

# 造林コスト低減に向けた超緩効性肥料の活用効果について

中部森林管理局 木曾森林管理署 一般職員 ○八木 雅子  
日本林業肥料株式会社 ○工藤 友裕

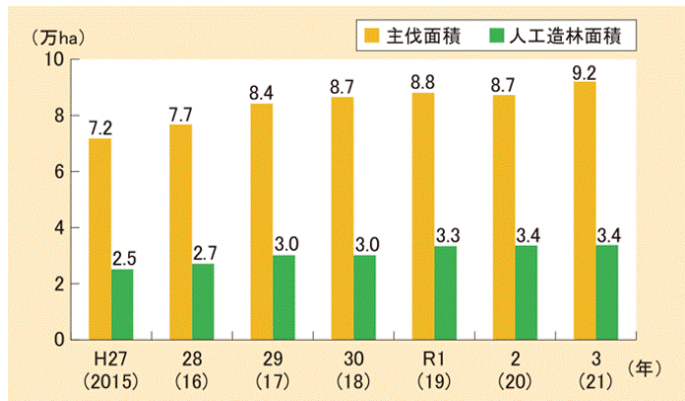
## 要旨

近年の課題である造林コストの低減に向けて、各所で様々な取組が積極的に進められています。今回、肥効期間が2年～2年半の超緩効性肥料\*1であるマウントキングSの施肥をヒノキ造林地にて行いました。施肥コストと計5回（約4年分）の成長量の調査結果を元に、下刈省略の可能性と獣害の被害軽減効果について考察しました。

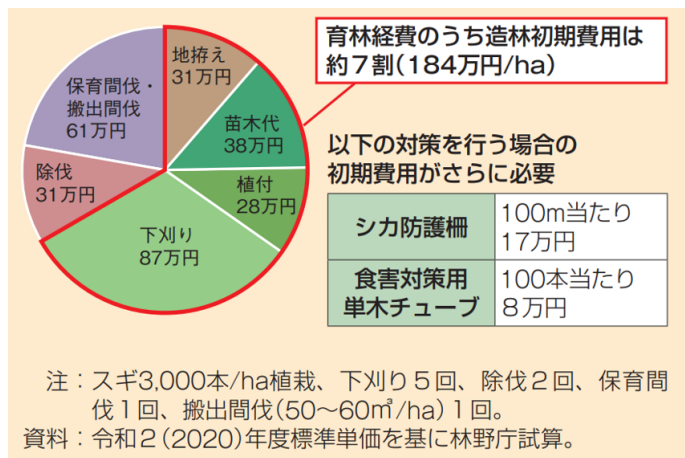
## はじめに

現在、主伐面積に対する人工造林（再造林）面積の割合は低く、おおむね3～4割程度で推移しています（図1）。再造林が進まない主な原因として、木材価格の低迷と、造林費用の負担が大きいことが挙げられますが、木材価格については今後大幅に上昇する見込みが薄い状況です。そのため、林業の経営収支を改善するには造林コストの低減が求められます。

主伐後の再造林にかかる経費のうち、初期費用が約7割程度となっています（図2）。中でも下刈コストはその約半分を占めるため、各所で削減の方法が模索されています。また、近年はシカやウサギ等による獣害被害も増加しており、シカ防護柵や単木保護ネットの設置といった獣害対策にかかる費用も別途加算されます。被害の程度によっては補植が必要となる場合もあります。このため、各所で獣害を低減させる方法が模索されています。



（図1：主伐面積と人工造林面積の推移）[1]



（図2：主伐後の再造林に係る経費）[2]

