

広葉樹を用いた海岸防災林造成における客土の効果と下刈省略の可能性

宇川裕一¹・小森谷あかね²

1 千葉県農林総合研究センター森林研究所

2 千葉県北部林業事務所

要旨：海岸防災林ではマツ材線虫病による被害が問題となっており、その対策の一つとして、クロマツ以外の樹種が生育可能な地域では広葉樹林化が検討され、その技術の確立が求められている。そこで、千葉県の九十九里浜の海岸防災林に6種の広葉樹を植栽し、その3年間の成長と客土の効果、下刈の影響について調査した。その結果、樹種では、エノキ、ウバメガシ、シャリンバイの生存率及び樹高成長量はタブノキより明らかに優っていた。客土有の試験区は客土無の試験区より、生存率及び樹高成長量が優っていた。下刈有の試験区と下刈無の試験区では、生存率及び樹高成長量が同程度であり、3年間は下刈を省略出来る可能性が示唆された。

キーワード：広葉樹、生存率、樹高成長量、客土、下刈

Effect of soil dressing and possibility of omission of weeding to establish broadleaf coastal barrier forest

Yuichi UGAWA¹, Akane KOMORIYA²

Chiba Pref. Agri. For. Res. Center, For. Res. Inst., 1887-1, Haniya, Sammu, Chiba, 289-1223

Chiba Pref. North For. Admin. Office, 1177-7 Tomita To, Sammu, Chiba, 289-1321

Abstract: Damage due to pine wilt disease is a problem in coastal barrier forests. In areas where tree species other than *Pinus thunbergii* Parl. can grow, one countermeasure is to establish broadleaf forests. To learn how, we planted six broadleaf species in a coastal barrier forest in Kujukurihama Chiba prefecture, and investigated growth for 3 years. The survival rate and height growth of *Celtis sinensis* var. *japonica* Nakai, *Quercus phillyraeoides* A. Gray, and *Rhaphiolepis umbellate* Makino were clearly superior to those of *Machilus thunbergii* Sieb. Et Zucc. Survival rate and height growth in the forest were superior to those in an experimental plot with no soil dressing. They were comparable between the test group with plot of weeding and the test group with plot of omission of weeding, suggesting the possibility that weeding can be omitted during 3 years.

Key-word: broadleaf tree, survival rate, height growth, soil dressing, weeding

I はじめに

千葉県の九十九里浜の海岸防災林はマツ材線虫病及び東日本大震災の津波によって大きな被害を受けたため、再生が進められている。このような中、マツ材線虫病対策の一つとして、クロマツ以外の樹種が生育可能な地域では、薬剤防除や伐倒駆除が不要となる広葉樹林化技術の確立が求められている。

金子ら(2)は砂丘地での広葉樹植栽における乾燥害、養分欠乏症に対して客土の効果が認められたと報告しているが、事例は少なく、適した客土施用量、方法を明らかにするには多くの事例を集積する必要がある。

海岸防災林においては、植栽木が雑草木に被圧されないうよう、通常、幼齢期には下刈を実施するが、広葉樹植栽では針葉樹植栽より下刈時の誤伐が多いことが問題と

なっている。また中山ら(4)はマツ枯れ被害の激しい海岸林における広葉樹林化について、下刈によって植栽木の生残率は低下したことを報告しているが、事例は少なく、下刈を省略することの活着や成長への影響は明らかでない。

そこで、客土の有無、下刈の有無、植栽樹種の違いによる広葉樹の活着、初期成長を比較するため、植栽3年後の樹高成長量、生存率を調査し、客土と下刈が広葉樹の初期成長に与える影響について検討したので報告する。

II 材料と方法

1. **試験地** 調査は千葉県山武郡横芝光町で行った。試験地は林帯幅約200mの海岸防災林の中央部に位置する植栽地で、林帯前縁部からの距離は約100m、汀線か

