

六甲山系グリーンベルト整備事業における効果的な樹林整備手法の検討

国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所 光永健男、辻田英幸、山崎 卓也、田村仁志  
 兵庫県立大学 服部 保  
 株式会社KANSOテクノス ○藤井禎浩、山内昌之、梅迫泰年、吉岡憲成

1 はじめに

六甲山系グリーンベルト整備事業（以下、GB 整備事業）は、兵庫県神戸市須磨区鉢伏山から宝塚市岩倉山までの六甲山系の南側斜面（図1）を対象として、市街地に対し直接的に土砂災害の被害をおよぼす可能性のある斜面で積極的な整備を実施している。

整備は1998年（平成10年）から本格的に開始し、2001年から整備後のモニタリング調査を実施しており、ネザサ刈り取り時の誤伐やネザサによる被圧に起因する植栽木（苗木、H:1m内外）の生育阻害が確認されている<sup>1)</sup>。このような状況を解決するため、2011年度以降試験施工を実施し、苗木の効率的な植栽方法として寄せ植え工法の検討やコナラの苗木サイズによる生長量の違いをモニタリング調査してきた。

本研究は、2016年度整備から実施している3本寄せ植え工法の誤伐対策としての効果の検証と、有効な誤伐対策の検討を行った。

2 試験結果

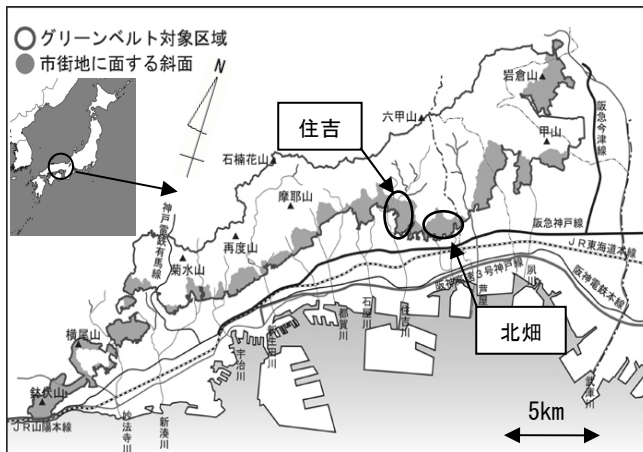


図1 調査地（グリーンベルト対象区域）

2.1 植栽方法の違いによる植栽木の生育状況

2.1.1 植栽方法の違いによる活着率の経年変化

GB 整備事業では、整備を開始した当初は2m間隔で植栽していた。その後、誤伐対策として植栽間隔を3.5mに広げた3本寄せ植え工法を導入している。また、物理的な誤伐対策としてツリーシェルターを活用した事例も一部導入している。

そこで、①従来の植栽工法（対策無し）、②3本寄せ植え工法、③ツリーシェルター工法の3タイプの植栽木の活着率を比較した。植栽方法の違いによる活着率の経年変化を図2に示す。

図2を見ると、ツリーシェルター工法は、整備後5年目の活着率が80%以上であり、非常に高い値を示している。誤伐対策として導入した3本寄せ植え工法は整備後5年目の活着率が60%であり、

ツリーシェルター工法より低いものの、対策無しの場合と比較すると整備後5年目の活着率は30%程度高く、誤伐対策としての効果が確認された。

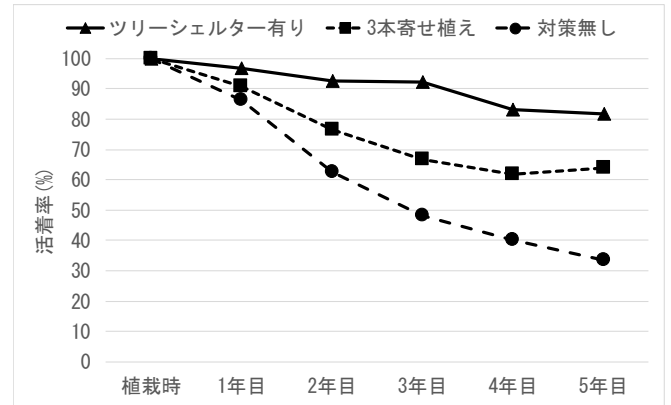


図2 植栽方法の違いによる活着率の経年変化

2.1.2 3本寄せ植え工法の特徴

3本寄せ植え工法は、従来の植栽方法と植栽本数を変えず植栽間隔を広げることで、誤伐対策を実施している。従来工法と3本寄せ植え工法の植栽パターンを図3に示す。

3本寄せ植え工法は誤伐対策のため植栽間隔が広がるように設定した。従来工法では100箇所/400㎡（植栽木100本）植栽していたが、3本寄せ植え工法は33箇所/400㎡（植栽木99本）植栽している。

