

スギコンテナ育苗における施肥が成長と養分動態に及ぼす影響

近藤 晃・袴田哲司（静岡県農技研森林研セ）

コンテナ苗は用土、肥料および水による栽培であるため、育苗には樹種ごとに養分要求量を求め、それに応じた肥培管理が重要である。本研究ではスギ2年生コンテナ育苗における1生育期間の水利用と施肥に伴う苗木の物質生産並びに養分含有量の動態を推定した。その結果、約2800mmの灌水量に対して水利用率は26%であった。現存量や主要養分（窒素、リン酸およびカリ）の吸収量は施肥量の多寡に影響し、過剰な施肥量では養分吸収量が低下した。基肥は苗木の養分吸収と培地からの溶脱により経時的に減少し、施肥量が多いほど養分の流出量が大きかった。成長が良い施肥設計の肥料利用率はN：36%、P₂O₅：20%、K₂O：31%であった。

キーワード：スギ、コンテナ苗、施肥、養分動態、水利用

I はじめに

コンテナ苗はコンテナ内面のリブや凹凸に沿って根系が縦方向に伸長するため、従来のポット苗と異なり根巻きがなく、かつコンテナ容器の開放した底面を地面から浮かした状態で育苗するため、空中根切りされた根端が形成される(13)。このような培地付苗の種類であるコンテナ苗は根が充実しているため、植栽適期の拡大や植栽後の活着が良いこと(14)などの理由から、伐採と同時に植栽を行う一貫作業システムに活用することで再造林コスト削減に貢献できると期待されている(9)。

コンテナ苗は用土と肥料などで構成される培地および人工散水と自然降水（屋外の場合）による灌水で育苗される栽培方式である。このため、肥培管理と水管理の両者が苗木の成長や栄養状態等の良否に影響を及ぼすと考えられる。コンテナ苗の育苗にはココナッツハスク等の用土に固形肥料を基肥として加え、人工散水で育苗する方法が一般的に行われている(3, 13)。一方、既に確立されている裸苗の育苗では、露地栽培の畑土の栄養状態を元に施肥設計を行い基肥、追肥による苗木の育成を行っている(7, 11)。本来、コンテナ苗についても樹種ごとに養分要求量を求め、それに応じた肥培管理等を行う必要があると考えるが、これまでに苗木の養分吸収や肥料の利用率など、コンテナ苗の養分動態を詳細に調査した事例は見あたらない。

本研究は、コンテナ苗の育苗技術の構築を目的に、スギコンテナ苗における灌水（散水と降水）の水利用の状況、並びにコンテナ苗に与える基肥量の違いが苗木の成長、物質生産および養分含有量に及ぼす影響について、1生育期間にわたり経時的に調査し、コンテナ育苗における水利用と施肥に伴う養分動態を把握することを目的として行った。

II 材料と方法

試験には、静岡県浜松市浜北区根堅の静岡県森林・林業研究センター苗畑において2013年4月にスギ精英樹採種園産混合種子を播種して育苗した1年生実生苗（以下、稚苗）を用いた。2014年5月、ココナッツハスク（トップココピートオールド、(株)トップ）単用の培土を用いて、これら稚苗をマルチキャビティーコンテナ（JFA-300、培地量300ml/穴、24穴、幅32cm×長さ52cm、以下、コンテナ）に移植した。その後、表-1に示す施肥水準が異なる試験区を設けた。すなわち、溶出期間が異なる2種類の緩効性肥料A（Hyponex Osmocote Exact Hi.End, N-P₂O₅-K₂O=15-9-12, 溶出期間5~6ヶ月、(株)ハイポネックスジャパン）および緩効性肥料B（同、N-P₂O₅-K₂O=16-9-12, 溶出期間3~4ヶ月、同）(4)を4水準の組合せで混合しコンテナ培地上に基肥として施用した。そして同センター内に設置された屋外散水施設下で育苗試験を行った。本施設は高さ1.9m、間隔1.4mで列状に配架されたノズルから同心円方向へ散水することができ、散水時間と散水回数は日毎で任意に調整が可能である。試験は2014年5月9日~同年12月8日までの7ヶ月間で、1日当たり1~2回、1回当たり5~10分で自動散水した。ただし、雨天日には散水を停止するなど、培地の水分状態を考慮した散水を行った。

