じているが、さらに検討を要するものとみられた。また、ナナカマドはほぼこれらの中庸の成績で、修景的な面からも効果的であるとしている。

このほか低木類を含む木本類では、ミヤマヤナギ、イヌコリヤナギ、ニシキウツギ、ミヤマイボタなどがあげられるが、これらの枝条をさし木、埋幹等によって導入すれば、現地植物の導入密度をたかめるのに効果的とおもわれる。

草本類では、イタドリ、ヤマヨモギ、メイゲツソウなどは種子の採取が容易であるので活用性がたかいが、イワノガリヤス、ヒメノガリヤスなどの叢生型草本やアキノキリンソウ、ヤハズヒゴタイ、タイアザミ、イワオオギなどは良質な種子を多量に確保することは困難とおもわれる。

以上の地区のほか亜高山地域の広がる中部地域や東北地方高海拔地域における調査資料についても適性のたかい植物類は表-4-bにみられるようなもので、活用度のたかい種類は前述の場合とはほぼ同様である。

5. 主要な適植物と繁殖法

亜高山地帯の緑化工用植物としての特性については、前項によってすでに主な点が述べられたが、発芽特性や無性繁殖の難易などは現地植物の導入密度をたかめることに関係が深いので、主要な植物について、既往資料とともに概要をまとめてみると次のようである。

すなわち、種子の採種、調整や発芽特性については表-5、6のようである。木本類のうち針葉樹のカラマツは発芽率もたかく初期の生長も早い、シラベ、ウラジロモミは生育初期の生長はごくわずかである。瘠悪な裸地面では凍上や、表土の移動によって消滅しやすいと思われる。広葉樹類では、ダケカンバ、ウダイカンバ、リョウブなどは先駆的な林叢形成の主体をなすものであるが、種子は、年による豊凶や発芽率にも差が大きい傾向がある。リョウブは1~2年の稚苗期の生長はおそいが、ダケカンバ、ウダイカンバなどは初期の生育も良好である。しかし、瘠悪な表土では、当年の生育高が少なく、せつかく発生しても凍上等によって消滅する傾向がある。ミネカエデ、ナナカマドなどは、種子がえられれば導入したい種類である。こ

表-4-b 亜高山地域緑化工用植物

| 樹 草 | | 地 区 | | 本 州 中 部 地 方 | | 東 北 地 方 | |
|---------|-------|-----|--|---|---|--|---|
| | | | | 1,300~1,800m | 1,800m~ | 少 雪 地 帯 | 多 雪 地 帯 |
| 針 葉 樹 | | | | カラマツ | カラマツ | カラマツ | |
| 広 葉 樹 | 高 木 | | | ダケカンバ ヤハズハシノキ ヤシャブシ バッコヤナギ | ダケカンバ ヤシャブシ ナナカマド | ダケカンバ ヤマハシノキ ナナカマド | ダケカンバ ウダイカンバ ヤマハシノキ ナナカマド |
| | 低 木 | | | ミヤマヤナギ キヌヤナギ ウツギ ヤマハギ | ミヤマヤナギ マルモシモツケ | ミヤマハシノキ ヒメヤシャブシ ミヤマヤナギ ミヤマイボタ イタチギ | ミヤマカワラハシノキ ヒメヤシャブシ ミヤマヤナギ イタチギ |
| 草 本 類 | 在 来 種 | | | オトコヨモギ ヒメノガリヤス ノガリヤス ススキ イタドリ キオン アキノキリンソウ | ヤマハハコ タカネヨモギ ヒメノガリヤス ノガリヤス イタドリ | ヤマハハコ ヤマヨモギ ノガリヤス オオイタドリ | ヤマハハコ ヤマヨモギ オオイタドリ |
| | 外 来 種 | | | ケンタッキー31 フェスク バーミューダグラス クリーピングレッド フェスク オーチャードグラス チモシー | ケンタッキー31 フェスク クリーピングレッド フェスク | ケンタッキー31 フェスク クリーピングレッド フェスク | ケンタッキー31 フェスク クリーピングレッド フェスク |
| 参 考 文 献 | | | | 5), 6) | | 7), 8) | |