3本寄せ植え工法の植栽箇所数は、六甲山系の典型的なコナラアベマキ群集の立木密度（5本/100㎡）を参考に、誤伐や自然枯死で植栽木が減少することを想定して7~8本/100㎡に設定した。

つまり、100㎡で7~8箇所に3本寄せ植え工法を実施する事で、一般的なコナラアベマキ群集と同様の立木密度を維持することを目標とした。

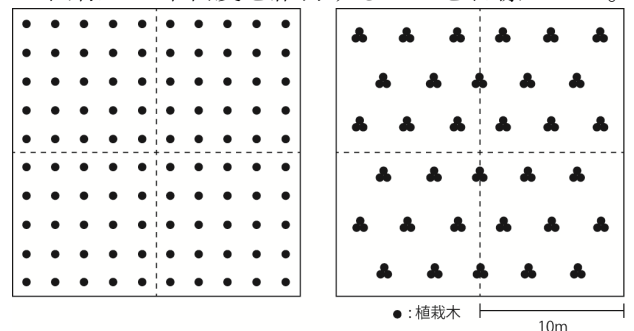


図3 従来工法(左)と3本寄せ植え工法(右)の植栽パターン

2.1.3 早期樹冠閉鎖に対する効果

3本寄せ植え工法は従来工法と比較して植栽間隔を広く設定したことから、誤伐対策としての効果が期待された。さらに、3本の内、2本が誤伐されたとしても、1本が生長することで典型的なコ

ナラーアベマキ群集の立木密度を確保することが可能になると考えられた。

一方で、植栽間隔が広いことから、植栽木が生長し樹冠閉鎖するまでには7~8年程度必要になると考えられ、ネザサが繁茂する状況が予測された。ネザサが林床に繁茂することで、実生由来の植物の侵入が阻害され、植栽木のみが成育する種多様性の低い樹林が形成されることとなる。

### 3. 考察

#### 3.1.1 3本寄せ植え工法の効果

3本寄せ植え工法施工箇所における植栽木の生育箇所数の経年変化を図5に示す。試験区は平成28年に北畑地区及び住吉地区に設置した。

図4を見ると、施工当初34箇所(モニタリング対象100本=3本×33箇所+1本)だった植栽箇所の内、25箇所以上残存しており、34箇所すべて残存している試験区も確認された。

植栽木の活着率と植栽箇所数を比較すると、誤伐率は50%を下回ったものの、植栽箇所数が70%以上に維持されており、3本寄せ植え工法の有効性が確認された。

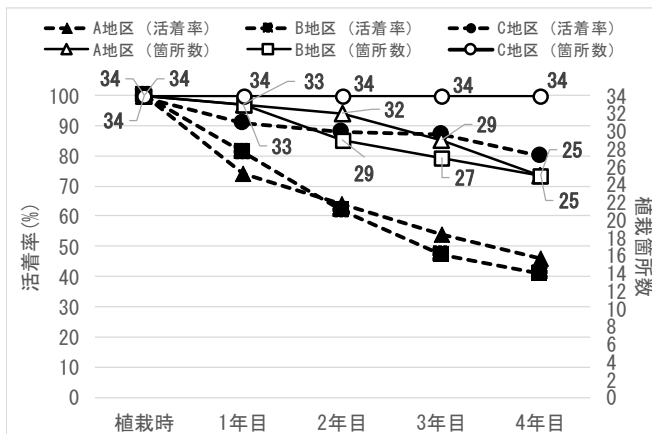


図4 植栽木の活着率と植栽箇所数

#### 3.1.2 3本寄せ植え工法の課題

3本寄せ植え工法は従来工法と比較して活着率が改善し、植栽箇所数も活着率以上に多くの地点で植栽木が残存している。このため、植栽木は順調に生育すると考えられる。しかし、立木密度は従来工法と比較すると8箇所/100㎡と少ないため、早期樹林化を目指す場合は誤伐による植栽箇所数の減少を抑制する必要がある。

