

散布緑化工における  
木本植物導入法



## I 試験担当者

防災部治山第2研究室：岩川幹夫，堀江保夫，原 敏男，竹内美次

東北支場経営第4研究室：村井 宏，北田正憲

関西支場防災研究室：岸岡 孝，小林忠一，遠藤治郎（現・山形大学）

九州支場防災研究室：河野良治，竹下 幸，志水俊夫

## II 試験目的

治山緑化工における木本植物の導入には，階段工などによって，苗木植栽する方法が確実であるが，位置的・地形的状況などが，人力施工に支障のあるところや，集中的な荒廃発生のため，早期復旧が必要とされるところでは，機械力的・省力的な実播工を中心とした能率的方法が要請されることが少なくない。

しかし，吹付工やヘリコプター緑化工などでは，外来の緑化用草を多く活用した施工地全体の面状播種となるため，緑被形成は早いのが，特定の草本類にかたより，木本植物の成立はよく制され，治山緑化の目標とする，保全効果のよりすぐれた林業形成の遅れることが問題とされている。

このため，最近の緑化用植物や緑化資材などによる施工様式の場合についても，草本による緑化被覆をすみやかに形成し，保全効果を十分果しつつ木本植物の成立を早期に達成する方法について検討する。

## III 試験経過と得られた成果

### 1. 試験の年次経過

試験内容および年次別経過の概要は次のようである。

昭和44年度：混播要因（緑化用樹草の特性，播種量，混播割合等）に関する圃場試験，および現地試験地の選定（防災部治山第2研究室）

昭和45年度：混播要因に関するプロット試験（防災部治山第2研究室，東北支場経営第4研究室）。現地試験工の施工（凍上花崗岩地帯＝防災部治山第2研究室，寒冷第3紀層地帯－東北支場経営第4研究室）。

昭和46年度：混播要因に関するプロット試験（防災部治山第2研究室，東北支場経営第4研究室，関西・九州支場防災研究室）。現地試験工施工（凍上第四紀層（ローム層）－防災部治山第2研究室，寒冷第3紀層地帯－東北支場経営第4研究室，暖帯少雨花崗岩地帯－関西支場防災研究室，暖帯多雨中（古）生層地帯－九州支場防災研究室）。既設試験工経過



調査。

昭和47年度：現地試験工経過調査。

なお、現地試験工の設定にあたっては、青森営林局治山課、岩手・<sup>山形</sup>・<sup>秋田</sup>・北上各営林署、東京営林局治山課、秦野治山事業所、長野営林局治山課、中川治山事業所、大阪営林局治山課、熊本営林局治山課、出水営林署における関係各位に、多大の御援助を賜わった。ここにあらためて深甚の謝意を表する。

なお、調査・測定資料は、分担した各試験ごとに解析・考察を行なったうえ防災部にあつめ、最終的な整理は治山第2研究室で行ない、総括的なとりまとめは岩川が行なった。

## 2 木本植物成立と混播方法改善の問題点

混播によって導入された植物間では、生育が進むとともに、生育量の増加や生育型のちがひによって競合が始まる。競合は地上部における陽光や根系部における水分・養分などが、個体の要求に対して相対的に不足することによって起るが、さらに環境の推移とともに菌害や生育抑制物質あるいは物理的な被圧の影響など、生理的・生態的な要因が相互に複雑に作用する。樹草の混播におけるこれら要因の理論的な解明は今後の研究にまつところが多いが、ここではとりあえず従来の施工における播種内容や保育技術的な観点から、木本植物の成立に関連して問題とみられるおもな事項をとりあげてみると、

a 発芽や初期生育の遅速などの生育特性による混播適植物の組合せ、b 施工後の初期発生個体数にもとづいた播種量および混播割合、c 植物の種類別の成長コントロール、d 適切な緑化補助材・補助工および保育方法、などが考えられる。

## 3 樹草の初期生育タイプ区分

施工初期の不安定裸地をすばやく緑化保護するため、実播に用いられる樹草としては、播種後短時日に発芽しその後の生育も早いことが望ましい。一般に緑化用植物は、荒廃地や開放地に先駆進入するものから選択され、外来の緑化用草もふくめてとくに陽光を多く要求する。そのうえ、施工後の速かな侵食防止効果を期待することから播種量が多く、導入植物間では生育初期から陽光に対する競合がはげしくなる。しかし、木本類の多くは発芽もやや遅く、その後の生育も草本にくらべて遅いのが一般である。このため、緑化用植物それぞれの生育特性に応じた適切な種類の組合せを考慮し、競合のコントロールをはかる必要があるとおもわれる。まず、便宜的に種子の発芽勢や初期成長の遅速、あるいは生育形態などによって、おもな樹草の

タイプを区分してみると次のようである。

### 木本類の初期生育特性

Aタイプ：発芽が早くその後の伸長も旺盛なタイプで、好適な条件のもとでは2、3日ないし数日で大半の発芽が終り、当年の秋までには1～1.5mに伸長する。おもにマメ科根粒樹木に属するニセアカシア、アカシア類、ネムノキなどの高木類と、ヤマハギ、イタチハギ、エニシダなどの低木類がある。このタイプの種子は硬実化しているものが多く、そのままでは発芽が不揃いになるので、熱湯や温湯で発芽促進処理をする必要がある。また、イタチハギ、ヤマハギなどのサヤつき種子は、表土の条件によって、吸水が不足するときは発芽がおくれるので、草本との競合が不利になる。

Bタイプ：発芽がやや遅く、また発芽後2～3ヵ月までの成長もやや緩慢であるが、それ以後の成長ははやいタイプのものである。条件のよいところでは当年の秋までには30～50cm以上に伸長するが、稚苗期には根系の発達が少ないので、現地で乾燥のはげしいところでは萎縮する。おもに非マメ科根粒樹木のオオバヤシャブシ・ヤシャブシ・ヤマハンノキなどの高木類や、樹高の低いものではヒメヤシャブシ・グミ類がある。これらは入手した種子によっては発芽率に変化が多いので、事前に発芽率を調べて必要量を用いることが肝心である。

Cタイプ：根粒植物のように、荒廃地や開放地によく侵入して繁茂するタイプであるが、初期の生育がやや遅い。クサギ、スルデ、アカメガシワ、リュウブなどの高木類や、タニウツギ、ニシキウツギその他の低木類がある。これらの種類は種子の大小や発芽の遅速などにより差があり、特性についてはまだ十分検討されていないものが多い。

Dタイプ：発芽も遅くその後の生育もおそいタイプであるが、やせ地や乾燥地に強く、永続的緑化樹種としてすぐれている。アカマツ、クロマツなどの針葉樹や、コナラ、クヌギそのほかの広葉樹類がある。条播や点播などによって導入されているが、混播では草高以上に伸長するには2～3年ないし数年を要するものとみられる。