表-5 亜高山地域緑化工用樹種の種子取扱法

| 植物名 | 採取時期(月) | 採取調整 | 貯蔵法 | 発芽促進 | まきつけ時期(月) | 発芽率(%) | 1年目生長量(cm) |
|---------|--------------------|--------------|---------|-----------------------|-----------------|---------|------------|
| ○ウラボシ | 10 | 日乾脱粒風選 | 乾燥・冷暗室内 | 低温湿層・乾燥 低温30~60日以上 | 3~5下 | 低 12 | 4 |
| ○シラベ | " | " | " | 低温湿層30日以上 | " | 並 | 3 |
| ○カラマツ | " | " | " | 冷水浸漬1~2日 | " | " | 12 |
| ○ダケカンバ | 9~10 | 小枝切落、陰干、振り落し | 乾燥・低温密封 | 低温湿層6週以上 | 3~6上 | 低 5 | 30 |
| ○ウダイカンバ | " | " | " | " | " | " | 25 |
| ○ナナカマド | 9下~10 | 果肉水洗除去 | 保湿冷蔵 | 1℃低温湿層100日以上 | 寒地とりまき 暖地2~4 | 並 40 | 30 |
| ズミ | 9~11 | 水浸漬後果肉除去 | " | " | とりまき または3 | " | 30 |
| マレシモツケ | " | 乾燥をきらう | " | " | とりまき または3~4 | 低 20 | 20 |
| リョウブ | 10~11 | 陰干脱粒 | 密封、冷暗室内 | " | 5上~6上 | " | 10 |
| ミネカエデ | 9~10 | 陰干風選 | 保湿冷蔵 | 低温湿層60日以上 | とりまき または3 | 60 | 30 |
| 備考 | ○印 文献 9), 10) による。 | | | | | | |

表-6 亜高山地域緑化工用種子の発芽試験 (北田)

| 植物名 | 粒度(粒/g) | 純率(%) | 発芽率(%) |
|-------------|---------|-------|--------|
| ダケカンバ | 1004 | 70 | 6 |
| ミヤマハンノキ | 1781 | 87 | 34 |
| ミヤマヤナギ | 3311 | 100 | 100 |
| タニウツギ | 4332 | 75 | 50 |
| マルバシモツケ | 22727 | 100 | 20 |
| カンチコウゾリナ | 1363 | 99 | 54 |
| ウスユキソウ | 6905 | 100 | 6 |
| ミヤマアキノキリンソウ | 746 | 40 | 44 |
| ミネアザミ | 218 | 82 | 61 |
| ヤマハハコ | 12963 | 100 | 30 |
| ヤマヨモギ | 8480 | 64 | 86 |
| ナンブキタアザミ | 591 | 100 | 2 |
| タカネノガリヤス | 2264 | 99 | 0 |
| オオウシノケグサ | 2903 | 99 | 21 |
| ススキ | 1419 | 89 | 30 |
| ナンブトウウチソウ | 722 | 96 | 18 |
| ミヤマヤマブキショウマ | 8750 | 100 | 4 |
| タカネナデシコ | 1106 | 100 | 48 |
| コバノツメクサ | 2211 | 100 | 56 |
| イワオトギリ | 9921 | 99 | 40 |
| オオイタドリ | 455 | 93 | 85 |

① 発芽試験は20℃で30日間。

② 種子は1週間低温湿層処理。

のほか種子によって活用しよいものは、低木類ではタニウツギ、ニシキウツギ、草本ではやはりヤマヨモギ、オオイタドリなどである。

また、枝条のさし木増殖については、いくつかの例があるが、活用しよいものはミヤマヤナギ、イヌコリヤナギ、オノエヤナギその他のヤナギ類や、ニシキウツギ、マルバシモツケなどである。しかし、さし穂は短かいと、稜質斜面などでは、漸次衰退し消滅するおそれがある。なお、主要植物について繁殖方法別にまとめてみると表-7のようである。

