

## 資料

# ヒノキコンテナ苗の育成における施肥条件の違いが 苗伸長量に及ぼす影響

茂木靖和・渡邊仁志・上辻久敏・古川敦洋\*・中嶋守\*\*

キーワード：ヒノキ，コンテナ苗，施肥，苗伸長量

## I はじめに

近年、低コスト造林を目的としてマルチキャビティコンテナで育成したコンテナ苗（以下、コンテナ苗とする）の利用が検討されている（遠藤、2007）。この苗は、植栽効率、活着、初期成長において優れているが、苗畑で育成した従来の苗（以下、従来苗とする）より単価が高いといわれている（岩井ら、2012；中村、2012）。したがって、コンテナ苗の実用化には、苗生産と植栽および初期保育のトータルコストが従来苗を用いた場合より低いことが求められる。これらのうち植栽および初期保育については、スギを中心に植栽功程や苗の成長と下刈り省略などに関する実態調査が行われ（岩井ら、2012；中村、2012），コスト削減の検討が進められている（今富、2011；中村、2012）が、苗生産についてはこれらに関する報告が少ない。

これまで、苗畑における従来苗の生産では、形質の向上や生産の効率化のために、施肥条件の検討が行われた（塘、1962；千木、1989）。また、コンテナ苗と同様に培地付きで植栽するポット苗の試験では、培地に畑土を用いた2年生ヒノキ苗で実施した時に、無施肥のポット苗や従来苗より施肥したポット苗の方が育苗時に加え、植栽1年後の伸長成長が大きかったことが報告されており（山本、1999），培地付きの苗では、苗伸長に対する施肥の影響が従来苗より長期間に及ぶと考えられる。しかも、コンテナ苗では、肥料の成分をほとんど含まないココナツハスクやピートモスなどの有機質資材を基材に用いる（遠藤・山田、2009）ことから、苗畑などの生産以上に施肥が重要になると思われる。しかし、コンテナ苗の育苗マニュアル（遠藤・山田、2009；以下、マニュアルとする）では標準的な施肥方法の記述はあるものの、規格苗の生産に影響する施肥条件と苗伸長との関係についてはふれられていない。

また、これまでにコンテナ苗の施肥条件を詳細に検討した報告事例はみあたらない。

そこで、本報告では、コンテナ苗のコスト削減や育苗技術向上に繋がる知見を得るために基礎資料を蓄積する目的で、施肥条件が異なる培地のコンテナに1年生ヒノキ実生苗を移植する試験を実施して、施肥条件がヒノキコンテナ苗の伸長量に及ぼす影響を検討した。

## II 試験方法

### 1. 供試材料（移植に用いた苗）

供試材料は、岐阜県白鳥林木育種事業地（岐阜県郡上市白鳥町中津屋）の採種園で採取された岐阜県産ヒノキ精英樹の種子を、岐阜県山林種苗協同組合に所属する組合員が苗畑（岐阜県加茂郡富加町）で1年間育苗した苗長10～15cm程度の実生苗である。苗畑では、元肥としてN14-P14-K14（グリーンランドオール14号、住商アグリビジネス（株）製）60g/m<sup>2</sup>とP18-K2-Mg1（くろがねりん肥18号、三菱商事アグリサービス（株）製）40g/m<sup>2</sup>が施用された。

### 2. 移植と育成管理

2012年5月14日に実生苗をマルチキャビティコンテナ（24孔/コンテナ、300cc/孔、孔サイズ：上径56mm・下径43mm・有効深140mm）の各孔に1本移植した。一つのコンテナには、同一条件の培地を約9L充填した。

