

短報

マルチキャビティコンテナに播種したアラカシの種子サイズと成長量*1

片野田逸朗*2

要旨： 溶出期間 180 日の緩効性肥料を元肥として 7.0g/L 配合したマルチキャビティコンテナにアラカシの大粒種子と小粒種子を播種し、発芽日と展葉日、2 成長期までの成長量を調べた。その結果、大粒種子は小粒種子よりも早く発芽・展葉し、1 成長期後の平均苗高と平均根元径も大きかった。1 成長期後に同肥料を 1 孔当たり 1.2g または 0.6g 追肥したところ、2 成長期後の成長量も追肥量の多少にかかわらず、大粒種子が小粒種子よりも平均苗高、平均根元径ともに大きかった。アラカシのコンテナ育苗では、大粒種子が小粒種子よりも大きな苗づくりに有利であり、大粒種子を用いた育苗では、溶出期間 180 日の緩効性肥料を元肥として 7.0g/L、追肥として 1.2g/孔施用すれば、2 成長期後に多くの苗木がクヌギの山行苗木規格である苗高 50cm、根元径 7mm に達することが示された。

キーワード： アラカシ、マルチキャビティコンテナ、施肥、苗高、山行苗木規格

はじめに

近年、鹿児島県ではスギ・ヒノキ人工林の 9 割以上が利用可能な林齢に達し、人工林の伐採面積の増加とともに再造林面積も増加している（鹿児島県森林経営課資料）。このため、県では伐採、地拵え、植栽の一貫作業による植栽作業の通年化および低コスト化とともに、コンテナ苗の利用を進めることで、人工林伐採跡地の適切な更新に努めており（鹿児島県 2015）、2022 年の山行造林苗木の 4 割以上はコンテナ苗となっている（鹿児島県森林経営課資料）。

一方、森林の公益的機能を持続的に発揮させるには、立地条件等を踏まえた広葉樹植栽を再造林対策における選択肢の一つとして森林所有者に提案することも必要である。しかしながら、広葉樹はポットでの育苗が主流であり、ポットで育苗した苗木は根が育苗容器底部で壁面に沿って円弧を描くように伸びるルーピング現象が生じやすいため、植栽後の根系の伸長範囲が狭く、ルーピング現象による根系同士の締めつけが枯死の原因になるとされている（正月ら 2011）。このため、空気根切りによる根巻きの抑制に効果を上げているマルチキャビティコンテナや M スターコンテナを使った針葉樹の育苗技術（林野庁 2009）を応用した、根系が健全に発達する広葉樹コンテナ苗の育苗技術の開発が期待されている。

ところが、これらコンテナを用いた広葉樹の育苗技術に関する研究事例は少なく、対象樹種もクヌギやコナラ、ケヤキやヤマザクラ、アオダモなどの落葉樹が多く（池本 2010; 福田ら 2011; 高橋 2011; 河部ら 2018; 武田 2019）、鹿児島県における遷移後期種のイチイガシやウラジロガシなどのコナラ属 (*Quercus* L.)、スダジイやコジイなどのシイ属 (*Castanopsis* (D. Don) Spach) の常緑樹についての研究事例は少ない（坪田ら 2008; 藤田・木下 2020）。

コナラ属のコナラやクヌギの苗木生産については、大粒種子の方が小粒種子よりも良い苗木が生産されることが知られており（佐々木 1983）、アラカシを用いた育苗試験でも、大粒種子が小粒種子よりも大きな苗木が得られている（金子 1988）。また、数種類のコナラ属の種子を山地に直播きした場合、種子の大きな種類ほど樹高成長がよく、生存率も高いことが報告されている（片野田 2020）。しかしながら、これらは従来の苗畑での育苗事例または山地での播種事例であり、肥培管理されたコンテナ育苗において、種子サイズの大きさがコンテナ苗の成長にどれだけ影響を及ぼすかについては不明である。

さらに、鹿児島県における広葉樹の山行苗木規格はクヌギのみに設定されており、その苗高は 50cm 以上、根元径は 7mm 以上と定められている（鹿児島県森林経営課資料）。坪田ら（2008）によるアラカシのコンテナ育苗試験では、

*1 Katanoda, I. : Relationship between seed size and seedling growth of *Quercus glauca* using multi-cavity containers.