表-7 亜高山地域緑化工用適植物と導入法

| 樹草 | 導入法 | 播種 | 植栽・株分け | さし木・埋幹 |
|-----|----------------------|--|--|--------------------------------------|
| 木本類 | 高木 | ダケカンバ ウダイカンバ バッコヤナギ | カラマツ、コメツガ シラベ、トウヒ ダケカンバ、ウダイカンバ ヤハズハンノキ、バッコヤナギ オオバヤナギ、ナナカマド ミネザクラ、リョウブ | オオバヤナギ オノエヤナギ |
| | 低木 | ミヤマハンノキ ミヤマヤナギ ミネカエデ | ミヤマハンノキ、ミヤマヤナギ イヌコリヤナギ、アキグミ ミネカエデ、クマイチゴ | キヌヤナギ ミヤマヤナギ ニシキウツギ マルバシモツケ |
| 草本類 | 在来種 | ヤマハハコ ヤマヨモギ オオイタドリ イタドリ オンタデ ススキ | ヤマハハコ、ヤマヨモギ ススキ、イワノガリヤス ヒメノガリヤス、イタドリ オオイタドリ、オンタデ | |
| | 外来種 | クリーピングレッドフェスク ケンタッキー31フェスク レッドトップ オーチャードグラス チモシー | | |
| 備考 | 文献 1), 2), 5), 7) 参考 | | | |

6. 大形枝条の埋幹

亜高山地域における緑化工対象地でも、施工地の基盤斜面の安定が保たれ表土に埴質の土壌も混入するようなところでは、苗木によって導入される高木類の生育もかなり良好で、漸進的ではあるが緑化回復がえられている。

しかし、亜高山地域では表面侵食のうけやすい軽しような火山砂礫層が基盤となるところや、匍行もみられる角礫質の崩落砂礫が多い斜面も少なくない。また、風衝の影響があるところも所々に現われるような立地条件のところでは、いづれも瘠悪で乾燥しやすいことも生育不良の大きな要因とおもわれる。

現地植物の導入密度をたかめるため、従来木本の枝条を20cmでいどの長さに切ってさし木による導入も試みられているが、短いさし穂では凍上や表土の匍行あるいは崩積のための枯死消滅することが少なくない。このようなことから、諸害に対する抵抗性をたかめ、土砂扞止、侵食防止機能の速効的な強化をねらいとして、大形の枝条による埋幹方法について検討を行った。概要をのべると次のようである。

試験斜面は東京営林局野呂川治山事業所管内における標高約1,700m附近の崩壊地で、基岩に著しく破碎をうけた中・古生層の砂岩・頁岩で表土はこれらの崩積した砂礫土である。周辺の植物にはミヤマハンノキ、ヤハズハンノキ、ダケカンバ、カラマツなどがあり、荒廃裸地の一部には、これらの稚苗も生じている。

前述のように、亜高山地域荒廃地に先駆的に生ずる木本類のなかでは、ヤナギ類をはじめ、ニシキウツギ、キイチゴ類のほかリョウブなどが多くみられるが、試験にはイヌコリヤナギ、オオバヤナギ、バツコヤナギ、キヌヤナギ、ニシキウツギ、リョウブの6種を用いた。枝条の大きさは、小形枝条(長さ25cm)、中形枝条(長さ50cm)、大形枝条(長さ100cm)とし、斜面に筋切を行って、ほぼ水平におき、先端部を残して埋めもどした。

試験区は、枝条の採取期別に秋期(10月)、春期(6月)ごとに設けたが、春期施工地は、角礫の多い崩積面で、細土が少なく乾燥しやすい劣悪な条件とともに、使用した枝条は新芽の開葉したあとの最も不利な時期であったため、活着率はいづれもわるくほとんどが数%以下に止った。秋期施工地における調査は翌年の6月上旬と9月下旬に行ったが、その結果は表-8のようである。