移植後のコンテナは、白鳥林木育種事業地内のミスト室の架台上に設置し、通常の灌水（培土の表面が乾き始めた時期にミストで約19分間散水）により管理した。

### 3. 培地と施肥条件

培地は、ココナツハスク（トップココピートオールド、株トップ製）7L、糞殻3L、燻炭0.3Lに、肥料（元肥）

\*岐阜県森林整備課、\*\*岐阜県白鳥林木育種事業地  
本試験の一部は第1回森林遺伝育種学会大会で発表した。

を加え、これらを混合したもので、この時の培地の量は約10Lである。肥料を除くこれらの配合比はマニュアル（遠藤・山田, 2009）に示されたヒノキ、マツに適する標準培地（Tsukuba02）に相当する。元肥には溶出日数や成分の異なる粒径2.4～4.2mmの緩効性肥料を用い、異なる条件ごとに試験区を設定した。また、各試験の対照区として無施肥区を設け、その標記を①区とした（表-1）。各試験区とも1コンテナ（苗数24）で実施し、反復を設けなかった。

表-1 施肥量試験の肥料条件と移植直後の苗長

| 試験区     | 成分など       | 溶出日数<br>(日) | 元肥量<br>(g/10L) | 苗長の<br>平均値<br>(cm) |
|---------|------------|-------------|----------------|--------------------|
| ①       | 無施肥        | —           | —              | 11.8               |
| 700②25  |            |             | 25             | 11.1               |
| 700③50  |            | 700         | 50             | 11.1               |
| 700④100 | N16-P5-K10 |             | 100            | 11.9               |
| 700⑤200 |            |             | 200            | 11.8               |
| 100②50  |            | 100         | 50             | 11.6               |

100②50区では、追肥として元肥と同一肥料1.5g/孔を培地表面に散布した。

### (1) 施肥量試験

マニュアルでは、標準的な施肥として、元肥に肥効3ヶ月程度の緩効性肥料を培地10L当たり50g程度混入し、その効果がなくなる2～4ヶ月後から週に一度程度の液肥を与えるか少量の緩効性肥料を培地表面に散布する（遠藤・山田, 2009）となっている。また、伊藤（1984）は3年生ヒノキ実生苗の植栽時に燐硝安加里を樹脂被覆した溶出期間が700日のコーティング肥料を施用して、2年間の苗の成長と葉の成分濃度から肥効が3年持続する可能性を示唆している。本試験では、追肥の省略と植栽後の苗の成長を考慮して、マニュアルに示された標準施肥に近い条件と、溶出日数の長い肥料を施肥量を変えて元肥のみ施用する条件を実施した。前者には、元肥として溶出日数100日のN16-P5-K10（ハイコントロール650, ジェイカムアグリ株製、以下②肥料とする）を50g/10L培地に混入し、約3ヶ月後の8月17日に追肥として元肥と同一の肥料を1.5g/孔（1孔当たりの培地量300ccに含まれる元肥の量に相当）培地表面に散布する条件を用い、この試験区の標記を100②50区とした（表-1）。後者には、追肥を行わずに元肥として溶出日数700日の②肥料を25, 50, 100, 200g/10L培地に混入する条件を用い、これらの試験区の標記を700②25～700⑤200区とした（表-1）。

### (2) 成分試験

マニュアルでは、肥料の三大要素については各5～20%程度含むものを用いる（遠藤・山田, 2009）となっているが、その割合が苗の成長に及ぼす影響にはふ

れられていない。また、伊藤（1986）は、ヒノキ幼苗を用いたポット試験で、肥料の三大要素のうち一要素を欠く、または中量要素のカルシウムとマグネシウムを追加することによって、苗の成長が異なることを報告しており、培地中の肥料成分がコンテナ苗の育苗にも影響を及ぼすと考えられる。そこで、本試験では、元肥として溶出日数が100日で成分の異なる4種類の肥料を25g/10L培地に混入し、8月17日に追肥として元肥と同一の肥料を0.75g/孔（1孔当たりの培地量300ccに含まれる元肥の量に相当）培地表面に散布する条件を実施した。成分の異なる4種類の肥料には、施肥量試験に用いた②肥料（N16-P5-K10）、N10-P18-K15+微量元素（ハイコントロール085, ジェイカムアグリ株製、以下③肥料とする）、N10-P10-K10-Ca10（ハイコントロールオール10, ジェイカムアグリ株製、以下④肥料とする）、N12-P12-K12-Mg1（IB複合S222, ジェイカムアグリ株製、以下⑤肥料とする）を用い、これらの試験区の標記を100②25区～100⑤25区とした（表-2）。

