

海岸低湿地におけるクロマツ (*Pinus thunbergii* Parl.) の樹高と有効土層の厚さの関係

小森谷あかね・福島成樹 (千葉県農林総合研究センター)

**要旨:** 標高が低い千葉県九十九里浜の海岸防災林には低湿地が多い。低湿地では植物の根が健全な状態で容易に伸長できる有効土層が薄く、クロマツ林造成の際に盛土しているが、必要な有効土層の厚さの見直しと、盛土の必要がない造成適地を簡易に判定する方法が求められている。そこで、海岸低湿地において、潮風の影響をあまり受けていない樹齢40年生前後のクロマツの樹高、有効土層の厚さ及びクロマツの樹下で優占する植生を調査した。その結果、有効土層が厚いほどクロマツの樹高が高い傾向がみられた。また、優占する下層植生によって有効土層の厚さ及びクロマツの樹高に違いがみられ、ヨシが優占または混在する場所では有効土層は55cm以下と薄く、クロマツの樹高は低かったが、ススキでは有効土層は40cm以上、チガヤでは55cm以上となり、クロマツの樹高は高い傾向があった。これらの結果から、九十九里浜の海岸低湿地においてクロマツ林の目標樹高を7mと設定すると、必要な有効土層は60cmであり、それを判定するにはヨシ、ススキ及びチガヤが指標植物となる可能性が示唆された。

**キーワード:** クロマツ, 有効土層, 下層植生, 低湿地, 海岸防災林

**Abstract:** Because of the low altitude and high level groundwater of the Kujukuri coast, Chiba Prefecture, many swamps exist in the coastal forests there. In those swamps, the effective soil depth to which roots of plants can grow easily is thin. Consequently, filling is necessary before black pine afforestation. However, the need exists to review the necessary effective soil depth and to develop an easy method of judging suitable locations for afforestation without filling. We investigated the height of black pine aged around 40 years, the effective soil depth, and dominant understory vegetation. The effective soil depth thickened as the black pine height increased. The effective soil depth and the black pine height differ according to the understory vegetation. In areas where phragmites are dominant or are mixed, the effective soil depth is less than 55 cm. The black pine height is low. The effective soil depth in each area of the Japanese pampas grass and the cogongrass is greater than 40 cm and more than 55 cm. The black pine height tended to be high in both areas. These results demonstrate that the necessary thickness of effective soil depth is expected to be greater than 60 cm when setting a target height of black pine of 7 m in coastal forests of Kujukuri coast. The possibility of using phragmites, Japanese pampas grass, and cogongrass as indicator plants is suggested.

**keywords:** *Pinus thunbergii* Parl., effective soil depth, understory vegetation, swamp, coastal forest

## I はじめに

千葉県九十九里浜には約740haの海岸防災林があるが、マツ材線虫病や東日本大震災の津波によって被害を受けたことから、再生が進められている。この海岸防災林は標高が低く、低湿地となっている場所が多い。低湿地では地下水位が高いために、植物の根が健全な状態で容易に伸長できる有効土層が薄く、クロマツ (*Pinus thunbergii* Parl.) の生育不良や枯損が発生している。そこで、クロマツ林を造成する際には盛土してから植栽しているが、盛土は費用がかかること、良質な盛土材料の入手が困難であること等から、盛土量は必要最小限とすることが望ましい。

小田(2001)は九十九里浜においてクロマツの根系を調査し、樹齢が高くなるに従って根系が深く伸長していることから、樹齢に対応した根系の垂直伸長量が

必要であるとして、クロマツが健全に生育できる根系の最小限の深さを示した(2)。これにより、現在では30年生で必要と示された深さである80cmを地下水面の最高位から確保することとし、不足分を盛土している。

しかし、九十九里浜では、地盤が低く、有効土層が薄い場所においても、比較的樹高が低いものの、健全に生育しているクロマツがみられる。クロマツと同じく深根性の樹種であるスギは、有効土層の厚さによって根系の発達制限されるような個体の大きさになると、樹高成長は頭打ちになることが報告されている(3)。このことから、同じ林齢であっても樹高によって必要とする有効土層の厚さに違いがあり、目標とする樹高を設定することで必要最小限の有効土層がこれまでよりも小さくなる可能性がある。