*2 鹿児島県森林技術総合センター普及指導部

*2 Kagoshima Pref. Forestry Technology Center. Propagation and Guidance div., Aira 899-5302 Japan.

1年で平均苗高20cmの苗を得ていることから、広葉樹コンテナ苗の山行苗木規格をクヌギと同じ規格に設定した場合、その育苗期間は2年に及ぶことが想定される。このため、広葉樹コンテナ苗の育苗試験では、2年の育苗期間でクヌギの山行苗木規格に達するための種子の選定や肥培管理の方法について検証する必要がある。

そこで、鹿児島県の山野に自生しているコナラ属の常緑高木のなかでも里山に普通に分布しているアラカシ（*Quercus glauca* Thunb.）を材料に、サイズの異なる種子（大粒種子と小粒種子）をコンテナに播種し、異なる肥培条件で2成長期までの成長量を調査して種子サイズの大きさと成長量との関係を調べたので、その結果について報告する。

材料と方法

アラカシの大粒種子は、2020年12月1日に始良市蒲生町霧島神社の落下種子から採取した。これを採取当日に水に浸け、虫害がなく、沈下した種子のみを湿らせたココナツハスクと一緒にジッパー付きポリ袋に入れて5°Cの冷蔵庫で保湿低温保存した。小粒種は2020年11月30日に蒲生町白男の前郷川沿いの落果種子を採取し、大粒種子と同様に採取当日に水選してから保湿低温保存した。なお、アラカシの種子は形態学的には堅果から殻斗と果皮を除いたものを指すが、本研究では便宜上、堅果から殻斗を除いたものを種子と呼ぶことにする。

2021年4月19日に冷蔵庫から大粒種子と小粒種子を取り出して高さ（最大部分）、重量を測定し、肥料無配合の300ccマルチキャビティコンテナ（1コンテナ24孔、以下コンテナ）にそれぞれ48個播種した（表1試験区①、④、以下無施肥区）。これとは別に、溶出期間180日の緩効性肥料（ジェイカムアグリ社製、ハイコントロール、N10-P18-K15）を元肥として培土に7.0g/L配合したコンテナに、大粒種子と小粒種子を高さ（最大部分）、重量を測定してからそれぞれ48個播種した（表1試験区②、③と⑤、⑥、以下施肥区）。なお、培土はココナツハスクとパーミキュライトを体積比9:1で配合したものを使用した。

播種後のコンテナは当センター内の自動散水施設のあるガラスハウス内に置き、上胚軸が現れた日（発芽日）と展葉日を1日～10日毎に記録した。展葉がほぼ終了した2021年6月25日にすべてのコンテナを自動散水施設のある屋外に移して管理し、2022年2月25日に1成長期後の苗高と根元径を測定した。また、大粒種子と小粒種子の施肥区については、1成長期後の2022年4月13日～14日に元肥と同じ緩効性肥料を親指と人差指で一つかみ（およ

表1 試験区の設定

区分	試験区	コンテナ数	播種数	元肥	追肥	成長量調査	
						1成長期後 2022.2.25	2成長期後 2022.12.23
大粒種子	①	2	48	なし	—	○	—
	②	1	24	7.0g/L	0.6g/孔	○	○
	③	1	24	7.0g/L	1.2g/孔	○	○
小粒種子	④	2	48	なし	—	○	—
	⑤	1	24	7.0g/L	0.6g/孔	○	○
	⑥	1	24	7.0g/L	1.2g/孔	○	○

注1) 元肥、追肥ともに溶出期間180日の緩効性肥料を使用

注2) 追肥は1成長期後の調査終了後の2022年4月13日～14日に実施

そ0.6g、試験区②、⑤）、または二つかみ（およそ1.2g、試験区③、⑥）をコンテナの各孔に追肥した（表1）。2成長期後の成長量調査は2022年12月23日におこなった。

結果

表2に無施肥区①、④における大粒種子と小粒種子の大きさと発芽・展葉までの日数および1成長期後の成長量を示す。種子の大きさでは、大粒種子が小粒種子よりも高さで3.5mm、直径で3.4mm有意に大きく（ $p<0.05$ ）、重量でも大粒種子が小粒種子の2.1倍の重さを示した（ $p<0.05$ ）。発芽までの平均日数は大粒種子が小粒種子よりも6日早く（ $p<0.05$ ）、展葉までの平均日数も大粒種子が7日早かった（ $p<0.05$ ）。また、1成長期後の大粒種子の成長量は平均苗高、根元径ともに小粒種子よりも有意に大きく（ $p<0.05$ ）、平均苗高が4.5cm大きい12.3cm、平均根元径が1.1mm大きい7.8mmであった。