Eタイプ：このほか二次的な緑化構成樹種として望ましい耐陰性のあるタイプのものがあるが、導入方法は今後の研究にまつことが多い。

### 草本類の初期生育特性

外来緑化用草の場合は、発芽および現地における発生源もたかく、その後の成長もすばやいものが多いが、在来野草類は荒廃環境における適応性や永続性にすぐれたものでも、初期成長が一般に遅い傾向がある。

a タイプ：草高が100cm以上になる大型多年性草本類。



- a 1 好適な条件のもとでは2, 3日で大半が発芽し、初期から成長の早い大型雑草類のタイプで、もっとも多く活用されているのはキク科のヨモギ類である。しかし、これらの生育形態は、莖葉による遮光性が大きいので、面状混播では密度が多くなると木本類の生育を圧するので問題がある。
- a 2 初期の伸長がやや緩慢で、早期緑化形成はおとるが、環境に対する適応性が広く、緑化が永く保たれる。大型イネ科のススキ、トダンバなどである。莖葉による遮光性は前者ほどでなく、株の基部にはマツ類の成立も可能で、木本の混播には適性がみとめられる。以上のものは在来野草類のなかでも種子の大量確保ができるので活用しやすい。
- b タイプ：自然高（莖葉を引のばした長さではなく、自然に叢生したままの高さ）が30～50 cmになるおもに中型イネ科のもので、緑化工に最も大量に活用されているタイプである。多数種類があるので、さらに類型区分できる。
- b 1 発芽、生育がすばやく、自然高が40～50 cmになり、多数分けつして叢生する。ウィーピングラブグラス（W. L. G. ）、ケンタッキー31フェスク（K. 31 F. ）、オーチャードグラス（O. G. ）などで、これらとの混播では木本植物の成立は困難とみられているタイプである。
- b 2 自然高は前者とあまり変わらないが、発芽または初期伸長がやや劣るイネ科の在来野草類で、ノガリヤス、カゼタサ、チカラシバなどがある。現地における繁茂量からみれば木本類の競合は、外来草にくらべて有利であるとみられるが、一般に種子を十分確保することがむずかしい。
- b 3 発芽や生長も早い、自然高は20～30 cmで叢生するタイプのものである。クリーピングレッドフェスタ（C. R. F. ）、ケンタッキーブルーグラス（K. B. G. ）などである。繁茂型には地下茎あるいは葡萄型があるが形態的には混播による木本成立に活用しやすいタイプとみられる。
- b 4 発芽および生育もはやい1年・越年生のもので、自然高も数10 cm以上になる。傾斜地における緑化用草としては、翌年以降の被覆効果に問題があるほか、混播では生立密度が多くなると木本の成立を著しく阻害することになる。イタリアンライグラス（I. R. G. ）などの外来草や、キク科、タデ科の1年生野草などであるが、イネ科のオヒシバ、メヒシバ、エノコログサなどは、比較的影響は少ないとおもわれる。
- c タイプ：自然高が10～20 cm前後の小型草本類でイネ科タイプとマメ科その他がある。

- c 1 小豆イネ科のシバ、オニシバ、ギョウギシバなどである。草高の低い点では混播に都合がよいが、シバ類は発芽勢が低いため活用がはばまれている。
- c 2 発芽および生育の早いマメ科などの草本類で、クローバー、ヤハズソウなどがある。播種量が多いと木本の初期生育は抑制される。
- d タイプ：カヤツリグサ科・スゲ類などの野草で、耐陰性や永続性のすぐれているタイプがあるが、繁殖がおそすぎることや、種子が十分えられないので活用されていない。

以上のべた特性区分は、おもに初期的な生育特性によるもので、生育形態が似たタイプのものでも、その後の推移には個々の種によって変化がある。したがって、今後の検討によって、生態的にも、自然な遷移系列が早期に構成されるよう、適切な組合せがとめられるべきである。

#### 4 播種量と混播割合

播種量の多少は初期の緑化形成の遅速や、ひいては施工の成否にも影響する。最近の面状緑化工では、当初の発生個体数（イネ科草本タイプの場合）が10,000/m前後となるような播種量とされるが、緑化不揃いを懸念してさらに多く播種されることも少なくない。しかし、発生密度は植物の種間および種内の競合に大きな影響を及ぼし、面状混播によって木本植物の成立をはかるためには、木本と草本の発生個体数の調整がどうしても必要である。

いま、従来の吹付工やヘリコプター工法による播種内容のなかから、木本類が含まれている場合の10数例によって、木本と草本の種子量の実態をみると次のようである。まず、混播割合を重量比でみると、外来の緑化用草種のほか、ヨモギ、メドハギなどの草種は20~70%で、ヤシャブシ、ヤマハンノキ、ニセアカシア、イタチハギなどの木本類は30~80%も含まれている例がある。しかし、木本類の成立した例は殆んどうかがわれないのが実情である。

ところで、木本類の種子は草本類にくらべて大きいものが多く、単位重量あたりの粒数はかなり少なくなる。したがって、この内容を粒数による割合にかえてみると、草本類は75～95%にもなり、木本類は数%から25%程度にすぎない。しかも、施工の実際には発芽率や、現地における発生率も考慮しなければならないものである。一般に外来の緑化用草は発芽率がたかく、現地発生率もよいが、木本類は発芽率の低い場合が多く、発芽率のよいマメ科木本種子も、普通は硬実が多く含まれるため、発芽促進処理をしない場合は現地における発生率は著しく低下する。したがって、さらに発芽率を考慮して計算した割合によってみると、木本類の混播状態はわずか2～3%で、多い場合でも10%に満たないことが殆んどで、斜面における



実際の発生個体数の割合はきわめて少ないことがわかる。

つまり、散布種子量は単純な重量比や容積比によるのではなく、実際に使用する種子の発芽率や現地における発生率も考慮したうえ、単位面積あたりの初期成立期待数をもとにして算出する必要がある。

つぎに、前述のような問題点を考慮して、樹草の生育タイプや、播種量および混播割合などの要因を組合せ、圃場で行なった試験例をしめしてみる。

圃場試験 - (1) 木本の生育タイプAの高木のニセアカシアと、草本は最も多く用いられているb1タイプのW. L. G. によって、次のような試験区を設けた。播種量は発生期待個体数  $10,000/m^2$  以下  $1,000/m^2$  まで5段階、混播割合は木本割合100%以下35%まで5段階とした。なお、土壌条件のちがいによる影響もみるため、圃場表土と養料条件がわるい下層土の褐色ロームの別に設定した。(本場構内)