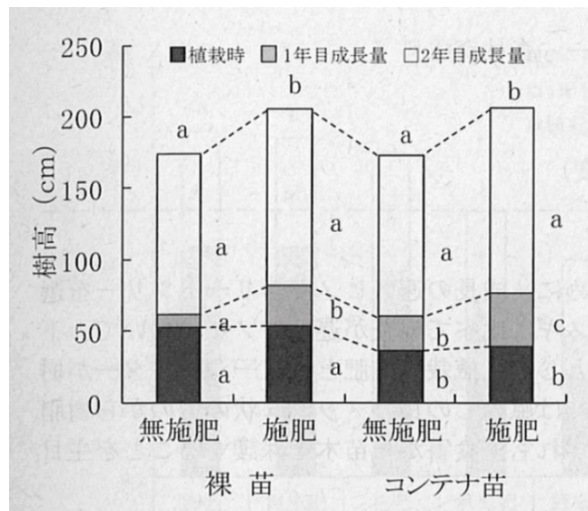
## 1 課題の背景

### (1) 下刈コスト低減のためのアプローチ

下刈コストを下げるために現在挙げられている方法は、「エリートツリー等の活用」、「下刈頻度の低減」、「大苗の活用」、「緩効性肥料の活用」などがあります。「エリートツリー等の活用」は、初期成長に優れた次世代精英樹（エリートツリー）や早生樹\*2を活用し下刈期間を短縮する方法、「下刈頻度の低減」は、下刈作業の隔年化や早期切上げ等でコストを削減する方法、「大苗の活用」は通常より樹高が高い苗木を植えて下刈期間を短縮する方法です。このうち「緩効性肥料の活用」は、植栽直後の樹木の初期成長を促進し下刈期間を短縮する方法です。今回私たちは、肥効期間のより長い「超緩効性肥料」であるマウントキングSを植栽直後の樹木に用いて、下刈省略の可能性と獣害の被害軽減効果について考察しました。

## (2) 先行研究について

緩効性肥料の先行研究は、静岡県農林技術研究所で平成27年から平成28年の間に実施されております（近藤ら2017）[3]。この研究で用いられた肥料はハイコントロール650の360日タイプで、薄いプラスチックの膜で肥料を覆った緩効性肥料です。樹種はスギの裸苗、コンテナ苗を使用しており、植栽直後の苗木に施肥し、1成長期（植栽して1年目の春～夏）と2成長期（植栽して2年目の春～夏）の樹高成長量を調査しています（図3）。裸苗もコンテナ苗も、1成長期の成長量は有意に促進されましたが、2成長期の成長量に差はありませんでした。また、調査結果を見ると、1成長期に比べ2成長期は樹高成長量が大きいことが分かります。このため、2成長期まで肥効効果のある緩効性肥料を使えばより成長が期待できると推測しました。



(図3：樹高成長量の調査結果) [3]

今回は、令和5年度中部森林技術交流発表会で発表された、「造林コスト低減のための超緩効性肥料の活用」(2024 内田、工藤) [4]の続報であり、2成長期以降の成長量の調査データを新たに加えて、考察を行いました。さらに超緩効性肥料の施肥にかかるコストの試算も行い、下刈や獣害対策コストとの比較検証も行いました。

## 2 方法

### (1) 試験地

木曾森林管理署管内である長野県木曾郡上松町あげまつまち おがわいりの小川入国有林223い林小班において試験を実施しました（図4）。平均気温は約10℃、年降水量は約2,000mm、標高は約1,200mです。北斜面の地形で、平均傾斜角は28.3度、土壌型はB<sub>E</sub>：弱湿性褐色森林土（一部B<sub>D</sub>：適潤性褐色森林土の可能性あり）となっています。現地の下層植生は120cm程度の丈のササが大半を占めており、その合間から樹高2～5m程度のマルバノキ等の雑木がまばらに生えています。

この小班での施業履歴は、2022年に地拵・植付・忌避剤の散布を行い、2023年は忌避剤と除草剤の散布、2024年と2025年は忌避剤の散布のみを行いました（図5）。除草剤はササを中心とした下層植生の抑制を目的として散布を行い、2025年5月・11月の調査時点ではササの7割程度が立ち枯れている状況でした。



(図4：試験地位置図)

実施年度	作業内容	実施面積 (ha)	備考
R4	新植地拵	2.53	
	新植植付	2.53	ヒノキコンテナ苗 4,050本 (春植)
	忌避剤散布	2.53	カジランS (春8ℓ・秋8ℓ)
R5	薬剤散布	1.52	テトラピオン粒剤 80kg
	忌避剤散布	2.53	カジランS (春4ℓ・秋4ℓ)
R6	忌避剤散布	2.53	ジラム水和剤 (春16ℓ・秋27ℓ)
R7	忌避剤散布	2.53	ジラム水和剤 (秋27ℓ)

(図5：施業履歴)

## (2) 試験概要

2022年5月にヒノキのコンテナ苗を植栽した後、プロットを2つ（施肥区、無施肥区）設定しました。施肥区内にあるヒノキ苗約100本に対して、2022年6月に地表株元に局所施肥を行いました（写真1）。造林地全体にばらまくような施肥だと、苗木以外の草木の成長も促進される恐れがあることから局所施肥を採用しました。樹高と根本径を2022年6月、2023年4月、2023年11月、2024年12月、2025年11月の計5回、各プロット30個体ずつ測定しました。2023年11月までの成長については、令和5年度中部森林技術交流発表会にて発表しました[5]。