表3に施肥区における大粒種子（②、③）と小粒種子（⑤、⑥）の大きさと発芽・展葉までの日数および1成長期後の成長量を示す。施肥区における大粒種子と小粒種子の大きさや重量、発芽・展葉までの日数は無施肥区とほぼ同じ結果となった。1成長期後の成長量は、大粒種子が小粒種子よりも有意に大きく（ $p<0.05$ ）、平均苗高で10.0cm大きい32.1cm、平均根元径で1.2mm大きい4.8mmであった。また、1成長期後の成長量を無施肥区（表2）と比較すると、大粒種子では平均苗高で19.8cm、平均根元径で1.7mm大きく、小粒種子では平均苗高で14.3cm、平均根元径で1.6mm大きかった。

表4に表3の大粒種子と小粒種子の各2試験区（②、③と⑤、⑥）における追肥後の2成長期後の成長量を示す。なお、表中の1成長期後の成長量は、表3の種子区分別の調査結果を試験区別に分けてあらためて算出したものである。大粒種子の2成長期後の成長量は、試験区③の追肥

表2 無施肥区における種子の大きさと発芽・展葉までの日数および1成長期後の苗高と根元径

試験区	種子				発芽		展葉		1成長期後		
	播種数	高さ (mm)	直径 (mm)	重量 (g)	観測数	日数	観測数	日数	測定本数	苗高 (cm)	根元径 (mm)
大粒種子 ①	48	21.2±0.9	14.2±0.7	2.7±0.4	47	29±7.2	46	42±7.9	47	12.3±2.0	3.1±0.6
小粒種子 ④	48	17.7±1.0	10.8±1.7	1.3±0.3	39	35±8.2	33	49±8.2	36	7.8±2.0	2.0±0.5
検 定		*	*	*		*		*		*	*

注1) 表中の数字は平均値±標準偏差（播種数，観測数，測定本数を除く）
 注2) 展葉日調査に記録漏れがあったため，展葉の観測数と1成長期後の測定本数は一致しない
 注3) 種子の検定はt検定，発芽と展葉，1成長期後の成長量の検定はMann-WhitneyのU検定を用いた
 注4) *：5%水準で有意差あり，n.s.：有意差なし

表3 施肥区における種子の大きさと発芽・展葉までの日数および1成長期後の苗高と根元径

区 分	試験区	種子			発芽		展葉		1成長期後		
		播種数	高さ (mm)	直径 (mm)	重量 (g)	観測数	日数	観測数	日数	測定本数	苗高 (cm)
大粒種子 ②③	48	21.3±1.0	14.2±0.6	2.7±0.3	48	29±5.3	47	42±6.7	47	32.1±7.5	4.8±0.8
小粒種子 ⑤⑥	48	17.8±1.0	11.1±1.7	1.4±0.3	43	32±5.8	37	48±5.9	36	22.1±5.6	3.6±0.8
検 定		*	*	*		*		*		*	*

注1) 表中の数字は平均値±標準偏差（播種数，観測数，測定本数を除く）
 注2) 検定は，種子の大きさはt検定，発芽と展葉，1成長期後の成長量はMann-WhitneyのU検定を用いた
 注3) *：5%水準で有意差あり，n.s.：有意差なし

表4 施肥区における1成長期後の成長量および追肥後の2成長期後の成長量

区 分	試験区	1成長期後			追肥	2成長期後			苗高成長率 (B/A)
		測定本数	苗高 (A) (cm)	根元径 (mm)		測定本数	苗高 (B) (cm)	根元径 (mm)	
大粒種子	②	23	33.3±8.2	4.9±1.0	0.6g/孔	22	52.5±11.6	7.4±1.1	1.7±0.4
	③	24	31.0±6.9	4.8±0.6	1.2g/孔	20	63.7±13.6	7.5±1.0	2.1±0.3
検 定			n.s.	n.s.		*		n.s.	*
小粒種子	⑤	17	21.5±6.3	3.7±1.0	0.6g/孔	14	39.8±14.2	5.5±1.9	1.9±0.5
	⑥	19	22.7±5.0	3.5±0.6	1.2g/孔	18	51.1±14.4	6.8±1.4	2.2±0.5
検 定			n.s.	n.s.		*		n.s.	*