まず、播種量のちがいによる成立密度の経時的変化をみると図-1のようである。発芽当初

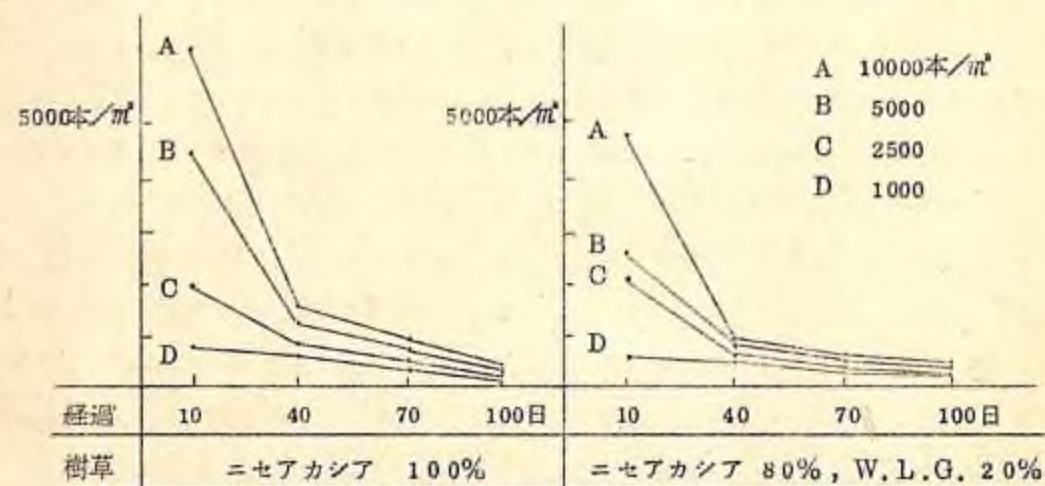


図-1 播種量と成立本数の経時別変化

には発生個体数に著しい差があるが、播種量の多い区では40~50日頃までには、急速に成立個体数が減少した。播種量の少ない区ではそれほど顕著ではない。播種量および混播割合の多い区では、ニセアカシアの成立密度がかなり過密で、はやくから種内の競合があるため、図-2によっても成立個体数の大部は、種間、種内の被圧下に残存していることがわかる。当年の秋までのW. L. G. の自然高以上に伸長して、成立可能とみられた本数は表-1のようである。これによると木本の成立本数は、播種量および混播割合による差がみられ、木本の多

い区では30~40本/ $m^2$ になり、少ない区でも1本/ $m^2$ 以上の成立がみられた。

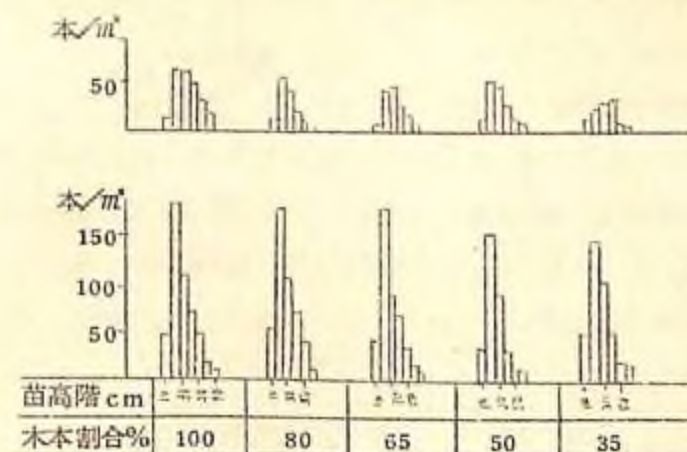


図-2 播種割合と苗高分布(ニセアカシア)

( 上段: 播種量  $1000/m^2$   
下段: "  $10000/m^2$  )

表-1 播種量と混播割合による木本植物の成立

(ニセアカシア 本/ $m^2$ )

播種量 粒/ $m^2$	混播割合 %	圃場下層土(ローム, 赤土)					圃場表土(黒土)				
		木本割合 100	80	65	50	35	100	80	65	50	35
10,000		52	45	38	31	26	31	27	10	9	7
5,000		44	36	33	23	16	29	16	8	4	3
2,500		43	35	26	19	6	26	12	5	3	2
1,000		33	27	19	14	6	16	8	4	1	1

注. 草の自然高以上(45cm)に伸長した本数

なお、土壌条件別によるちがいでは、初期から草本の生育が旺盛な表土区では、草本による被圧や、病害による成立の減少などがみられ、下層土の赤土区にくらべて競合がきびしく、秋までの成立本数も減少した。

圃場試験 - (2) ヤマハギは立地的な適用範囲が広く緑化効果もすぐれ、生育の早いタイプの低木であるが、これと生育型がそれぞれ異なる草本と混播してみると次のようである(本場構内)。



草本類は緑化効果の早い中型イネ科のなかのW. L. G., 草高がかなり低いタイプのC. R. F., および生育が旺盛な1年生草のI. R. G. をえらび, 播種量は6,000粒/ $m^2$ と3,000粒/ $m^2$ , 混播割合は木本80%と50%として設定した。

播種後の木本成立密度の経時変化は図-3のようである。生育経過につれて混播草種別の影響による残存個体数の状況がよく現われている。すなわち, ヤマハギの単播区間では, 種内密度の影響だけで, 減少曲線は次第に接近しているが, 当年の秋頃まではある間隔がみられる。これに比べて, W. L. G. やI. R. G. の場合はその脱合の影響がみられ, 播種量の多い区は早くから個体数の減少がはげしく, 3,000本/ $m^2$ 区の場合とほぼ同じようになる。しか