表-2 成分試験の肥料条件と移植直後の苗長

| 試験区    | 成分など             | 溶出日数<br>(日) | 元肥量<br>(g/10L) | 苗長の<br>平均値<br>(cm) |
|--------|------------------|-------------|----------------|--------------------|
| ①      | 無施肥              | —           | —              | 11.8 <sup>a</sup>  |
| 100②25 | N16-P5-K10       |             |                | 10.8 <sup>b</sup>  |
| 100③25 | N10-P18-K15+微量元素 | 100         | 25             | 11.2 <sup>ab</sup> |
| 100④25 | N10-P10-K10-Ca10 |             |                | 10.6 <sup>b</sup>  |
| 100⑤25 | N12-P12-K12-Mg1  |             |                | 10.4 <sup>b</sup>  |

異なるアルファベットは、Tukey検定の5%水準で有意であることを示す。  
①区を除き、追肥として元肥と同一肥料0.75g/孔を培地表面に散布した。

## 4. 評価

2012年5月14日、6月14日、7月13日、8月16日、9月13日、10月11日、11月12日、12月11日に供試苗の生死を調査し、生存個体については苗長を測定した。苗長には樹幹長を採用した。12月11日の生存個体数と供試数（24）から生存率を算出した。生存率については、対照区（①区）と各試験区との間で2群の母比率の差の検定を行った。

12月11日の生存個体については、各測定日とその前月の測定日における苗長の差を算出し、各月の苗伸長量とした。また、5月14日と12月11日の苗長の差を算出し、全期間の苗伸長量とした。各月と全期間の苗伸長量について、それぞれKruskal Wallisの検定を行い、有意差がみられた場合にはその後Steel-Dwass検定により試験区間の多重比較を行った。

移植直後の苗長には、一元配置の分散分析の結果、施肥量試験では試験区間に有意差があった（ $p < 0.05$ ）が、その後の多重比較において5%水準で有意差のある

試験区の組み合わせがなく（表-1），成分試験では試験区間に有意差があり ( $p < 0.001$ )，その後の多重比較において対照区の①区と100②25区，100④25区，100⑤25区との間に5%水準で有意差があった（表-2）。このため，成分試験の苗伸長量については，①区を除く100②25～100⑤25区の結果を解析した。

## 5. 山行苗の規格に対する評価

施肥条件と山行苗生産との関係を把握するため，2年生ヒノキ苗の苗長の規格下限に採用されている35cm（山本，1999）と今回の供試苗に苗長10～15cmのものが多かったことを基に，評価A：規格達成（苗伸長量25cm以上），評価B：供試苗の苗長と苗伸長量の組み合わせにより規格達成の可能性有り（苗伸長量20～25cm）評価C：規格未達成（苗伸長量20cm未満）とする評価基準（表-3）を作成した。各苗の全期間の苗伸長量を表-3に当てはめて山行苗の規格に対する評価を判定し，試験区ごとに集計した。

表-3 山行苗の規格に対する評価

| 評価 | 苗伸長量(cm) | 内容                             |
|----|----------|--------------------------------|
| A  | 25～      | 規格達成                           |
| B  | 20～25    | 供試苗の苗長と苗伸長量の組み合わせにより規格達成の可能性有り |
| C  | ～20      | 規格未達成                          |

## III 結 果

### 1. 苗生存率

苗の生存率は，対照区の①区が92%で，施肥量試験の各試験区が96～100%，成分試験の各試験区が88～100%で，①区と各試験区との間に有意差がなく ( $p > 0.05$ ，表-4)，施肥による苗の枯死がなかったといえる。

表-4 各試験区の苗生存率

| a. 施肥量試験 |         | b. 成分試験 |         |
|----------|---------|---------|---------|
| 試験区      | 生存率 (%) | 試験区     | 生存率 (%) |
| ①        | 92      | ①       | 92      |
| 700②25   | 96      | 100②25  | 96      |
| 700②50   | 100     | 100③25  | 88      |
| 700②100  | 100     | 100④25  | 92      |
| 700②200  | 100     | 100⑤25  | 100     |
| 100②50   | 100     |         |         |