らの距離は約 220mである。林帯の海側には天端の標高約 6 mの砂丘が築設されている。この海岸防災林は、林齢 50 年生前後のクロマツ林であったが、2008 年頃からマツ材線虫病の被害が拡大し、2010 年までにほとんどのクロマツが枯死したため、海側はほぼ無立木となった。

海岸防災林において広葉樹林化が可能な場所は潮風の影響が軽減されるマツ林後背地が想定される。そこで潮風の影響を軽減するため、試験地外周を高さ 2 mの防風ネットで囲った。高さ 1.1mの静砂垣で囲まれた 1,152 m²の試験地内を高さ 0.8mの静砂垣で 1 辺 8mの方形で 18 区画に区分し、北東側 9 区画を客土無区、南西側 9 区画を客土有区とした(図-1)。客土には購入土(赤土)を用いた。客土量は 30cm厚とし、客土後に客土有区と客土無区の地盤高が同じになるように、あらかじめ客土有区を 15cm厚で掘削し、客土無区に押し土した。客土有区では客土を敷きならした後、客土と現地の砂が 1 : 1 の割合となるように深さ 60cm まで混ぜ合わせた。植栽は 2015 年 5 月に行った。植栽の際に肥料は 50g/本、土壌改良材はバーク堆肥 2.0 kg/本施用し、植栽木の列間に埋めわら、植栽地全面に敷きわらを行った。植栽密度は、通常の海岸防災林造成で行われる植栽間隔が 1mとなる 10,000 本/ha(5)とした。樹種は海岸での耐性があるとされる樹種(1)から選定し、九十九里浜の海岸防災林に自然侵入しているタブノキ、エノキ、モチノキと植栽実績のあるウバメガシ、トベラ、シャリンバイ(3)の 6 種とした。エノキ、ウバメガシ、モチノキ、タブノキを各 1,250 本/ha、シャリンバイ、トベラを各 2,500 本/ha 混植し、客土有区と客土無区に各 9 区画設定した。全 18 区画のうち、今回は静砂垣の区画の大小を比べた 6 区画を除外したため、12 区画において調査分析した。この 12 区画のうち毎年下刈りした下刈有区と、下刈りしない下刈無区を客土区と無客土区にそれぞれ 3 反復設定した。なお、誤伐を防ぐために下刈り作業は 1 年目は草本類が繁茂した客土有区のみ 8 月に手刈で刈刈を行い、10 月に両試験区で機械刈を行った。植栽 2 年目以降は 7 月に年 1 回手刈で行った。

2. 測定項目 植栽 3 年後の 2018 年 5 月の生存本数から生存率を算出した。また、植栽時と 3 年後の 2018 年 5 月に樹高の測定を行い、3 年間の樹高成長量を算出した。各樹種の生存率及び平均樹高成長量は反復ごとに算出し、これをデータとして樹種、客土、下刈を要因とした繰り返しの三元配置の分散分析を、樹種間の違いはチューキーの多重比較(JMPversion5 を使用)を行った。なお、生存率については逆正弦変換した値を用いた。

III 結果

各試験区における樹種別の生存率を表-1 に示した。ウバメガシ、エノキ、シャリンバイは客土有で下刈無区が全て 100%、客土有で下刈有区が 95%以上の高い生存率であった。客土無区は下刈無区、下刈有区ともに、ウバメガシが 80%前後、エノキは 100%、シャリンバイは 90%前後の高い生存率であった。タブノキは客土有区が 40%程度、客土無区が 10%前後であり全体的に生存率は低かった。トベラは客土有区、客土無区ともに下刈無区が下刈有区より 15%程度高い生存率であり、最も生存率の差が大きかった。モチノキは客土有区は下刈無区、下刈有区ともに 95%程度と高いが、客土無区は下刈無区で 10%以下、下刈有区で 20%程度で客土有区と客土無区の差が最も大きく、客土無で下刈無区より客土無で下刈有区の方が生存率が高かった。