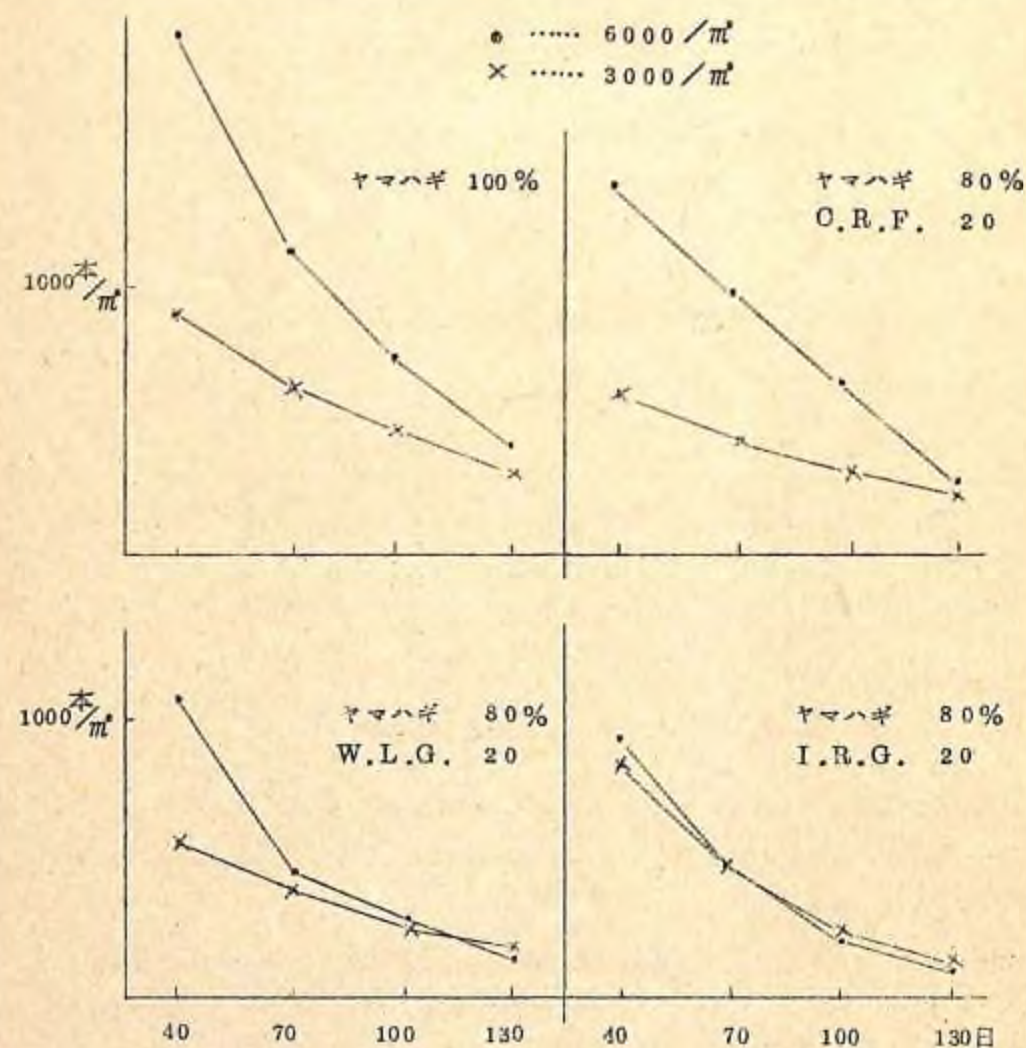


図-3 草種別混播と成立本数の経時別変化 (ヤマハギ)

し, 草高が前者に比べてかなり低いC. R. F. の場合は, ヤマハギ単播区とよく似た減少傾向である。低木でも生育の早いヤマハギは, 早くからC. R. F. 以上に伸長するため, 地上部における種間の影響が少ないことをしめしている。草種別混播における苗高分布をみると図-4のようである。

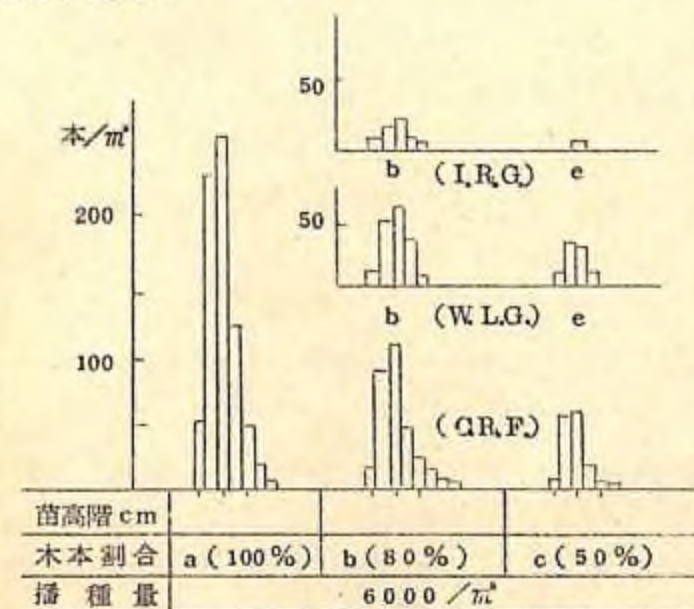


図-4 草種別混播と苗高分布 (ヤマハギ)

また, 播種当年の秋までにおける草の自然高以上に伸長した個体数を表-2にしめした。中

表-2 草種別に混播した木本植物の成立

(ヤマハギ 本/ $m^2$ )

土 壌		圃場下層土 (ローム, 赤土)						圃場表土 (黒土)					
播種量 (個/ $m^2$ )		6,000			3,000			6,000			3,000		
混播割合 (木本%)		100	80	50	100	80	50	100	80	50	100	80	50
ヤマハギ	C. R. F.		73	27		43	34		82	15		119	43
	W. L. G.	34	11	0	11	18	7	72	5	1	73	14	12
	I. R. G.		0	0		7	0		1	0		10	0

注: 草の自然高以上の本数 (C.R.F. は35cm, W.L.G., I.R.G. は45cm)

型イネ科のなかでも, 草種の生育型のちがいによる影響が顕著であることがわかる。すなわち, 生育の旺盛な1年生タイプのI. R. G. 区では草高以上に達したものはほとんどなく, 大部



分は草本に被圧された。W. L. G. との混播区では、これに比べて木本の成立がみられ、前述のニセアカシアの場合に類似した傾向がみられた。これに対して、草高が低い C. R. F. との混播区では草高以上に伸長したものはさらに顕著に増加した。これによっても生育の早いタイプの木本は、混播要因を考慮して行なえば十分成立をはかることができると思われる。この試験結果に限れば、成立密度がたかいので、翌年からはヤマハギ間の競合がはげしくなるとみられるので、混播割合はさらに検討する必要があると思われる。

圃場試験 - (3) ニセアカシア、ヤマハンノキ、ヒメヤシロブシ、アカマツの4高木を主体にイタチハギを従属低木とし、生育型のことなる2グループの草本類を組合せ検討した結果をみると表-3のようである(東北支場管内)。

播種後1カ月と4カ月経過したときの成立本数の消長をみると、各樹種とも大幅に減少し、当初の1/2以下になった。とくにヤマハンノキの減少は顕著であったが、ニセアカシアは秋季に増加するものもある。イタチハギは両時点の変化はみられなかった。すなわち、イタチハギは、どの組合せでも、生存率および生育が良好であり、高木類のうちで草本の自然高以上に成長したのはニセアカシアだけであったが、成立本数は少なかった。アカマツは、秋季まではかなり残存していたが、草本類のまかに被圧されて健全な生育を保っているものが少なかった。ヒメヤシ・ブシは、初期生長がおそく、草本に被圧されているが、生育はかなり健全である。ヤマハンノキは、当初の発生本数も少なく秋季における残存本数も少なく、生育も不良であった。ニセアカシアは高木4種類のうち、成立本数が比較的多く、かつ成長が良好であった。また、各高木と組合せたイタチハギの成立本数は平均的に多く、成長が旺盛で草本類の自然高以上に達している。

前述した3つの例は、圃場におけるものであるが、さらに現地斜面によって検討した例は次のようである。

現地試験 - (1) 長野営林局中川治山事業所管内の凍上花崗岩地帯における崩壊斜面に、高木は生育の早いタイプのニセアカシアと、初期生育の遅いタイプのアカマツとし、これに低木のヤマハギ、イタチハギを入れて木本類の混播量とし、草本は、生育の早いタイプ(W. L. G.)と遅いタイプ(O. R. F.)をそれぞれ組合せた。

2年目までにおける状況を表-4~7に示した。ニセアカシアの混播区では圃場における場合とほぼ同様の傾向がみられ、かなりの密度で成立することが認められた。草高の低い草種との混播では初期の成立が多いが、2年目には他の草種の区と同じような成立密度になった。しかし、アカマツ区では、初年目には草本のなかになんかなり残存したが、2年目には地上による