両試験とも①区と各試験区との間に有意差が無かった。  
( $p > 0.05$ ，2群の母比率の差の検定)

### 2. 苗伸長量

#### (1) 施肥量試験

各試験区の苗伸長量の平均値は，6月が1.0～1.7cm，7月が0.4～4.1cm，8月が0.0～7.5cm，9月が0.3～7.9cm，10月が0.1～6.4cm，11月が0.0～2.3cm，12月が0.0～0.4cmであった（表-5，図-1）。各月の苗伸長量には，試験区間に1%水準で有意差があった。各試験区における苗伸長量は，無施肥の①区では8月まで低下し，それ以降0に近い値となったのに対し，施肥を行った試験区では700②25区と700②50区が10月まで，700②100区と700②200区および100②50区が9月まで上昇し，その翌月から低下して12月に0に近い値となった（表-5，図-1）。

表-5 施肥量試験における各月と全期間の苗伸長量

| 試験区     | 苗伸長量の平均値(cm)      |                  |                   |                  |                  |                   |                   |
|---------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|         | 6月<br>(31)        | 7月<br>(60)       | 8月<br>(94)        | 9月<br>(122)      | 10月<br>(150)     | 11月<br>(182)      | 12月<br>(211)      |
| ①       | 1.1 <sup>ab</sup> | 0.4 <sup>a</sup> | 0.0 <sup>a</sup>  | 0.3 <sup>a</sup> | 0.1 <sup>a</sup> | 0.0 <sup>a</sup>  | 0.0 <sup>a</sup>  |
| 700②25  | 1.1 <sup>ab</sup> | 1.7 <sup>b</sup> | 2.3 <sup>b</sup>  | 2.7 <sup>b</sup> | 2.7 <sup>b</sup> | 0.6 <sup>b</sup>  | 0.0 <sup>a</sup>  |
| 700②50  | 1.0 <sup>a</sup>  | 1.7 <sup>b</sup> | 3.3 <sup>bc</sup> | 3.6 <sup>b</sup> | 4.0 <sup>b</sup> | 1.3 <sup>bc</sup> | 0.0 <sup>a</sup>  |
| 700②100 | 1.6 <sup>c</sup>  | 2.7 <sup>c</sup> | 5.2 <sup>c</sup>  | 7.8 <sup>c</sup> | 5.6 <sup>c</sup> | 1.7 <sup>cd</sup> | 0.1 <sup>ab</sup> |
| 700②200 | 1.7 <sup>c</sup>  | 4.1 <sup>d</sup> | 7.5 <sup>d</sup>  | 7.9 <sup>c</sup> | 6.4 <sup>c</sup> | 2.3 <sup>d</sup>  | 0.3 <sup>bc</sup> |
| 100②50  | 1.4 <sup>bc</sup> | 2.8 <sup>c</sup> | 5.7 <sup>c</sup>  | 7.8 <sup>c</sup> | 5.6 <sup>c</sup> | 2.0 <sup>cd</sup> | 0.4 <sup>c</sup>  |
| 間       |                   |                  |                   |                  |                  |                   | 24.8 <sup>c</sup> |

異なるアルファベットは、Steel-Dwass検定の5%水準で有意であることを示す。  
各月の下に示した( )内の数字は、移植後の経過日数である。

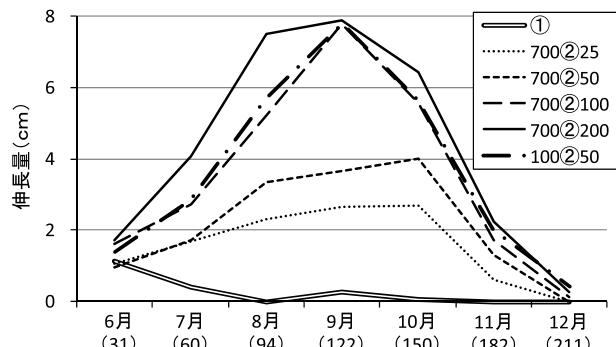


図-1 施肥量試験における各月の苗伸長量の推移

各月の下に示した( )内の数字は、移植後の経過日数である。

移植直後の6月と苗伸長量が0に近かった12月を除く7～11月の各月の①区と700②25区～700②200区における苗伸長量の平均値は，施肥量が多い試験区ほど大きかった（表-5，図-1）。この時の苗伸長量の試験区間の多重比較では，①区とそれ以外の試験区との間，700②25区と700②100区および700②200区との間，700②50区と700②200区との間に5%水準で有意差があった（表-5）。その他に7，9，10月の700②50区と700②100区との間，7，8月の700②100区と700②