表-1. コンテナ苗の肥培試験に用いた施肥設計

試験区	施肥量 (g/培地1L)		施肥量 (g/本)		施肥量 (mg/本)		
	A	B	A	B	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2-3	2	3	0.6	0.9	225	108	180
5-5	5	5	1.5	1.5	450	225	360
5-10	5	10	1.5	3.0	675	315	540
5-15	5	15	1.5	4.5	900	405	720

A: Hyponex Osmocote Exact Hi.End (N-P₂O₅-K₂O=15-9-12), 溶出期間 5-6ヶ月

B: Hyponex Osmocote Exact Hi.End (N-P₂O₅-K₂O=16-9-12), 溶出期間 3-4ヶ月

KONDO Akira and HAKAMATA Tetsuji (Shizuoka Pref. Res. Inst. Agri. and Forest, For. and Forest Prod. Res. Cent.) ,

email: akira1_kondo@pref.shizuoka.lg.jp

Effects of the growth and the nutrient dynamics of the containerized saplings of sugi (*Cryptomeria japonica*) on the application amount of fertilizer

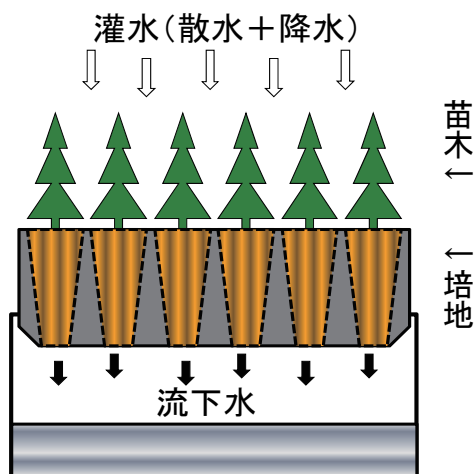


図-1. コンテナ育苗における養分動態の模式図

コンテナ育苗における水利用を明らかにするため、散水量と降水量の合計を灌水量 (I) として、散水施設内に設置した雨量計で定期的に灌水量を計測し水高 (mm) を求めた。そして、灌水量に占める散水量と降水量を区分するため、降水量は気象庁天竜観測所 (浜松市天竜区二俣, 標高 61m, 調査地と観測所との水平距離 2.6km) の地域気象観測データ (AMeDAS, 5) から、散水量 (水高換算 (mm)) は灌水量から降水量を差し引いた値として試算した。さらに、コンテナ培地を通過して排出される流出水量 (O) については、図-1 に示す方法でコンテナからの排水水をケースに貯め、定期的に回収してメスシリンダーで計測した。そして、コンテナ受口の平面積から流出水量を水高 (mm) に換算した。コンテナ育苗において、灌水量から流出水量を差し引いた消失水量は蒸発散量と培地含水量と仮定し、灌水量に占める水利用率を、

$(\text{灌水量 (I)} - \text{流出水量 (O)}) \div \text{灌水量 (I)}$ として試算した。

苗木の成長および物質生産 (現存量) を求めるため、2014 年 5 月 9 日 (期首), 7 月 4 日, 9 月 3 日および 12 月 8 日 (期末) の計 4 回、試験区ごとに苗木 24 本/コンテナの苗高および根元径を計測した。そして各試験区の平均値サイズ近傍の 4~7 個体をコンテナから培地ごと抜き取り、根系を含む苗木と肥料を含む培地を丁寧に分別後、苗木の地上部、根系部および培地の各絶乾重を測定した。

養分分析は、苗木と培地を粉碎後、風乾した粉末試料を、全 N は CN コーダーによる乾式燃焼法、全 P および全 K は硝酸一過塩素酸酸化による湿式灰化後、全 P は分光光度法、全 K は原子吸光法により定量した (1, 2)。各養分含有率および養分含有量は、風乾試料を 105°C で絶乾して求めた乾燥減量から乾物重当たりで表示した。なお養分含有量については、全 P は P_2O_5 、全 K は K_2O の酸化物に換算して表示した。そして養分動態について、

表-2. コンテナ育苗における水分動態

水収支	水高 (mm)	比率
灌水量 (全量)	2788	100%
散水量	1460	52%
降水量	1328	48%
流下水量	2060	74%
消失水量	728	26%

期間: 2014年5月7日~同年12月5日

- 苗木の養分吸収量 (A)
= 苗木養分量の差分 (期末一期首)
- 流出水の養分流亡量 (B)
= 培地養分量の差分 (期末一期首) - (A)

として算出した。なお、養分動態を推定するに当たり、降水 (林外雨) に溶存する養分や樹体から溶脱する養分なども物質循環系として存在するが、ここではそれらについて考慮しなかった。