表—3 樹草の生育特性と組合せの試験

調 定 月		7 月										10 月							
調査区	調査項目	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H		
木 本 類	全 植 被 率 (%)	20	10	16	16	30	24	23	26	100	85	98	96	100	100	100	100		
	木 本 類 植 被 率 (%)	12	4	5	6	13	10	10	10	73	49	39	40	65	65	75	57		
	草 本 類 植 被 率 (%)	8	7	11	10	17	15	13	16	79	74	82	91	98	99	91	94		
木 本 類	ア カ マ ツ	2.1				1.7				1.3				3.4					
	ヤマハシノキ		0.2				0.5								0.9				
	ヒメヤシヤブシ			0.2				0.1				0.1				0.3			
	ニセアカシア				0.1				2.3				5.0				2.7		
	イタチハギ	9.3	3.7	5.3	5.7	12.7	10.3	18.3	8.7	73.0	49.0	38.7	35.3	63.7	64.3	74.7	55.0		
	ホワイタクロバ-	2.7	3.0	4.3	4.3					22.3	24.8	40.7	50.3						
草 本 類	クレーンボク	6.0	5.0	7.7	7.7					65.7	58.3	70.3	56.3						
	クンタッキ- 31. F					17.0	14.0	13.0	15.3					88.3	80.3	84.3	91.0		
	オオイタドリ					0.4	1.7	1.2	1.4					30.0	44.4	22.0	30.0		
木 本 類	ア カ マ ツ	54.3				63.3				27.0				34.3					
	ヤマハシノキ		19.7				35.3								18.0				
	ヒメヤシヤブシ			20.7				15.7				4.7				11.3			
	ニセアカシア				3.0				20.3				18.0				6.7		
草 本 類	イタチハギ	223.0	128.7	105.0	129.0	219.3	214.3	211.0	151.0	175.0	122.0	107.7	108.3	226.0	240.3	252.3	180.7		
	ホワイタクロバ-	81.0	61.0	91.3	92.3					793.3	834.7	1,046.0	1,219.0						
	クレーンボク	157.0	154.0	192.3	222.0					2,225.0	2,059.0	1,937.7	2,322.0						
	クンタッキ- 31. F					271.6	267.3	285.7	233.3							1,203.7	1,328.3		
オオイタドリ						21.3	47.7	35.7	39.3					15.7	31.7	28.0	29.0		

(注): 1) A) アカマツ, B) ヤマハシノキ, C) ヒメヤシヤブシ, D) ニセブカシヤの高木樹種にイタチハギ, ケンタッキ-31, フェスダ, ホオ  
イタドリを混播。  
E) アカマツ, B) ヤマハシノキ, C) ヒメヤシヤブシ, D) ニセブカシヤの高木樹種にイタチハギ, ホワイト・タロバー, クリーピング・  
レッド・フェスダを混播。  
2) 発芽率待数 3,000粒/m<sup>2</sup>, 木と草の混播割合 50%:50% 3) 東北支場管内



表-4 成立木本類の経年変化 (本/m<sup>2</sup>)

中川試験地

要因	経年次		4 5. 8 調査		4 5. 10 調査		4 6. 9 調査		4 7. 9 調査		
	草本	播種量 /m <sup>2</sup>	木本量 比率(%)	木本総数(本)	草の自然高 以上 (本)	木本総数(本)	草の自然高 以上 (本)	木本総数(本)	草の自然高 以上 (本)	木本総数(本)	草の自然高以上(本)
A	a	6,000	80	154	(・)	32	17	41	16	21	7 ( 3 )
			50	97	(・)	34	11	19	11	27	6 ( 3 )
		3,000	80	16	(・)	46	23	17	9	35	17 ( 9 )
			50	42	(・)	29	3	19	5	23	6 ( 4 )
		6,000	80	201	(・)	71	36	11	8	22	20 (18)
	50		118	(・)	62	21	15	6	13	8 ( 6 )	
	b	3,000	80	155	(・)	90	34	31	12	18	17 (11)
			50	78	(・)	56	22	6	4	18	6 ( 5 )
		6,000	80	546	(・)	38	( 6 )	30	( 2 )	24	4 ( ・ )
			50	210	(・)	30	( 3 )	8	( 0 )	20	7 ( ・ )
3,000		80	296	(・)	105	(21)	14	( 0 )	24	10 ( ・ )	
	50	221	(・)	52	( 6 )	11	( 0 )	11	11 ( ・ )		
B	6,000	80	756	(・)	101	(15)	13	( 1 )	24	9 ( ・ )	
		50	571	(・)	128	(30)	3	( 0 )	11	5 ( ・ )	
	3,000	80	336	(・)	67	(17)	15	( 0 )	10	5 ( ・ )	
		50	169	(・)	56	( 0 )	4	( 0 )	7	4 ( ・ )	

注1: A ..... 高木: ニセアカシヤ

B ..... 高木: アカマツ

a ..... 草本: ウイペング・ラブ・グラス, ススキ, ヨモギ

b ..... 草本: クリペング・レッド・フユスタ, ススキ, ヨモギ

注2: ( )は, A区はニセアカシヤの本数, B区はアカマツ5 cm以上の本数。

注3: 播種量は発生期待粒数。

表-5 木本類の成立と本数分布

(47年9月, 中川地区試験地)

要因	要因		生育高階別本数 (~cm, 本/m <sup>2</sup> )										
	草本	播種量 /m <sup>2</sup>	木本比率	~ 10	~ 30	~ 50	~ 70	~ 90	~ 110	~ 130	~ 150	~ 170	木本の総数
A	a	6,000	80	4	10	4	2	1					21
			50	7	14	3	2	1					27
		3,000	80	3	15	11	2	2	1	1			35
			50	4	13	4	1				1		23
	b	6,000	80		2	3	5	6	4		1	1	22
			50	1	4	2	1	2	1	1			13
		3,000	80		1	5	6	2	1	1		2	18
			50	6	6	2	2	2					18
	a	6,000	80	5	15	3	1						24
			50	5	8	5	2						20
		3,000	80	4	10	6			1	2	1		24
			50			5	1	2	1	1	1		11
B	a	6,000	80	5	10	6	2	1					24
			50	2	4	3	2						11
	b	3,000	80		5	4	1						10
			50	1	2	3	1						7

注: 要因区分は表-4と同じ。



表-6 被覆率の経年変化 (平均被覆率%)

(中川地区試験地)

要 因		4 5. 1.0 調 査			4 6. 9 調 査			4 7. 9 調 査				
木 本	草 本	播 種 量 / m <sup>2</sup>	木 本 比 率 %	全 植 被	木 本 植 被	草 本 植 被	全 植 被	木 本 植 被	草 本 植 被	全 植 被	木 本 植 被	草 本 植 被
A	a	6,000	80	100	6	100	63	43	30	77	62	30
			50	100	4	100	90	10	75	90	58	65
		3,000	80	92	8	91	95	10	90	95	43	65
			50	93	9	87	85	5	85	88	40	70
		6,000	80	100	35	95	100	85	100	90	100	100
			50	100	11	96	97	28	97	100	50	100
	b	3,000	80	92	18	76	97	60	97	77	97	
			50	98	13	10	100	30	100	100	68	100
		6,000	80	95	6	95	75	18	65	88	35	68
			50	98	5	98	90	5	90	95	15	95
		3,000	80	97	6	88	90	18	90	95	25	95
			50	99	11	93	80	12	80	88	47	78
B	a	6,000	80	94	11	92	97	8	93	100	18	97
			50	97	5	93	90	5	90	100	13	100
	3,000	80	100	5	100	100	10	100	100	23	100	
		50	100	5	100	100	5	100	100	30	100	