注1) 表中の数字は平均値±標準偏差（測定本数を除く）
 注2) 検定はMann-WhitneyのU検定を用いた
 注3) *：5%水準で有意差あり，n.s.：有意差なし

量 1.2g/孔区が試験区②の 0.6g/孔区よりも平均苗高で 11.2cm 大きい 63.7cm，平均根元径で 0.1mm 大きい 7.5mm，苗高成長率では 0.44 ポイント高い 2.09 倍であり，平均苗高と苗高成長率で有意差がみられた ($p<0.05$)。小粒種子についても，2成長期後の成長量は試験区⑥の追肥量 1.2g/孔区が試験区⑤の 0.6g/孔区よりも平均苗高で 11.3cm 大きい 51.1cm，平均根元径で 1.3mm 大きい 6.8mm，苗高成長率で 0.35 ポイント高い 2.24 倍であり，大粒種子と同様に平均苗高と苗高成長率で有意差がみられた ($p<0.05$)。同じ追肥量で大粒種子と小粒種子を比較すると，2成長期後の平均苗高では大粒種子が小粒種子よりも追肥量 0.6g/孔区で 12.7cm，1.2g/孔区で 12.6cm 大きく，根元径についても大粒種子が小粒種子よりも追肥量 0.6g/孔区で 1.9mm，1.2g/孔区で 0.7mm 大きく，大粒種子の優位性は1成長期後と同じであった。さらに，2成長期後の成長量は追肥量の多少にかかわらず，大粒種子（試験区②，③）が小粒種子（試

験区⑤，⑥）よりも平均苗高，平均根元径ともに大きかった。

図1,2は表4の大粒種子と小粒種子の1,2成長期後の苗高と根元径について，鹿児島県のスギコンテナ苗規格やクヌギの山行苗規格との関係を図示したものである。図1について，1成長期後の大粒種子（試験区②，③）は，苗高と根元径ともに25%以上の苗木がスギコンテナ苗の規格（苗高35cm，根元径5mm）に達していたが，小粒種子（試験区⑤，⑥）ではほとんどの苗木がスギコンテナ苗の規格に達していなかった。また，クヌギの規格に達した苗木は大粒種子，小粒種子ともなかった。

図2について，2成長期後の大粒種子は追肥量の多少にかかわらず，苗高，根元径ともにほとんどの苗木がスギコンテナ苗の規格を上回っていた。また，クヌギの規格（苗高50cm，根元径7mm）と比較すると，試験区③の追肥量 1.2g/孔区では75%以上の苗木が苗高，根元径ともにクヌギの規

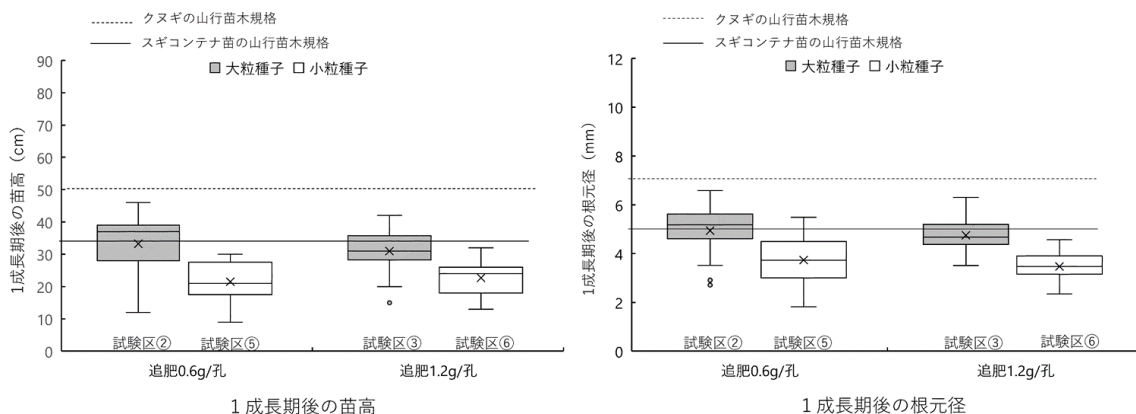


図1 大粒種子と小粒種子の1 成長期後の苗高（左）と根元径（右）

箱ひげ図は、箱中央の横線が中央値、箱の下端が第一四分位、箱の上端が第三四分位、ひげの両端が箱の長さの1.5倍以内にある最大値および最小値、×印が平均値、ひげの外側の白丸（○）は外れ値を示す。