生存率について、分散分析を行った結果を表-2 に示し、各試験区の植栽木全体の客土及び下刈の有無別の生存率を図-2 に示した。下刈では 5%水準、客土及び樹種では 1%水準で有意差が認められ、生存率は下刈無区の方が下刈有区より高く、客土有区の方が客土無区より高かった。樹種の多重比較では、ウバメガシ、エノキ、シャリンバイについては、生存率はタブノキより明らかに優っていた。客土と下刈の交互作用は有意差が認められなかったが、客土と樹種の交互作用には 1%水準、下刈と樹種の交互作用には 5%水準で有意差が認められた。

各試験区における樹種別の樹高成長量を表-3 に示した。客土有区については、ウバメガシは下刈無区が 70 cm 以上であり最も成長量が大きかった。エノキ、シャリンバイ、モチノキは下刈無区が 40 cm 以上であった。モチノキは下刈有区が枯れ下がりのため樹高が低くなり、下刈の有無による成長量の差が最も大きかった。タブノキは全ての区で枯れ下がりのため樹高が低くなり、下刈有区の方が下刈無区より成長量が小さかった。トベラは下刈無区が 16cm、下刈有区が 17 cm程度で成長量は同程度であった。客土無区については、ウバメガシ、タブノキは下刈有区の方が下刈無区より 10 cm程度成長量が大きかった。エノキは下刈無区の方が下刈有区より 6 cm程度成長量が大きかった。モチノキは下刈無区の方が下刈有区より成長量が大きく、30 cm程度の差が生じた。シャリンバイは下刈無区と下刈有区はともに 15 cm程度で成長量は同程度であった。トベラは枯れ下がりのため下刈無区と下刈有区で同程度に樹高が低くなった。

樹高成長量について、分散分析を行った結果を表-4 に示し、各試験区の植栽木全体の客土及び下刈の有無別の樹高成長量を図-3 に示した。下刈では 5%水準、客土及

び樹種では1%水準で有意差が認められ、下刈無区の方が下刈有区より大きく、客土有区の方が客土無区より大きかった。樹種の多重比較では、ウバメガシ、エノキ、シャリンバイについては、樹高成長量はタブノキより明らかに優っていた。客土と下刈、客土と樹種、下刈と樹種の交互作用には有意差が認められなかった。

生存率及び樹高成長量は樹種により差があり、エノキ、ウバメガシ、シャリンバイがタブノキより明らかに優っていた。

IV 考察

客土有区は客土無区より、生存率及び樹高成長量が優っていた。金子ら(2)は砂丘地での広葉樹植栽における乾燥害、養分欠乏症に対して客土の効果が認められたとしている。本試験地においては客土と現地の砂を混ぜることにより単位体積当たりの客土施用量の削減を図ったが、この方法においても同様の効果があったと考えられた。

下刈無区は下刈有区より、生存率及び樹高成長量が優っていた。中山ら(4)は下刈によってシロダモの植栽木の生残率は低下し、樹高成長は植栽1~2年目で下刈り無しで大きかったことを報告しており、樹種は異なるものの本試験地の結果もそれと同様の傾向であり、この報告を支持するものである。なお、下刈無区では繁茂した下草丈は1m程度であり、客土有区の樹種全体の平均樹高と同程度であった。

生存率における分散分析の結果では、客土と樹種の交互作用と下刈と樹種の交互作用に有意差が認められた。つまり樹種により生存率は客土と下刈の効果に違いが認められた。樹種別に生存率を見ると、ウバメガシは客土有無、下刈有無ともに同程度に高かった。エノキは、客土有無、下刈有無とともに全数生存していた。シャリンバイは、客土有無、下刈有無ともに同程度に高かった。本試験地においてウバメガシ、エノキ、シャリンバイについては、客土及び下刈の効果は明白には認められなかった。タブノキは客土の有無で大きな差が認められ、客土有区の方が生存率は高く、客土の効果は認められた。下刈有無は同程度であった。トベラは客土有区の方が客土無区より生存率は高く、下刈無区の方が下刈有区より生存率が高かった。モチノキでは客土の有無で大きな差が認められ、客土有区の方が生存率は高く、客土無区において下刈有区の方が下刈無区より生存率が高かった。