注：要因区分は表-4と同じ。

表-7 生育量の経年変化 (g/m<sup>2</sup>, 乾重)

(中川地区試験地)

要 因		45. 10 調査			46. 9 調査			47. 9 調査				
木本	草本	播種量 /㎡	木本 比率%	木本類	草本類	合計	木本類	草本類	合計	木本類	草本類	合計
A	a	6,000	80	8	565	573	45	122	167	168	98	266
			50		904	904	64	326	390	213	462	675
			80	2	504	506	62	421	483	117	360	477
		50	8	603	611	3	422	425	101	237	338	
		80	40	488	528	1,173	491	1,664	379	611	990	
		50	120	472	592	274	618	892	762	902	1,664	
	b	3,000	80	90	618	708	198	522	720	187	429	616
			50	128	909	1,037	216	627	843	566	576	1,142
			80	8	715	723	45	173	218	110	274	384
		50		792	792	11	682	693	96	515	611	
		80	16	1,051	1,067	27	616	643	61	557	618	
		50	32	656	688	50	934	984	152	376	528	
B	6,000	80	48	451	499	6	728	734	91	384	475	
		50	32	493	525	14	392	406	74	366	440	
		80	16	533	549	24	339	363	98	568	666	
	50		384	384	16	659	675	120	656	776		

注：要因区分は表-4と同じ。



影響とあわせてほとんど消滅し、散布方法にもあらたな検討がいるものと思われた。

現地試験 - (2) 青森県林局管内の散カ所の現地（おもに第3紀層頁岩・凝灰岩等）で行なった試験では、木本類のうち高木類はニセアカシア、ヤマハンノキ、アカマツ、ヒメヤシ、ブシとし、低木のイタチハギを従属させ、草本類はC. R. F., ホワイイトクローバー、オオイトドリなどとし混播方法は、木本類主体（80%）の混播、草本類主体（80%）および、小階段を補助工とした樹草区分散播（木本20%）として施工した。（表-8）。

表-8 現地混播試験

試験処理と調査区		岩手-赤川	平石-葛根田	平石-荒沢	北上-夏油 (崩落面)	北上-夏油 (崩積面)
測定項目						
全 植 被 率 (%)		67.3	30.0	90.7	93.	95.
木 本 類 植 被 率 (%)		14.7	76.7	33	55.7	69.
草 本 類 植 被 率 (%)		65.3	82.3	75.	58.3	48.3
種 類 別 植 被 率 (%)	ニセアカシア	13.1	80.0	13.4	35.5	54.3
	ダケカンバ	1.6				
	アカマツ	0.5				1.5
	ヒメヤシ					
	ヤマハンノキ			0.1	0.7	0.9
	イタチハギ		5.7	17.6	28.7	24.9
	その他非導入種	0.8	8.7	4.9		0.1
	ゲンタッキ-31F.	64.7	18.2			
	ス ス キ					
	オオイトドリ	3.3	5.1	1.5	2.9	3.9
成 立 本 数 (本/㎡)	木 本 類					
	ニセアカシア	36.3	5.8	2.3	8.5	13.8
	ダケカンバ	1.5				
	アカマツ	3.1		0.1		2.9
	ヒメヤシ					
	ヤマハンノキ			0.3	0.1	0.4
	イタチハギ		2.1	13.4	33.5	32.1
	その他非導入種	2.1	0.7	1.7	0.1	0.1
	草 本 類					
	ゲンタッキ-31F.	224.7	91.1			
(本/㎡)	ス ス キ					
	オオイトドリ	25.5	4.0	2.7	1.7	2.3
	クリベング・レッドフェスタ		294.5	543.3	406.0	401.3
	ホワイイト・クローバー			259.2	6.1	19.7
	その他非導入種	18.1	20.4	35.9	24.6	22.4

試験地の立地条件や、施工後の気象的な条件によって、緑化形成や木本植物の成立が影響されるが、高木類のなかではニセアカシアの成立が本数および成長ともすぐれ、2年目には2mも越す場合がみられた。このほかのヤマハンノキ、アカマツ、ヒメヤシ、ブシなどは、初年目には、点在して残存したが、2年目の秋季には、ほとんど成立がみられなかった。低木のイタチハギは、ニセアカシアの優勢なところでは、下層に被圧されて成立したが、ニセアカシアの欠ける部分では成育が旺盛なところが多い。播種方法別では木本を主体とした区では、成立本数が増加しているが、当年秋までに裸地が残る場合が多い。筋状小階段の補助工とともに区分播種した区では、木本類の成立は多いが、上部から流亡した種子が、下部筋工に混合される場合は、樹草の競合がはげしく、成立がよく制されることがうかがわれた。

現地試験 - (3) 暖帯少雨花崗岩地帯（広島県）の現地に小プロットで設定した試験結果について、概要をしめすと表-9のようである。

表-9 現地混播試験

試験区		混 合 割 合 (草 : 木)		
事 項		90 : 10	50 : 50	10 : 90
全 植 被 率 (%)		84.5	86.0	64.0
木 本 類 植 被 率 (%)		1.0	3.0	8.5
草 本 類 植 被 率 (%)		84.5	85.0	58.5
種 類 別 植 被 率 (%)	木 本 類			
	ヤシ	-	-	0.5
	メドハギ	-	-	0.5
	イタチハギ	-	-	-
	クロマツ	-	3.0	7.5
	草 本 類			
	K. 31. F.	-	-	-
	W. L. G.	84.5	85.0	59.0
	ヨモギ	3.5	5.0	0.2
	ス ス キ	-	-	-

木本植物の混播割合が10%以下では殆んど成立がみられなかったが、混播割合を増加し50%をいど以上になると成立がみられた。しかし、草本による植被形成が少なくなるにつれて表土の移動が起り、ひいては木本植物自体の成立条件が悪化することが推察された。樹種別



では、クロマツの成立が多く、他の樹種は著しく少数であった。

現地試験 - (4) 熊本営林局・出水営林署管内の現地(中生層)で、事業設計における播種内容にくみ入れ、木本類を混合して行なった結果をみると表-10のようである。

表-10 現地混播試験

事 項		試験区	試 験 区			
		1	2	3	4	
全 植 被 率 (%)			87.5	90.0	87.5	60.0
木 本 類 植 被 率 (%)			1.8	-	5.0	1.3
草 本 類 植 被 率 (%)			85.8	90.0	82.5	58.8
種 別 植 被 率 (%)	木 本 類	オオバヤシブシ	0.8	-	-	0.3
		ヤマハンノキ	-	-	3.8	-
		ヤマハギ	1.3	-	5.5	-
		エニシダ	-	-	-	-
		イタチハギ	-	-	-	2.5
	草 本 類	グンタッキ-31 F	-	-	-	-
		ウイピングラブグラス	52.5	76.3	73.8	51.3
		ホワイトクローバー	-	-	-	-
		ヨモギ	2.3	18.8	4.8	2.8
		イタドリ	-	-	-	-
		ススキ	0.8	13.8	7.3	4.0
備 考	播 種 量 粒/m <sup>2</sup>	17,000	17,000	17,000	17,000	
	混播割合(木:草%)	20:80	20:80	20:80	20:80	