200区との間には5%水準で有意差があり、各月の700②25区と700②50区との間には有意差がなかった ( $p > 0.05$ , 表-5)。

標準施肥に近い条件として実施した100②50区の苗伸長量の平均値の推移は、700②100区とほぼ重なった(図-1)。7~11月の各月の苗伸長量における100②50区とその他の試験区との多重比較では、700②100区と有意差がなく ( $p > 0.05$ )、その他の試験区とは700②100区と同じ結果であった(表-5)。

全期間の苗伸長量の平均値は、①区と700②25~700②200区との間では施肥量が多い試験区ほど大きく、100②50区の値は700②100区に近い値であった(表-5)。全期間の苗伸長量には試験区間に1%水準で有意差があり、試験区間の多重比較では①区とそれ以外の試験区との間、700②25区および700②50区と700②100区および700②200区ならびに100②50区との間に5%水準で有意差があった(表-5)。

## (2) 成分試験

各試験区の苗伸長量の平均値は、6月が0.9~1.3cm、7月が1.7~2.8cm、8月が2.5~4.1cm、9月が3.2~5.4cm、10月が3.6~6.0cm、11月が1.0~1.8cm、12月が0.1~0.2cmであった(表-6、図-2)。12月を除く各月の苗伸長量には、試験区間に5%水準で有意差があった。各試験区における苗伸長量は、すべての試験区で10月まで上昇し、その翌月から低下して12月に0に近い値となった(表-6、図-2)。

表-6 成分試験における各月と全期間の苗伸長量

| 試験区    | 苗伸長量の平均値(cm)      |                   |                   |                   |                   |                   |                  |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
|        | 6月<br>(31)        | 7月<br>(60)        | 8月<br>(94)        | 9月<br>(122)       | 10月<br>(150)      | 11月<br>(182)      | 12月<br>(211)     |
| 100②25 | 0.9 <sup>a</sup>  | 2.4 <sup>ab</sup> | 4.1 <sup>a</sup>  | 5.4 <sup>a</sup>  | 6.0 <sup>a</sup>  | 1.8 <sup>a</sup>  | 0.2 <sup>a</sup> |
| 100③25 | 1.0 <sup>ab</sup> | 2.8 <sup>b</sup>  | 2.9 <sup>ab</sup> | 3.5 <sup>b</sup>  | 4.0 <sup>b</sup>  | 1.7 <sup>a</sup>  | 0.1 <sup>a</sup> |
| 100④25 | 1.0 <sup>ab</sup> | 1.7 <sup>a</sup>  | 2.6 <sup>b</sup>  | 3.2 <sup>b</sup>  | 3.6 <sup>b</sup>  | 1.0 <sup>b</sup>  | 0.2 <sup>a</sup> |
| 100⑤25 | 1.3 <sup>b</sup>  | 1.8 <sup>a</sup>  | 2.5 <sup>b</sup>  | 4.4 <sup>ab</sup> | 4.8 <sup>ab</sup> | 1.3 <sup>ab</sup> | 0.2 <sup>a</sup> |