表-8 枝条の埋幹試験

| 試験区 | 大形枝条 | | | | | | 中形枝条 | | | | | |
|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| | 5 3. 6 | | | 5 3. 9 | | | 5 3. 6 | | | 5 3. 9 | | |
| 調査年月日 | 活着率(%) | 萌芽数(本) | 生長量(cm) | 活着率(%) | 萌芽数(本) | 生長量(cm) | 活着率(%) | 萌芽数(本) | 生長量(cm) | 活着率(%) | 萌芽数(本) | 生長量(cm) |
| 植物名 | | | | | | | | | | | | |
| バツコヤナギ | 60.0 | 3.6 | 2.0 | 6.7 | 4.0 | 7.5 | 60.0 | 2.9 | 1.1 | 0 | 0 | 0 |
| キヌヤナギ | 56.7 | 9.4 | 3.8 | 60.0 | 6.1 | 35.0 | 40.0 | 3.6 | 3.5 | 63.3 | 2.9 | 8.0 |
| オオバヤナギ | 26.7 | 4.5 | 0.9 | 40.0 | 7.3 | 23.0 | 46.7 | 2.6 | 1.1 | 36.7 | 2.4 | 8.0 |
| イヌコリヤナギ | 68.4 | 6.9 | 2.5 | 84.2 | 8.5 | 25.0 | 53.3 | 2.4 | 1.8 | 66.7 | 4.1 | 10.0 |
| ニシキウツギ | 16.7 | 2.2 | 1.1 | 66.7 | 3.4 | 18.0 | 36.7 | 1.9 | 1.0 | 53.3 | 3.1 | 5.0 |
| リョウブ | 0 | 0 | 0 | 3.3 | 4.0 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 36.7 | 4.2 | 1.0 |

施工地は瘠悪な基盤で、気象条件もきびしいため、6月初めの調査期にはまだ萌芽のみられないものもあり、9月下旬の調査期になって活着率の増加がみられたものもある。しかし、バツコヤナギは6月の調査では萌芽がみられても、9月の調査では殆んどが消滅した。リョウブはとくに萌芽の開始がおそく9月の調査期になって活率の増加がみられた。ヤナギ類のなかではイヌコリヤナギ、キヌヤナギの活着率がよいが、これにくらべればオオバヤナギはかなり劣るようにおもわれた。大形枝条は中形枝条にくらべて萌芽数や生長量が大きく、緑化被覆量はかなり多いことが知られた。

以上からみると、発根性のたかい木本類でも、大形枝条の埋幹は植被の面的形成や、導入枝条による土砂扞止にも速効的に機能が發揮でき、十分活用できるものとみられる。なお、導入時期が遅れがちな亜高山域では、秋期に埋幹作業を行うほうが安定した成績がえられるものと思われる。また、基盤条件が劣悪なため、萌芽枝条の生育促進がはかられればさらに効果がたかめられるが、これについてはさらに検討を要するところである。

7. 植被形成促進の要点

亜高山地域では植物の生育期間がかなり短かいというえ、養料の欠乏した砂礫土や火山性の堆積物層が基盤となるところが多いため導入植物はもちろん侵入する周辺自然植生の生育はかなり緩慢である。ことに気象条件がきびしいため、種子から生立した当年生の稚苗は凍上によって浮上り枯死を来し、あるいは凍害によって地ぎわ部まで枯死するなどのため翌年には大部分が