一般的に、植物に多量の施肥を行うと徒長して軟弱になることが知られています。今回は植栽木が徒長しない適切な施肥量であるか確認するため、形状比（比較苗高）<sup>\*3</sup>の算出も行いました。なお、本試験では樹高を根本径で除した値を形状比としています。



(写真1：株元への施肥の様子)

## (3) 使用材料

今回使用したのは「マウントキングS」という超緩効性肥料です（写真2）。通常の肥料よりも圧倒的に粒が大きく、桃の種程度の大きさです。肥効期間は2年～2年半で、「まるやま1号」や「まるやま3号」といった従来の緩効性肥料と比較しても肥料の効果が長く続くのが特徴です。保証成分はN12%、P6%、K6%、Mg2%で、製品重量は1個あたり約15gで、今回の試験では苗木1本に対し肥料10個（1本あたり約150g）を施肥しました。



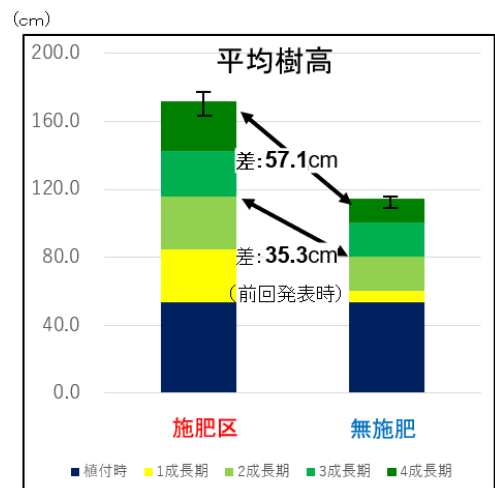
(写真2：超緩効性肥料（マウントキングS）)

## 3 結果

### (1) 調査結果（樹高）

植付直後の平均樹高は53.7cmで、2025年11月に調査を行った際の平均樹高は施肥区では171.8cm、無施肥区では114.7cmでした（図6）。施肥により明らかに樹高成長が促進されたので、下刈省略や獣害の被害軽減効果の可能性が示唆されました。

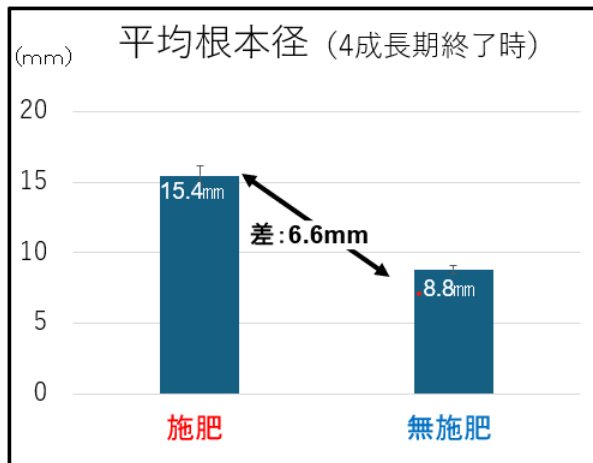
また、第2成長期終了時点での施肥区・無施肥区の樹高差は35.3cmであったのに対し、4成長期終了時点での施肥区・無施肥区の樹高差は57.1cmでした。2成長期終了時点以降も、さらに成長の差が広がり続ける結果となりました。



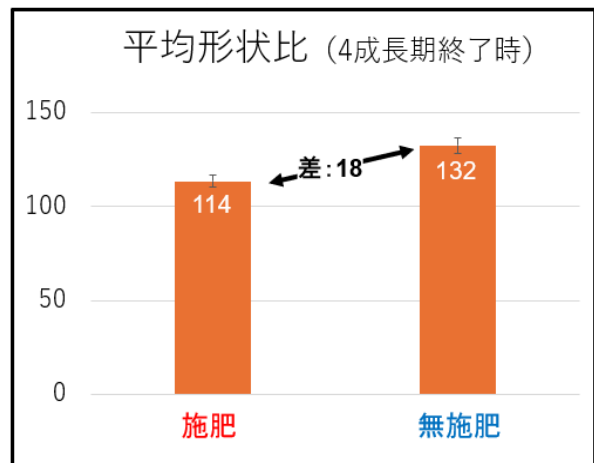
(図6：平均樹高の結果)