III 結果と考察

表-2 にコンテナ育苗における水分動態を示す。7ヶ月間の総灌水量は 2788mm, その内訳は散水量が 1460mm, 降水量が 1328mm で、それらの比率は約 50% とほぼ同量であった。時期別では 5 月から 8 月は降水量より散水量が多く、9 月以降は降水量より散水量が少なかった。コンテナ培地を通過した流下水は 2060mm で灌水量の 74% であった。すなわち、灌水量に占める消失水量の割合として推定した水利用率は 26% で灌水量の約 1/4 であった。屋外におけるコンテナ育苗では、培地の乾き具合などの経験則に基づいて散水の要否を判断しており、苗木の生理状態に応答した散水のシステム化は図られていないのが現状である。本調査はスギコンテナ苗の 1 生育期間における水利用率の 1 事例であるが、コンテナ育苗には多くの水量が必要なことから、上水道以外で利用可能な水源の確保や節水型の育苗方法 (6) を検討する必要があると考える。

図-2 にコンテナ苗の施肥別の成長経過を示す。苗高では期首 (5 月) から期末 (12 月) までの成長に及ぼす施肥水準間の差異は認められなかった (ANOVA, $0.05 < p$) が、根元径、根重および全重では期末時点で有意差が認められた (ANOVA, $p < 0.05$)。特に施肥の影響は苗高や根元径のサイズ成長に対して根重や全重の現存量成長の方が大きく、施肥量が最小の (2-3) 区が最も成長が劣り、(5-10) 区の成長が最大であった。茂木ら (8) はヒノキコンテナ苗の育苗において施肥量を多くすると苗の伸長量は大きくなるが上限が存在すると報告している。本試験では樹種は異なるが最も多量に施肥した (5-15) 区の根重や全重の現存量は (5-10) 区より劣っていた。

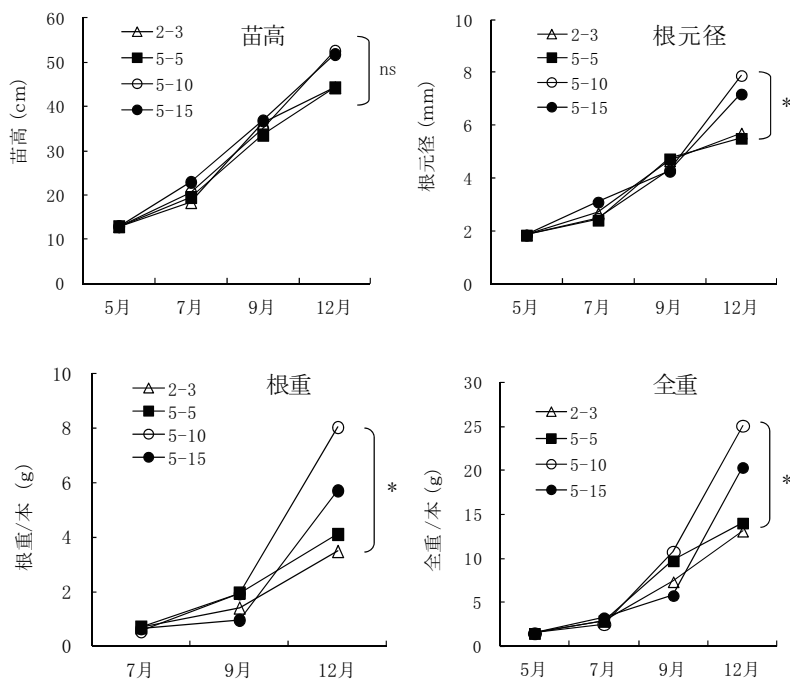


図-2. コンテナ苗の施肥別の成長経過

凡例は表-1の試験区, 上段はサイズ, 下段は現存量, *およびnsは12月時点の水準間の比較を示す(苗高および根元径 n=24, 根重および全重 n=4, ANOVA, *: p<0.05, ns: 0.05< p).