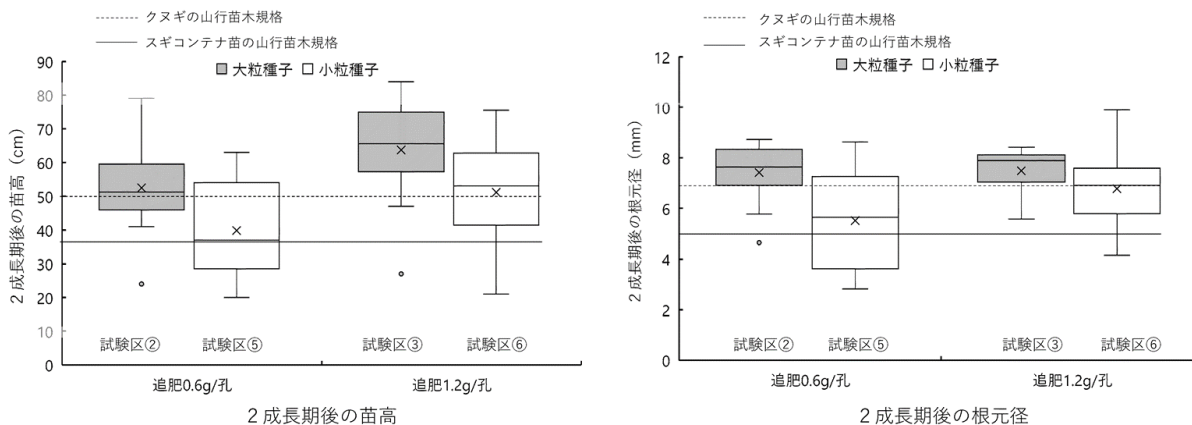


図2 大粒種子と小粒種子の2 成長期後の苗高（左）と根元径（右）

箱ひげ図の説明は図-1 に準ずる

格を上回っており、試験区②の追肥量 0.6g/孔区でも 50% 以上の苗木がクヌギの規格を上回っていた。一方、小粒種子については、試験区⑥の追肥量 1.2g/孔区が苗高、根元径ともに 50%以上の苗木がクヌギの規格を上回ったが、試験区⑤の追肥量 0.6g/孔区では多くの苗木が苗高、根元径ともにクヌギの規格に達していなかった。

考察

金子（1988）はパーク堆肥を施用した苗畑におけるアラカシの大粒種子と小粒種子の1年生苗高を比較し、苗高は大粒種子が 12.4cm、小粒種子が 7.3cm であり、大粒種子は小粒種子の 1.7 倍の苗高であったことから、種子の大きさがその苗の大きさに大きな影響を与えるとしている。本

報の無施肥区における 1 成長期後の平均苗高は、大粒種子が 12.3cm、小粒種子が 7.8cm であり、大粒種子は小粒種子の 1.6 倍の苗高であったことから（表 2）、金子（1988）の結果とほぼ一致した。また、施肥区の 1 成長期後の成長量は、大粒種子が小粒種子よりも平均苗高、根元径ともに有意に大きく（表 2）、追肥後の 2 成長期後の成長量についても、追肥量の多少にかかわらず、大粒種子が小粒種子よりも平均苗高、平均根元径ともに大きな値を示した（表 4）。さらに、大粒種子の追肥量 1.2g/孔区（試験区③）では、2 成長期後に 75%以上の苗木が県のクヌギ山行苗木の規格を上回り（図 2）、平均苗高は 63.7cm、平均根元径は 7.5mm に達した（表 4）。これらのことから、アラカシのコンテナ育苗では、大粒種子が小粒種子よりも大きな苗づくりに有利であり、大粒種子を用いた育苗では、溶出期間