これでは、単位面積あたりの播種量が多く、草本類が優占することは従来の施工例とあまり変わらないので、木本類の成立はきわめてむずかしいことがうかがわれた。すなわち、3カ月頃における木本類の成立は1%程度で、土じょう条件別では、地山部分の成立が多くみとめられた。1年3カ月頃の調査では各区にわずかに残存するのがみられるにすぎなく、土じょう条件別では、地山のほうが成立がよいようにみられた。しかし、残存したオオバヤシブシ、ヤマハンノキ、ヤマハギなどは葉色が健全で、成立は可能であるとおもわれた。

## 5. 樹草の種類別生育調整

競合する樹草のいずれか一方または両者について、初期の成長を促進するかまたは抑制するなどの方法によって、木本植物の成立をはかることができればきわめて好都合である。

ところで、根粒植物は荒廃地などに先駆進入するが、緑化用植物として活用されている木本類の多くも、これに属している。根粒植物の特性は、根粒が着生していれば、窒素が欠乏したやせたところでも、磷酸肥料を与えることによって十分旺盛な生育をすることである。荒廃地で下層の地盤が現われているところや、ロームその他火山性地盤では、土壌の磷酸吸収力が強いので、根粒植物の栄養生理上からも、土壌の化学性からみても、磷酸肥料の十分な供給が必要である。

根粒植物を実播によって導入することをねらいとし、磷酸吸収力の強い土壌によって、窒素と磷酸の施肥量をかえて生育状態を調査した例を図-5によってみると、磷酸量を多くした効果が予想以上に大きいことがわかる。ニセアカシア、ヤマハギなどのマメ科根粒植物の場合も、またヤシブシ類、ヤマハンノキなどの非マメ科根粒植物の場合も、やせ地では普通土壌における施肥量の数倍以上の施用によって、生育が促進されることに注目しなければならない。

これにもとづいて、初期成長がやや遅い生育タイプBの高木(オオバヤシブシ、ヤマハンノキ)と、中型イネ科で草高がやや低いタイプの草本(O. R. F.)との混播により、施肥成分量をかえて検討した現地における場合の木本植物の成立状況をみると表-11のようである。

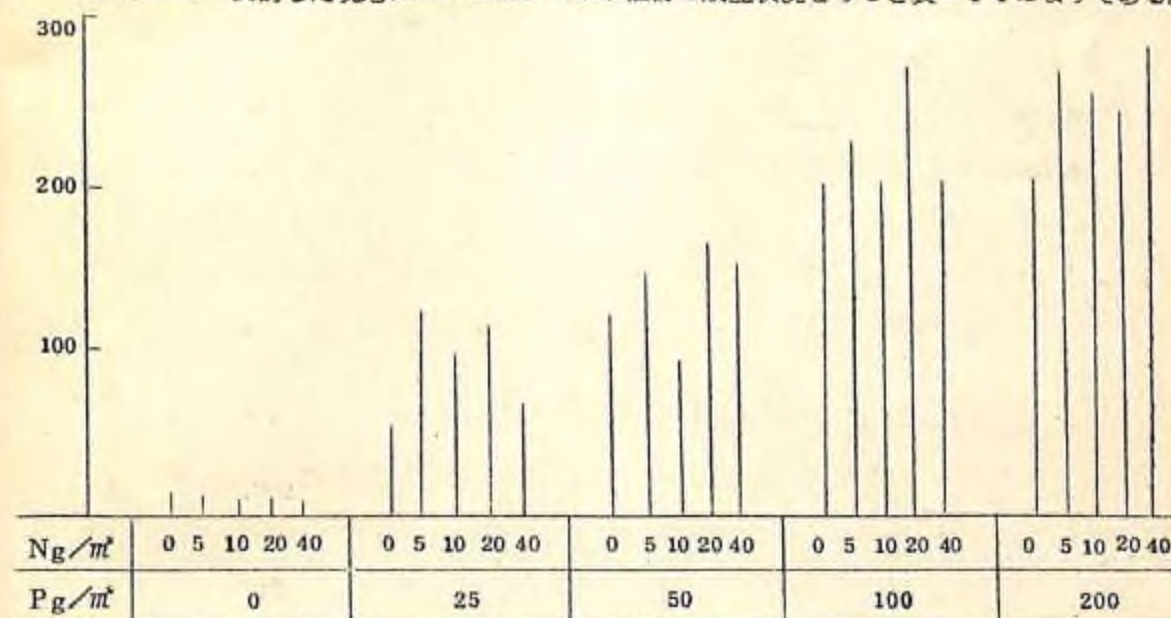


図-5 根粒樹木の播種における施肥効果  
(N-10g/m<sup>2</sup>, P-25g/m<sup>2</sup>に対する比。オオバヤシブシの苗高)



表-11. 施肥成分と木本植物の成立

(本/㎡)

施肥成分 g/㎡	高木類	混播割合 (木本類%)	施工当年		2年目
			2カ月	5カ月	
N=12 P=20	オオバヤシブシ	80	433本	2本	+本
		50	428	2	+
	ヤマハンノキ	80	180	+	+
		50	91	+	+
N=6 P=60	オオバヤシブシ	80	730	84	36
		50	595	78	28
	ヤマハンノキ	80	280	69	52
		50	155	31	20

なお、試験地は東京営林局奈野治山事業所管内におけるローム層の露出した崩壊斜面である。試験区間の施肥分量は、普通区では窒素12g/㎡、磷酸24g/㎡であるが、試験多肥区では窒素を6g/㎡に減らして草本の生育を抑制することをねらいとし、磷酸は60g/㎡(多肥による障害が少なく選効性の腐成腐肥を用いた)に増量した。

これによると、初期における両区の木本類はいずれもかなり密に発生しているが、普通区は草本の成長が早いこともあって、次第に木本類の成立は減少し、残存したものも侵食で草本のなかに被圧された。試験多肥区では窒素を少量にした影響もみられ、草本の生育量がかなり減退したが、木本類は枝葉の色も健全で、成長促進効果が明らかであった。当年の秋における両区間の成立個体数には顕著な差が生じ、試験多肥区では草の自然高ていどに生育して共生し、翌年以降の成長が可能であることがうかがわれた。

#### 6. 考察(混播内容改善の要点)

緑化工における木本植物の導入については、永続的緑化形成のためにも施工地の立地条件における郷土種的な適植物の選択がのぞまれる。しかし、実際の施工にあたっては、それらの種子を十分入手することができないことが多い。このため、未活用樹草の混播適性について一般的な類推をはかることも考慮し、今回の試験においては、従来の緑化用樹草について初期生育特性による類型区分を行なって検討した。

ところで、前述した今回の試験によるいくつかの例によって、混播内容を十分考慮すれば、最近の緑化資材や樹草による工法においても、かなり成立する木本類のあることが知られた。以下これまでに考察された、播種内容改善のための要点をまとめてみる。