コンテナ苗の植栽後の初期成長には苗木の形状比(苗高/根元径)が影響し, その値は小さいほどよいといわれる(12)。本試験では期末時における形状比は(5-10)区が68で他の施肥区より低かった。以上から, 本試験に供した緩効性肥料を基肥としてスギコンテナ苗を1生育期間

で育成した結果, 苗高には差異がないものの, 根系や枝葉を含む苗木の充実度などから, (5-10)区の施肥が最も育苗に適し, (2-3)区と(5-5)区は過小, (5-15)区は過剰な施肥量と考えられる。

図-3にコンテナ苗における施肥別の苗木および培地の養分含有量の動態を示す。苗木の養分含有量においては, K₂Oの(5-5)区を除き, 3要素全てが経時的に増大し, 期末時点では(5-10)区が3要素全てで高い値を示した。これは苗木の現存量とほぼ同じ傾向で, 施肥量の多寡が苗木の養分含有量にも影響していた。苗木の養分吸収には拮抗作用があることが知られており(11), (5-15)区では施用したN量が(5-10)区の約1.3倍量と多いためK₂Oの吸収が抑制された可能性があると推測される。培地の養分含有量はN, P₂O₅およびK₂Oの3要素ともに, 期首の値は施肥量の多寡の順位であったが, 経時的に減少し, 期末時点では施肥量の多寡に関わらずほぼ同値に収束した。

肥料Aの溶出期間は5~6ヶ月, 肥料Bのそれは3~4ヶ月であることから, 試験期間中にはほぼ全ての肥料成分が溶出し, 苗木の吸収または流下水に伴う流亡で消失したものと考える。ココナッツハスク自体に含まれる養分量(mg/本)はN:320.5, P₂O₅:10.4およ