表-9 緑化施工に伴う養料の供給と植被状況

| 植物名 | 斜面状況 施工有無 | 角礫堆積斜面 | | 小礫まじり斜面 | | | | | |
|---------------|--------------|------------------|-------|---------|------------------|-------|----|----|---------|
| | | 未 施 工 地 | 施 工 地 | | 未 施 工 地 | 施 工 地 | | | 当 年 |
| | | | 2年目 | 当 年 | | 2 年 目 | | | |
| フ ジ ア ザ ミ | + | + | 10 | + | 60 | | 30 | 70 | 10 ~ 90 |
| イ タ ド リ | + | + | 10 | + | | | | | + ~ 10 |
| メ イ ゲ ツ ソ ウ | | + | + | | | | | | + |
| ヨ モ ギ | | + | + | + | 40 | | 50 | | 10 ~ 30 |
| ヤ マ ハ ハ コ | | + | + | + | | 20 | 40 | | 10 ~ 40 |
| ムラサキベンケイソウ | | | | + ~ 10 | 30 | 40 | | | 30 ~ 70 |
| キ リ ン ソ ウ | | | | + | 10 | 10 | | | 30 ~ 40 |
| シ ナ ノ ナ デ シ コ | | | | + | 10 | 30 | | | 10 ~ 30 |
| ホ タ ル ブ ク ロ | | | | + ~ 10 | | | | | 10 ~ 50 |
| ジ シ バ リ | | | | + ~ 10 | | | | | 10 ~ 70 |
| ノ コ ン ギ ク | | | | | | | | | + ~ 10 |
| ス ス キ | | | | | | | 10 | | + ~ 10 |
| アキノキリンソウ | | | | | | | + | | + |
| ヤ マ ハ ギ | | | | | | | | | + ~ 10 |
| キ ハ ギ | | | | + | | | | | + |
| ウ ツ ギ | | | | | | | | | + |
| タ ニ ウ ツ ギ | | | | + | | | | | + ~ 10 |
| ヤ シ ャ ブ シ | | | | | | | | | + |
| ヤ マ ハ ン ノ キ | | | | | | | | | + |
| カ ラ マ ツ | | | | | | | | | + |
| ウ ダイ カ ン バ | | | | | | | | | + |
| ダ ケ カ ン バ | | | | | | | | | + |
| W. L. G. | | + | 10 | + | 30 ~ 100 | | | | + ~ 10 |
| K. 31 F. | | | | | | | | | + ~ 10 |
| C. R. F. | | | | | | | | | + |

消滅するおそれがある。このような諸害に対しては生育初期の充実した生育促進が必要であるが、このためには養料の十分な供給をはかることが一つの有効な手段であると思われる。表-9は本州中部地区の大井川上流の亜高山地域における航空実播工跡地における植被状況の調査結果である。無施工斜面ではフジアザミ、イタドリ、メイゲツソウなどのほか、ミヤマホタルブクロ、ジシバリなどが地表をほうように矮性な生育を保つにすぎないが、施工斜面では当年ないし2年目には、これらの自然植生の生育量には顕著な変化をしめし、これまでの裸地状斜面に全面的な緑化植被が形成されている。これは散布緑化材に含まれた肥料によって生育が促進されたことが明らかで、亜高山地帯における施工斜面でも、いかに養料の補給が大切であるかがうかがわれる。生育期間が短いため、施用された肥料の吸収効率は低下するものとみられるが、近年は緩効性肥料の開発も進んでいるので、これらを併せて活用すればさらに緑化効果がたかめられるものと思われる。

参考文献

- 1) 小暮 保：亜高山地帯における治山造林樹種について 治山，1971
- 2) 関 勝時：亜高山地帯における植生導入の適応試験 (1) 前橋営林局，1971
- 3) 依田和幸：亜高山地帯の荒廃地における緑化復元手法 (Ⅲ) 山梨県林試，1978
- 4) 山寺喜成ら：亜高山地帯における緑化復元に関する実験的研究 緑化工技術，1976
- 5) 高橋啓二：本州中部森林における垂直分布帯の研究 林試研報，1962
- 6) 小林貞作：立山黒部アルペンルート沿線の高山植物による緑化について 道路と自然，1976
- 7) 村井 宏ら：積雪寒冷地帯における荒廃山地の緑化 林試東北支場だより，1973
- 8) 北田正憲ら：高海拔地帯の荒廃地緑化のための樹草 林試東北支場だより，1976
- 9) 関西地区林業試験研究機関連絡協議会育苗部会：樹木のふやし方 農林出版，1980
- 10) 竹内虎太郎：緑化用樹木の実生繁殖法 創文，1975