異なるアルファベットは、Steel-Dwass検定の5%水準で有意であることを示す。各月の下に示した( )内の数字は、移植後の経過日数である。

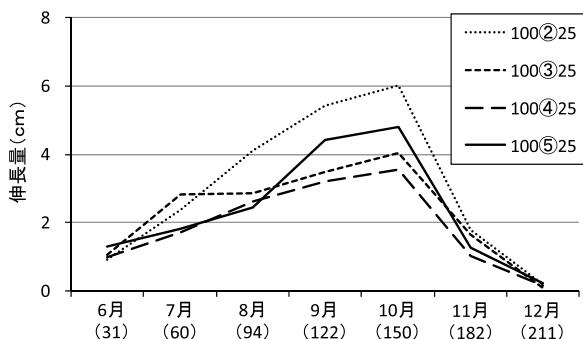


図-2 成分試験における各月の苗伸長量の推移

各月の下に示した( )内の数字は、移植後の経過日数である。

移植直後の6月と苗伸長がほぼ停止した12月を除く7~11月の各月の苗伸長量の平均値は、7月以外は100②25区が最も大きかった(表-6、図-2)。この時の100②25区とその他の試験区との多重比較では、100③25区との間で9および10月に、100④25区との間で8~11月に、100⑤25区との間で8月に5%水準で有意差があった(表-6)。

全期間の苗伸長量の平均値は、100②25区が最も大きく、100④25区が最も小さかった(表-6)。全期間の苗伸長量には試験区間に1%水準で有意差があり、試験区間の多重比較では100②25区と100④25区および100⑤25区との間に5%水準で有意差があった(表-6)。

## 3. 山行苗の規格に対する評価

山行苗の規格に対する評価は、700②200区が達成率75%，これに可能性有りのBを加えると92%で最も高かった。次いで、700②100区と100②50区が達成率60%前後、Bを加えて80%前後であった。その他の試験区では達成率20%に満たなく、①区と700②25区では評価Bの苗もなかった(図-3)。

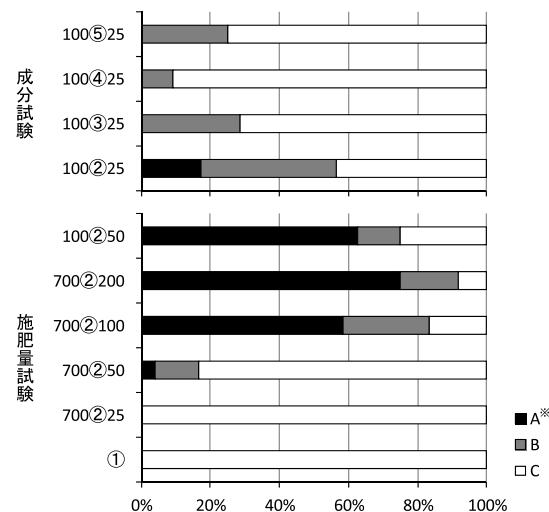


図-3 山行苗の規格に対する評価

\*評価 A：規格達成、B：規格達成の可能性有、C：規格未達成

## III 考 察

施肥量試験において、溶出日数700日の②肥料の元肥量が多くなるにしたがって、各月および全期間の苗伸長量の平均値が大きいことが多かった(表-5)。しかし、今回の試験で②肥料の元肥量が最も多かった700②200区と次に多かった700②100区との間における全期間の苗伸長量に差がなかった(表-5)ことから、②肥料の元肥量を100g/10Lよりも多くしても苗伸長量の増大に及ぼす影響は限定的と推測される。

標準施肥に近い条件として実施した700②100区の各

月の苗伸長量の平均値は、100②50区のそれと同様の経過を示した（図-1）。また、全期間の苗伸長量の平均値と山行苗の規格に対する評価は、同程度であった（表-5、図-3）。追肥は、溶出日数100日の②肥料50g/10Lを元肥に施用した100②50区では実施され、溶出日数700日の②肥料100g/10Lを元肥に施用した700②100区では実施されなかった（表-1）。このことから、苗伸長の面からは、溶出日数の長い肥料を元肥とし、施肥量を多くすることにより、追肥を省略できることが示された。また、コンテナへ移植した翌春に苗を植栽する場合、700②100区の苗は培地中の元肥が溶出日数の700日に達していないことから肥効の持続が予想される。これに対し、100②50区の苗は元肥に加え追肥も溶出日数の100日を大きく経過していることから肥効の低下が予想される。溶出日数の長い肥料を元肥とすることは、育苗終了後も培地からの肥効が持続し、植栽後の苗伸長量の持続にはたらくと考えられる。