180日の緩効性肥料を元肥として7.0g/L、追肥として1.2g/L孔施用すれば、2成長期後に多くの苗木がクヌギの山行苗木規格に達することが示された。

鹿児島県における広葉樹の山行苗木規格はクヌギのみに設定されているため、本報ではクヌギの規格を用いてアラカシコンテナ苗の成長量を評価したが、その基準をほぼ達成できたのは2成長期後の追肥量の多い試験区のみであった。一方、河部ら（2018）は落葉広葉樹コンテナ苗の目標規格をスギコンテナ1年生苗の規格である苗高30cm、根元径4mmに定めるとともに、堅果類の山行苗木についてはより低い規格を設けるか、育苗期間を1年以上にする必要があるとしている。鹿児島県におけるスギコンテナ苗の規格は苗高35cm、根元径5mmであり、これを広葉樹コンテナ苗の目標規格とすると、本報では大粒種子のほとんどの苗木が2成長期後にこの規格に達していたことになる（図2）。しかしながら、効率的に造林用苗木を生産するには、播種から1年で山行苗木の規格に達する必要がある。山行苗木の規格は、山地植栽後の活着状況や樹高成長、誤伐率などから総合的に判断する必要があるため（西山1991）、アラカシなどの広葉樹コンテナ苗の山行苗木の規格を設定するには山地植栽試験が必要となるが、当面は1年でスギコンテナ苗の規格である苗高35cm、根元径5mmに達することが一つの目安になると考えている。

また、今回の試験ではコンテナの孔1個ずつに追肥したため、その作業は極めて煩雑であった。河部ら（2018）は落葉広葉樹のコンテナ育苗において、追肥として5月から7月、8月から9月にかけて定期的に液肥を施用している。今後は、元肥や追肥としての緩効性肥料や液肥の種類や施肥量、施用方法等を検討することで、1成長期後にスギコンテナ苗の規格を超える広葉樹コンテナ苗の育苗方法を開発していきたい。

引用文献

藤田義憲・木下輝雄（2020）福井に適応したコンテナ苗生産技術の開発（I）. 福井県総合グリーンセンター林業試験部業務報告 59：7-11.

福田陽子・那須仁弥・高倉康造・生方正俊・田村明（2011）マルチキャビティコンテナを利用したアオダモ実生苗の育成. 日林講 122：378.

池本省吾（2010）緑化樹コンテナ苗木生産における施肥が苗木成長に及ぼす影響. 鳥取林試研報 43：19-25.

鹿児島県（2015）未来の森林（もり）づくり推進方針～再造林により豊かな森林を未来に引き継ぐために～

<http://www.pref.kagoshima.jp/ad12/sangyo-rodo/rinsui/shinrin/zorin/miraimorisuisin.html>（2023年9月10日閲覧）

金子 哲（1988）アラカシ種子の大きさが当年生苗木の生長に与える影響について. 静岡県林業技術センター研究報告 17：65-69.

片野田逸朗（2020）ブナ科樹種の堅果直まき試験地調査. 鹿児島県森林技術総合センター業務報告 68：5.

河部恭子・清川雄司・田邊 純・今野幸則（2018）マルチキャビティコンテナを用いた落葉広葉樹の育苗－宮城県西部における育苗試験－. 東北森林科学学会誌 23：30-35.

西山嘉寛（1991）広葉樹1年生山行き苗の生育特性. 岡山県林試研報 10：16-39.

佐々木義則（1983）特用樹の知識，コナナ・クヌギ編，pp30-36. 日林協，東京.

林野庁（2009）平成20年度低コスト新育苗・造林技術開発事業報告書資料 JFA-150 コンテナ育苗・植栽マニュアル (<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syubyou-1.pdf>)（2023年9月10日閲覧）

正月公志・福永健司・橘隆一（2011）ポット底面の空気根切り処理が苗の根系生長に与える影響. 日緑工誌 37：143-146.

高橋由佳（2011）ポットやコンテナを使って広葉樹苗を育てよう. 富山県農林水産総合技術センター森林研究所研究レポート1：3-4.

武田宏（2019）Mスターコンテナを用いたタブノキとシロダモの育苗試験. 新潟県森林研究所研究報告 59：14-18.

坪田幸徳・柚村誠二・豊田信行・石川実（2008）マルチキャビティコンテナを使った広葉樹苗の育成. 愛媛県林業技術センター研究報告 26：4-12.