### (2) 調査結果（根本径・形状比）

第4成長期終了時点の平均根本径は、施肥区は15.4mm、無施肥区は8.8mmとなり（図7）、施肥区の平均根本径の方が6.6mm太くなりました。根本が太くなったので、ウサギやネズミ等の小動物による獣害は低減できると考えられます。算出した平均形状比（図8）は、施肥区は114、無施肥区は132となり、施肥をしても徒長することなく形状比が低下し、気象害の影響を受けにくいがっしりした木に成長したことが分かります。



(図7：平均根本径の結果)



(図8：平均形状比の結果)

### (3) コスト試算

今回とは別の試験地である、駒ヶ岳<sup>こまがたけ</sup>国有林312ぬ林小班の植栽実施箇所にて施肥を行い、コストを試算しました。この小班の平均傾斜角は27.9度、土壌型はB<sub>0</sub>：適潤性褐色森林土、南斜面の地形で、令和6年度にカラマツ中苗を2,500本/ha植えました。作業は2人で行い、苗木1本に対して8個ずつ地表株元へ局所施肥をしました。結果は、3時間で合計989本の施肥が完了し、これをhaあたりの人工に換算すると1.90人・日/haになります。

日本林業肥料株式会社<sup>ニッポン</sup>の多岐にわたる試験の結果、針葉樹は6個、広葉樹は10個が現在の施肥の目安量となります。そのため、苗木1本あたり肥料6個の施肥を行った場合でコスト試算をすると、1.43人・日/haという結果となります。さらに、肥料を植栽箇所へ運搬するために複数回往復するコストも加味するとおおよそ2.0人・日/haとなると考えられます。

## 4 考察

### (1) 成長について

今回、平均樹高は肥効期間が終了した2成長期以降も広がり続ける結果となりました。上記したように本試験地では、除草剤散布を植栽2年後に行いましたが下刈は一度も実施しておらず、ササや雑木が密生した状態です。このことから、施肥区の苗は草木の影でも成長が止まることなく無施肥区との樹高差を広げ続け、さらに植栽約2年後に茎頂が草丈120cmを越え光環境が改善されたことで、2成長期以降の樹高差がより顕著になったことが推測されます。

### (2) コストについて

2,500本/ha植付の際の、肥料代と施肥にかかる人件費については以下の通りです。

- 肥料代  $5.8\text{円/個} \times 6\text{個} \times 2,500\text{本/ha} = 87,000\text{円/ha}$
- 人件費  $2.0\text{人}\cdot\text{日/ha} \times 24,100\text{円/人}\cdot\text{日} = 48,200\text{円/ha}$   
(コスト試算で算出した人工) (労賃単価 (令和8年2月現在))

施肥コストは、材料費と人件費の合計です。

- 施肥コスト  $87,000\text{円/ha} + 48,200\text{円/ha} = 135,200\text{円/ha}$

これに対し、下刈コストは約17万4千円/ha・回です。また、忌避剤コストは1年に2回散布することを想定すると、約14万3千円/ha・年です。つまり、施肥によって下刈1回が削減できたり、忌避剤散布を1年分(2回)削減したりすることができれば、造林コスト全体を低減させることができます。

### (3) 施肥に伴う土壌汚染リスクについて

緩効性肥料の施肥に伴い、マイクロプラスチックや硝酸態窒素\*4による土壌・地下水汚染のリスクが懸念されます。

マイクロプラスチックのリスクについては、本製品はノンコーティング（プラスチック不使用）の緩効性肥料なので問題ありません。

硝酸態窒素のリスクについては、本製品で林地に施肥される窒素施肥量は一般農地の施肥量と比較して非常に少なく、かつ2年以上かけて溶出するため、問題ないと考えられます。本製品を2,500本/ha植付の林地に苗木1本あたり6個施肥した場合、窒素施肥量は27kg/haです。一方で一般農地の窒素施肥量は、水稲78kg/ha、果樹144kg/ha、野菜220kg/haと推定されています[5]。

### おわりに

今回の施肥試験を通じて、施肥区の樹高成長量は無施肥区よりも圧倒的に大きくなり、下刈削減に大きく貢献できる可能性が示されました。さらに、超緩効性肥料マウントキングSの施肥は、植栽木の株元への施肥なのでコンテナ苗だけでなくどんな苗木形態に対しても実施可能であること、重機を導入する等のインシヤルコストが不要で下刈1回分よりコストがかからないことがメリットです。