成分試験では、各月および全期間の苗伸長量は100②25区で大きいことが多かった（表-6）。②肥料の成分は、この試験における他の肥料の成分と比較して窒素の割合が高かった（表-2）。また、施肥量試験では、溶出日数が異なるが同一成分の肥料の元肥量を多くすることによって苗伸長量が大きくなる傾向にあった（表-5、図-1）。これらのこととは、今回のコンテナ苗の育成条件では、窒素の施用量が多い条件で苗伸長量が大きかったことを示している。この一方で、肥料条件が成分試験と同一で、培地の基材をココナツハスクなどから鹿沼土に変更したヒノキさし木苗の移植によるコンテナでの育苗試験では、全期間の苗伸長量が③肥料を用いた試験区で最も大きく、②肥料を用いた試験区で最も小さくなり、今回の成分試験の結果と異なった（茂木ら、印刷中）。これは、培地の基材によって苗に対する肥効が異なることを示しており、苗伸長量を大きくするには、培地条件と組み合わせた施肥条件の検討が必要であることを示唆している。

今回の試験では、施肥量、溶出日数、成分の異なる施肥条件でヒノキコンテナ苗を育苗し、これらのデータを蓄積するとともに、施肥条件が苗伸長量に及ぼす影響を検討した。その結果、施肥量を多くすると苗伸長量が大きくなるが上限が存在すること、溶出日数の短い肥料より長い肥料を元肥に用いる方が苗伸長量の増大に有利であること、苗伸長には施肥条件だけでなく培地条件と組み合わせた検討が必要であることが推察された。今後は、これらの検証を行っていくことにより、コンテナ苗の育苗技術向上が図れると考えられる。また、従来苗では施肥条件などによって苗の形

質や生理状態が変わり、植栽後の苗の活着や病虫害・気象害の発生および成長経過などへの影響が指摘されている（塘、1965）ことから、コンテナ苗においても育苗時の施肥条件が植栽後の苗に及ぼす影響を明らかにしておく必要がある。

## 謝 辞

本試験の実施にあたり、岐阜県白鳥林木育種事業地の職員の皆様には、コンテナ苗の育成作業にご協力をいただいた。岐阜県森林研究所の岡本卓主任研究員には、調査に協力していただいた。ここに記して、謝意を表する。

## 引用文献

- 遠藤利明（2007）コンテナ苗の技術について. 山林1478：60-68
- 遠藤利明・山田健（2009）JFA-150コンテナ苗育苗・植栽マニュアル（平成20年度低コスト新育苗・造林技術開発事業報告書. 林野庁）. 74-90
- 今富裕樹（2011）スギ再造林の低コスト化を目指した技術開発－伐採・地拵え・植栽の一貫作業による低コスト化－. 現代林業542：52-55
- 伊藤守夫（1984）コーティング肥料の施用試験－スギ・ヒノキの植栽から2年間の生長－. 日林中支講32：241-242
- 伊藤守夫（1986）森林肥培の体系化に関する研究. 静岡県林試研報15：1-117
- 岩井有加・大塚和美・長谷川尚史（2012）スギコンテナ苗の形態的特徴と植栽後の成長. 現代林業561：40-44
- 茂木靖和・渡邊仁志・上辻久敏（2013）育苗条件がヒノキさし木苗の伸長量に及ぼす影響. 中森研61：印刷中
- 中村松三（2012）再造林コストの削減を図るには. 森林技術839：30-33
- 千木容（1989）スギ幼苗に対する緩効性肥料の効果について－播種床への施用効果－. 石川県林試研報19：1-4
- 塘隆男（1962）わが国主要造林樹種の栄養および施肥に関する基礎的研究. 林試研報137：1-158
- 塘隆男（1965）苗畑施肥の基礎知識・よい苗木の性質と施肥. (造林ハンドブック. 坂口勝美・伊藤清三監). 217-236
- 山本徳子（1999）ヒノキ2年生ポット苗の育成と造林1年目の成績. 静岡県林技セ研報27：5-8