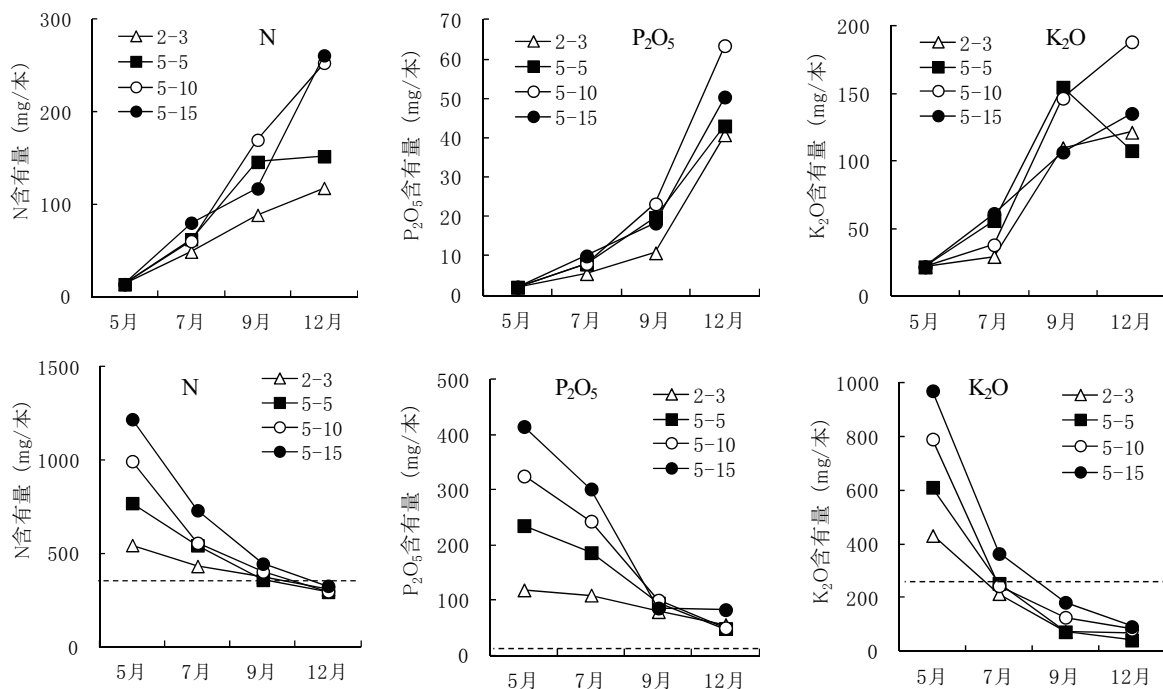


図-3. コンテナ苗における施肥別の苗木および培地の養分含有量の動態

凡例は表-1の試験区, 上図は苗木, 下図は培地を示す。下図の横点線は施肥前のココナッツハスクに含まれる養分含有量を示す。

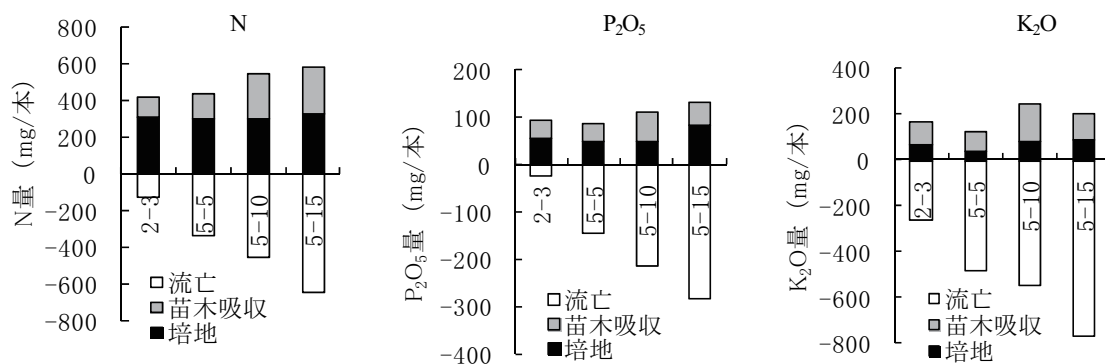


図-4. コンテナ苗における施肥別の苗木、培地および流出水の養分含有量の動態
横軸の水準は表-1の試験区を示す。

び K_2O :251.4であるが、特に K_2O では期末時の培地含有量は期首時にココナツハスクに含有される K_2O 量以下に低下した。これはカリ肥料の形態が水溶性で流亡しやすいためと推測される。

図-4にコンテナ苗における施肥別の苗木、培地および流出水の養分含有量の動態を示す。期末時における養分含有量の配分は、 P_2O_5 の(2-3)区を除き、苗木の養分吸収量より流出水に含まれる養分流亡量の方が多く、その傾向は施肥量が多いほど顕著であった。これは期首に多量の基肥を施用しても、苗木サイズが小さな時期は養分吸収量が少なく、肥料から溶出した成分が利用されずに流亡したためと推測される。成長が最も良かった(5-10)区について、施肥量に対して苗木に吸収された肥料利用率は、N:36%、 P_2O_5 :20%、 K_2O :31%で、N利用率については既往の報告(10)より大きかった。しかしながら、施肥量の半分以上が吸収されずに流亡していることが明らかとなった。

本試験は追肥を省略して基肥のみでスギコンテナ苗を育成するために行ったが、肥料成分の多量な流亡は地下水汚染などに影響することが懸念される。今後は流亡が少なく肥料利用率が高くなるような施肥設計、特に苗木の成長ステージに応じた施肥法を養分要求量が異なる樹種ごとに解明することが必要と考える。

引用文献

- (1) 土壤環境分析法編集委員会(1997) 土壤環境分析法. 博友社
- (2) 土壤養分測定法委員会(1997) 土壤養分分析法. 養賢堂
- (3) 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.
- (4) ハイポネックス・ニュース(2016) ハイポネックス業務用製品カタログ, オスモコートエグザクト. (www.hyponex.co.jp/media/2016/03/osmocote.pdf. 2016年11月13日.)

(5) 気象庁(2014) 気象統計情報.

(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrm/index.php>. 2016年10月16日.)

(6) 三樹陽一郎・上杉基(2016) コンテナ苗等を用いた再造林の低コスト化に関する研究, 給水板による節水効果の検証試験. 宮崎県林業技術センター業務報告48:6-7

(7) 宮崎榊(1966) 苗木育成法. 高陽書院

(8) 茂木靖和・渡邊仁志・上辻久敏・古川敦洋・中嶋守(2013) 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. 岐阜県森林研報42:25-29

(9) 中村松三・今富裕樹・重永英年・鹿又秀聡・山川博美(2013) 低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集. 森林総研九州支所, 46pp.

(10) 野上寛五郎(1982) ^{15}N 標識肥料による林木のチッソ利用率の検討(V) —スギ山出し苗による肥料チッソの吸収経過—. 93回日林論:175-176

(11) 芝本武夫・塘隆男(1979) 林業技術者のための肥料ハンドブック. 創文

(12) 八木橋勉・中谷友樹・中原健一・那須野俊・櫃間岳・野口麻穂子・八木貴信・齋藤智之・松本和馬・山田健・落合幸仁(2016) スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係. 日林誌98:139-145

(13) 山田健・宮城県伐採跡地再造林プロジェクトチーム・三樹陽一郎・ノースジャパン素材流通協同組合(2015) コンテナ苗 その特徴と造林方法. 全国林業改良普及協会

(14) 山川博美・重永英年・久保幸治・中村松三(2013) 植栽時期の違いがスギコンテナ苗の植栽後1年目の活着と成長に及ぼす影響. 日林誌95:214-219