試験地とした小川入国有林223い林小班の施肥区・無施肥区の土壌型は、弱湿性褐色森林土あるいは適潤性褐色森林土で、いずれも肥沃な土壌といえます。肥沃な土壌ほど、相対的に施肥の効果が出にくいことも先行研究[6]より示されています。今後はポドゾルのような栄養分が乏しい土壌にて施肥試験を行い、そのような場所でこそ施肥の効果が大きく発揮されることを示していきたいと考えています。

スギやカラマツに対しても、他の試験地で同様に施肥試験を実施しており、2成長期終了時点では樹高・根本径ともに比較的良好に成長しています。こちらについても試験を継続し、どの樹種でも長期にわたって成長が促進されることを示していきます。

シカやウサギ等の食害が深刻な箇所については、施肥のみでは完全に防除することが難しいと考えられるので土壌、食害状況、植生といった現地の状況に合わせて、施業の組合せを検討していきます。

本研究は日本林業肥料株式会社との共同研究です。これまで一連の研究にご協力いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

### 参考文献等一覧

- [1] 林野庁 令和5年度 森林・林業白書（資料I-10 主伐面積と人工造林面積の推移 p.46）（2026年2月17日閲覧）<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r5hakusyo/attach/pdf/zenbun-38.pdf> [引用]
- [2] 林野庁 令和2年度 森林・林業白書（資料特1-26 再造林費用の現状 p.31）（2026年2月17日閲覧）<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/R2hakusyo/attach/pdf/zenbun-64.pdf> [引用]
- [3] 近藤ら（2017）植栽時施肥がスギコンテナ苗の成長に及ぼす影響（静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 平成28年度静岡県農林技術研究所成績概要集（森林・林業編）） [引用]
- [4] 内田ら（2024）造林コスト低減のための超緩効性肥料の活用（令和5年度中部森林技術交流発表集：p.7-13） [引用]
- [5] 西尾道徳（2002）日本における化学肥料消費の動向と問題点（日本土壌肥科学雑誌 73(2)：p.219-225.） [参考]
- [6] 渡邊ら（2012）スギの初期成長に及ぼす立地と施肥の影響, および省力造林の可能性（岐阜県森林研究所研究報告, 41） [参考]

- [7] 渡邊ら (2017) ヒノキにおける実生裸苗と緩効性肥料を用いて育成した実生コンテナ苗の初期成長 (日本森林学会誌 99.4 : p. 145-149) [参考]
- [8] 優れたヒノキコンテナ苗の作り方と植栽時の留意点 (岐阜県森林研究所 2019年12月) [参考]
- [9] 下刈り作業省力化の手引き (林野庁 令和5年3月) [参考]
- [10] コンテナ苗の大苗化の手引き (林野庁 令和4年3月) [参考]
- [11] エリートツリーの開発・普及 (森林総合研究所林木育種センター) (閲覧日: 2026年2月17日)  
[https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/sousei\\_ju2019-7.pdf](https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/sousei_ju2019-7.pdf) [参考]
- [12] 林野庁 森林整備保全事業標準歩掛 (参考資料) (5-1-12 (参考歩掛) 獣害対策 p. 729) (2026年2月17日  
閲覧) [https://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/gi\\_jutu/attach/pdf/bugakarisan kou-75.pdf](https://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/gi_jutu/attach/pdf/bugakarisan kou-75.pdf) [参考]

---

\*1 超緩効性肥料: 緩効性肥料 (溶出期間は1年以下) よりもさらに溶出期間の長い肥料。

\*2 早生樹: 成長が早い樹種。特に利用価値が高いとされる有用樹種として、国内ではコウヨウザンやセンダンが代表的。

\*3 形状比: 通常は樹高を胸高直径で除した値のことで、樹高成長に対する胸高直径の太さ (形状比の低さ) で風雪等への耐性を評価できる。ここでは苗木を評価するため、苗高を根本直径で除した値である「比較苗高」を指して形状比とする。

\*4 硝酸態窒素: 土壌中に存在する無機窒素の形態のひとつ (ほかアンモニア態窒素等) で、硝酸性窒素とも。水に溶けやすく、農作物等への過剰な窒素肥料の施肥により地下水を汚染する場合があります、水質汚濁防止法の有害物質に指定されている。人間を含む動物が多量に摂取することでメトヘモグロビン血症 (酸素欠乏の症状) などの健康被害を引き起こす可能性がある。