樹種により必要な客土施用量や適した客土方法は異なることが示唆された。また樹種の特長や客土方法との組み合わせによって影響の大きさは異なるが、本調査地に

おいては、3年間は下刈を省略出来る可能性が示唆された。

V おわりに

今回の調査では、広葉樹の植栽3年後までの活着、樹高成長については客土に効果があること、下刈を省略出来る可能性があることが確認できた。下刈が省略できることは、誤伐がなくなることに加え、海岸防災林における保育費用の大きな低減につながる。一方、客土については造成費用がかかるため、樹種ごとの特性を考慮し、より効率的・経済的な客土方法を検討する必要がある。また広葉樹はマツ林後背地での造成が想定されるため、造成費用を抑えるより低い植栽密度での調査を実施し、今後の成長への効果を検証したうえで導入を検討する必要がある。

引用文献

- (1) 独立行政法人森林総合研究所 (2011) クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方—本数調整と侵入広葉樹の活用—。森林総合研究所第2期中期計画成果24 (安全・安心14) : 55pp
- (2) 金子智紀・田村浩喜 (2007) 広葉樹を活用した海岸防災林造成技術の開発。秋田県森林技研法 17 : 37-60
- (3) 小森谷あかね・福島成樹 (2016) 海岸防災林前線部に植栽した広葉樹の初期成長。第127回日本森林学会大会学術講演集 : 272
- (4) 中山美智子・紙谷智彦(2018)マツ枯れが激しいクロマツ海岸林に自然侵入したシロダモの刈り出し更新。第129回日本森林学会大会学術講演集 : 134
- (5) 林野庁 (2015) 治山技術基準 (防災林造成編) の参考。 <http://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/kizyun/gijutu-kijun.html>

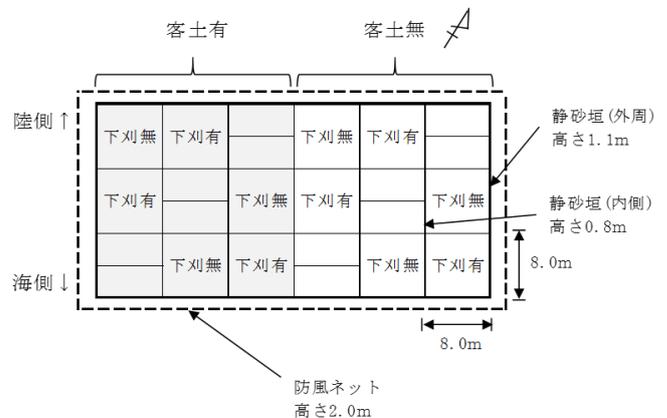


図-1. 試験区の配置
Fig.1 Layout of study plots

表-1. 各試験区における樹種別の生存率

Table.1 Survival rates by tree species in each plot

樹種		客土有		客土無	
		下刈無 (%)	下刈有 (%)	下刈無 (%)	下刈有 (%)
ウバメガシ	b	100.0	95.8	83.3	79.2
エノキ	a	100.0	100.0	100.0	100.0
シャリンバイ	b	100.0	97.9	95.8	87.5
タブノキ	d	45.8	41.7	12.5	8.3
トベラ	c	83.3	66.7	56.3	41.7
モチノキ	c	95.8	95.8	8.3	20.8

樹種は異なる英小文字間で5%水準の有意差あり

Values with the same letter are not significantly different at $P=0.05$

表-2. 植栽木の生存率における下刈と客土、樹種を要因とした三元配置分散分析結果

Table.2 Results of three-way ANOVA of the effects of weeding and soil dressing and of tree species on survival rates