#### 3.1.3 早期樹林化を目指した植栽工法

GB整備事業では、整備後にネザサが繁茂し、実生由来の木本植物の侵入を阻害している。植栽木によって早期樹冠閉鎖することにより、樹林内の照度が低下し、ネザサが繁茂する状況を軽減することが期待される。早期樹林化による樹冠閉鎖はネザサの抑制につながり、このことは、実生由来の植物の侵入が期待される。その結果、階層構造を持つ土砂災害防止機能の高い樹林の成立へとつながる。

#### ① 誤伐対策と立木密度の確保

誤伐対策として導入した3本寄せ植え工法は、誤伐対策としての効果は確認されたものの、立木密度が従来工法より低い点が課題である。

一方、ツリーシェルターは図2に示すとおり、

誤伐対策として高い効果が確認されている。従来工法でツリーシェルターを設置することで早期樹林化が期待できる。

#### ② 費用対効果の算出

ツリーシェルターは約1,000円/本のコストが必要となるため、2,500本/haで整備費が約250~300万円高くなり、この点がGB整備事業で全面的に導入されていない理由である。

そこで、3本寄せ植え工法とツリーシェルター工法について、整備後10年目の費用対効果について比較した。費用対効果の算出に使用した整備単価を表1に、整備後10年間の整備費を表2に示す。費用対効果の算出には整備後10年目に同じ活着率を維持する事を条件としたため、3本寄せ植え工法では誤伐等で減少した植栽木を整備後5年目に追加植栽によって活着率を維持することとした。

表1 費用対効果算出に使用した単価表

項目	備考	直接工事費単価(万円)	単位
下草刈り(年2回実施)	2回(春季:16.8、秋季:15.4)、萌芽対策含む	32	ha/年
新植	2,500本/ha 植栽(ツリーシェルター設置)	844	ha
新植	2,500本/ha 植栽(ツリーシェルター無し)	554	ha
追加植栽(10年目)	1,000本/ha 植栽(ツリーシェルター無し)	221	ha
地植え	整備に伴う伐採、下草刈り、伐木整理	45	ha

表2 整備後10年間の整備費

ツリーシェルター有り										*単位は万円
項目	単価(万円/ha・年)	整備年	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	10年目	計	
地植え	45	○								
新植・補植	844	○								
下草刈り	32		○	○	○	○	○			
直接工事費計		889	32	32	32	32	32	追加整備無し	1,050	
ツリーシェルター無し										
項目	単価(万円/ha・年)	整備年	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	計		
地植え	45	○								
新植・補植	554	○								
追加植栽1000本	221									
下草刈り	32		○	○	○	○	○			
直接工事費計		599	32	32	32	32	32			
項目	単価(万円/ha・年)	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	計			
地植え	45									
新植・補植	554									
追加植栽1000本	221	○								
下草刈り	32	○	○	○	○	○				
直接工事費計		254	32	32	32	32	1,142			

#### ③ 費用対効果の検証結果

表2を見ると、整備年の整備費はツリーシェルター有りの方が約300万円高くなる。しかし、整備後10年間で必要となる整備費は、ツリーシェルター無しの方が約100万円高くなる。

樹林化については、ツリーシェルター有りの場合、植栽木の70%程度が活着し、樹高8~10mの密生した低木林が形成されていると考えられる。一方、ツリーシェルター無しでは、初年度に植栽した個体は樹高8~10mに生長しているものの、追加植栽した個体は3~4mであり、密生した低木林の形成に至っていないと考えられる。

以上の結果から、ツリーシェルター工法は、早期樹林化を目指した植栽工法として費用対効果が高く、今後GB整備事業でも本格導入を検討する事が望ましい。

1) 木下篤彦, 岡本敦, 藤井禎浩, 梅迫泰年, 山内昌之:六甲山系グリーンベルト整備事業における植生調査-効果的な樹林整備を目指して-, 砂防学会誌, Vol. 64 No. 3, p. 68-74, 2011.9