1) 発芽勢がはやく、その後の伸長もはやいタイプのマメ科根粒樹木などは、外来緑化用草との混播でも、木本割合が20~30%前後以上の場合には十分成立するとおもわれた。とくに高木のニセアカシアのようなタイプはかなり容易に成立をはかることができる。低木でもヤマハギ、エニシダ、イタチハギなどもほぼ同様である。しかし、混播草種がイネ科タイプのもので、生育がとくに早く密生するもの(I. R. G.)や、遮光率がたかい茎葉をもつキタキリ科・タデ科などの草種では、競合の影響がつよいので、混播割合に注意する必要がある。

マメ科植物の種子は、硬実種子が多く含まれるので、そのままでは発芽がおそく不揃いになる。またイタチハギ、ヤマハギなどのようにサヤ付き種子は、表土が吸湿に不利な状態のときは一層発生が悪くなる。このため、播種前には、熱湯、温湯などによって発芽促進処理をすることが肝心である。これらの種子は、発芽促進処理後すぐ風乾すれば、その後もさらに長期間発芽は低下しない。

このほか、後述のように根粒植物は磷酸肥料をとくに多く施すことによって成立が促進される。

2) 初期成長がやや遅いオオバヤシブシ、ヤシブシ、ヤマハンノキなどの非マメ科根粒植物は、草高の低いタイプの草種との混播では成立が期待できる。また確実に成立をはかるためには後述のように磷酸肥料を活用し、木本と草本の成長をそれぞれ調整することがやはり欠かせない。草高の低いタイプとの混播では、木本割合が50%でいどの場合にはかなり密に成立するので、立地条件に応じてさらに少なく(20~30%)してもよいとおもわれる。なお施肥成分の選択的施用によれば、中型イネ科タイプの草種でも、葉身が細くて比較的遮光性の少ないW. L. G.や、種子がえられればカゼグサなどとの混播では、播種量の調整によって成立をはかることは困難ではないとおもわれる。

3) 播種量は、草本を主としたこれまでの場合は、一般に10,000粒/㎡程度以上用いられているが、木本植物成立のためにはさらに少ないほうが有利である。施工地の条件により発生率のよい場合には、5,000~3,000粒/㎡でも草生による緑被効果を保ちつつ、木本植物の成立がえられる。しかし土壌や傾斜などの立地条件がきびしい場合には、初期の保護効果を保つために、侵食防止剤その他によって、播種面の保護を確実にすることが必要である。最近はずぐれた緑化補助材が開発されつつあるので、播種量を少なくすることは可能である。



従来の治山緑化で行なわれていた斜面混播工の場合では、ワラ被覆工を併用するが、播種粒数をみると1,500~3,000粒/㎡前後であり、発芽率を考慮すれば1,000~2,000粒/㎡でいどの散布量であるとみられる。もちろん播種量は、土壌条件や、地形、標高、施工時期などによって配慮する必要があり、やせたところでは播種量をまし、木本の割合も多とする。

4) 木本植物の成立には、播種量とともに混播割合の影響が顕著である。生育の早いタイプの木本植物では、実播量が多い場合でも木本割合が30%前後以上ではよく成立するが、生育の遅いタイプの場合は、混播する草種によってこれより多くする必要がある。

5) 根粒植物では、その栄養生理の特性から、肥料成分の選択的多用によって、草本との競合を有利にし、成立を促進することができる。例えば土壌条件によるが、窒素成分は5~10g/㎡前後として(堆積土壌などでは少なくてもよい)、草本の生育を抑制し、磷酸成分は40~60g/㎡でいど施用して、根粒植物の成長を促進することである。ただし、肥料は土壌表面に種子とともに散布されるため、発芽と初期生育に影響のないものを用いる必要がある。このため、磷酸肥料は、化成肥料や過磷酸石灰などを10~20g/㎡として速効性をはかり、他の必要量は化成磷酸肥その他速効性のものを施用する。

6) 初期成長が遅いマツ類その他の木本では、播種量の多い面状混播によって早期に成立をはかることは、まだむずかしい。しかし、各地の施工跡地をみると、切土斜面などで、草本との競合がかなり緩和されるところでは、わずかの空間によって発芽し、数年後の斜面では草高以上に達したマツ類が、かなり成立し始める例が少なくない。したがって、さらに播種内容の調整や、侵食防止剤・被覆材の活用方法の検討が必要とおもわれる。また、混播草種は草高の低いものが適しているが、大型タイプのものでも、ススキ、トダシバなど比較的陽光を透過しやすく、冬期に枯れた茎葉による物理的な被圧の害が少ないものを活用することも考えられる。

7) この試験は機械力などによる一斉散布方法を前提としているが、法面に小階段をつけ、木本と草本の区分播き方法も試みた。他の処理区よりもいくらか良好な結果がみられるが、それほど顕著なものではなかった。これは施工後の豪雨などで、法面の草本種子が流亡し、筋に混合するためである。

#### 8) 緑化補助材の活用ならびに保育

混播によって木本植物の成立をはかるためには、木本類の割合を多くする必要があるが、必然的に草本の量は減少する。このため、施工初期の保全効果をたかめるため、侵食防止剤や混和材の効果的な活用や、緑化むしろその他の被覆材料などによる保護手段を適切に行なうことが必要となる。

また、施工後の緑化状況により適期に保育手入を行なえば、緑化の衰退を防ぎ、林叢形成の促進に効果が大きいことは、従来の施工でもよく知られている。面的混播における木本成立についても、このことは一そう大切である。

根粒植物に対する、施工時における肥料成分の選択的施用(磷酸多肥)の必要は前述したが、十分な基肥ができなかったときは、施工後の比較的初期のうちに追肥し、成立を促進することが考えられる。また、2~3年後においても、状況によって施肥を適期に施用することによって、木本植物の生育をはかることが考えられる。これらの保育手入については、何時どの程度実施するのが効果的であるかは、今後に残された検討課題である。なお、このほか草高以上に伸長した木本については、ウサギその他の獣害による影響も無視できないが、これに対しては積極的な成長促進によって成立をはかることが必要であろう。

## IV 今後の問題点

最近の緑化工における面状混播の場合の、木本植物成立促進に関して2、3の要点にもとづいて考察した。検討しえた試験例などはまだ短年の経過にすぎないので、さらに継続して十分検討する必要がある。なお、これまでに検討しえた混播要因の基礎的な要点にもとづけば、これまでの筋状、点状その他の混播の場合にも、一層生育促進をはかることができるとおもわれる。根粒植物に対する施肥の要点からは、草生緑化後の斜面における植栽においても、草本による影響を軽減して成長促進をはかることができよう。また、ヤマハギその他のほかの低木類は、荒廃地の緑化に限らず、林道法面をはじめとする人工的な開設法面への導入にも、そのまま活用できるものとおもわれる。

なお、現在までに検討しえたところは、播種当年の生育期間が十分ある適期施工による場合であり、また、土じょう、および気象的条件は、比較的良好な通常条件における試験設定の場合の成立状況であるので、播種期別ならびに、悪条件地別(瘠悪土じょう、少雨乾燥地、寒冷凍上地、高海拔地など)における成立方法や、未利用在来植物の活用方法等については、さらに検討を進める必要がある。このほか前述のように施工後における効果的な保育方法の検討も緊要である。