要因	自由度	平方和	平均平方	F値	p 値
下刈	1	0.03	0.03	14.60	0.0124 *
客土	1	0.81	0.81	413.82	<0.0001 **
樹種	5	3.05	0.61	309.65	<0.0001 **
下刈×客土	1	0.00	0.00	2.51	0.1740
客土×樹種	5	0.55	0.11	55.50	0.0002 **
下刈×樹種	5	0.05	0.01	5.18	0.0475 *
誤差	5	0.01	0.00		

*5%水準で有意差あり

**1%水準で有意差あり

生存率については、逆正弦変換した値を使用

* $P < 0.05$

** $P < 0.01$

Survival rates were calculated with arcsine-transformed values

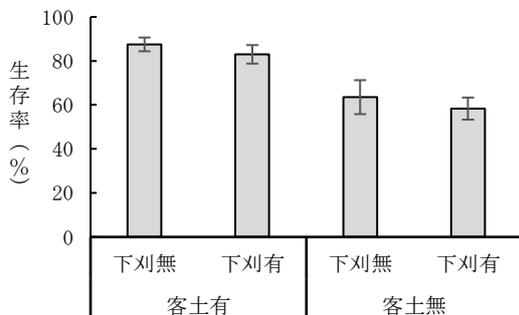


図-2. 各試験区における植栽木の生存率

エラーバーは標準偏差を示す

Fig.2 Survival rates of planted trees in each plot

Error bars show SD

表-3. 各試験区における樹種別の樹高成長量

Table.3 Height growth by tree species in each plot

樹種		客土有		客土無	
		下刈無 (cm)	下刈有 (cm)	下刈無 (cm)	下刈有 (cm)
ウバメガシ	a	73.4	65.4	8.0	15.7
エノキ	a	44.2	43.3	19.5	13.3
シャリンバイ	a	54.2	35.9	14.9	15.3
タブノキ	c	-2.7	-21.4	-38.8	-23.0
トベラ	b	16.0	17.4	-7.9	-5.4
モチノキ	b	40.6	-2.6	20.5	-11.7

樹種は異なる英小文字間で5%水準の有意差あり

Values with the same letter are not significantly different at $P=0.05$

表-4. 植栽木の樹高成長量における下刈と客土、樹種を要因とした三元配置分散分析結果

Table.4 Results of three-way ANOVA of the effects of weeding and soil dressing and of tree species on height growth

要因	自由度	平方和	平均平方	F値	p 値
下刈	1	412.79	412.79	8.40	0.0339 *
客土	1	4908.24	4908.24	99.85	0.0002 **
樹種	5	10187.49	2037.50	41.45	0.0005 **
下刈×客土	1	237.80	237.80	4.84	0.0791
客土×樹種	5	1162.17	232.43	4.73	0.0567
下刈×樹種	5	1106.20	221.24	4.50	0.0622
誤差	5	245.79	49.16		

*5%水準で有意差あり

**1%水準で有意差あり

* $P < 0.05$

** $P < 0.01$

Height growth was calculated with arcsine-transformed values

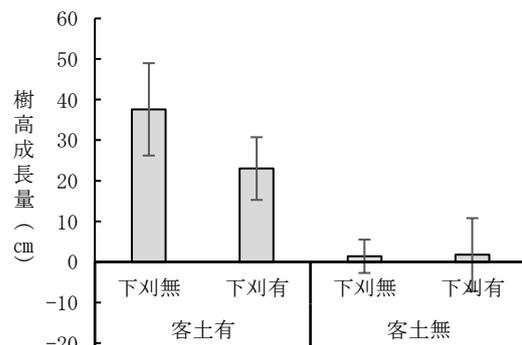


図-3. 各試験区における植栽木の樹高成長量

エラーバーは標準偏差を示す

Fig.3 Height growth of planted trees in each plot

Error bars show SD