Akane KOMORIYA, Shigeki FUKUSHIMA (Chiba Pref. Agri. and Forestry Res. Center, Forestry Res. Inst., 1887-1 Haniya, Sammu City, Chiba 289-1223) Relation between black pine (*Pinus thunbergii* Parl.) tree height and effective soil depth in coastal forest swamps

また、クロマツ林造成の際に、盛土の必要性の有無や盛土量を定めるために地下水位を測定しているが、より簡易に判定する方法が求められている。その判定方法として、地盤の高低差によってクロマツ林内に優占する下層植生に違いがみられることから、下層植生を指標とすることが考えられる。

そこで、クロマツの樹高、有効土層の厚さ及びクロマツの樹下で優占する下層植生の関係を明らかにするとともに、クロマツ林造成地として必要最小限の有効土層の厚さと、下層植物を指標とした造成適地の判定方法について検討したので報告する。

## II 調査地及び方法

調査は、九十九里浜のなかでも特に低湿地が多い長生郡白子町を中心に、匝瑳市から長生郡長生村までの海岸防災林で行った(図-1)。調査地の標高は2~4mで、平坦な地形であるが、小さな起伏があり、低い場所では降水量の多い時期には滞水する。調査を行った海岸防災林の林帯幅は約100~200mで、林帯の海岸側には砂丘が築設されている。砂丘の天端の標高は約5~8mで、砂丘から汀線までの距離は約100mである。海岸防災林はクロマツを主体に造成されているが、低湿地における過湿害及び松くい虫による被害で多くが枯死し、特に近年は松くい虫被害が激化したために急速に疎林化している。そこに点在するクロマツのうち、健全に生育していた68本について、樹高、樹齡、有効土層の厚さ及び樹下で優占する下層植生を調査した。

九十九里浜で造成されるクロマツ林は、林帯を維持する期間を目標林齡として設定しており、かつては50年生、近年は30年生としている。このことから、調査対象を40年生前後とし、周囲の新しい松くい虫被害木の伐根の年輪数及び造成時期の記録から40年生前後と推定されたクロマツを調査した。

有効土層は、本調査においては、根の健全な伸長が地下水の影響によって阻害されることのない土層とした。地下水位の高さは降水量によって1m程度の変動があるが(2)、土壤断面のクロマツの根系分布を調査したところ、地下水の影響によってグライ化作用を受けて灰色を呈している土層では、健全な根はほとんどみられなかった。そこで、有効土層はグライ化作用を受けている土層の上端までとし、検土杖を用いて測定した。

なお、低湿地においては、根系が浅いために樹体を支えきれずに傾き、倒伏する高木があるが、本調査で

は傾き30度までのクロマツを対象とし、それより大きく傾いている個体は健全ではないものとして対象としなかった。また、クロマツの樹形や周辺の環境から潮風による影響が大きいと判断された場所及び土壌が硬いことによって根の伸長が困難となっている場所は、地下水以外の要因により樹高成長が制限されている可能性があるため対象としなかった。

## III 結果と考察

1. 有効土層とクロマツの樹高の関係 クロマツの樹高階別本数を図-2に示した。平均樹高は8.5m、最低は3.2m、最高は14.5mであり、差が大きかった。

有効土層の厚さとクロマツの樹高と下層植生の関係を図-3に示した。ばらつきは大きいですが、有効土層が厚いほどクロマツの樹高が高くなる傾向がみられた。特に、有効土層が70cm程度までの場所で顕著であり、それを超える場所では有効土層の厚さの違いによる樹高の差はあまり大きくなかった。また、有効土層が比較的薄い場所では樹高が極端に低い個体もみられたが、40cm以上では1個体を除いて樹高5m以上、60cm以上ではすべての個体が7m以上であった。これらのことから、有効土層70cm程度までは、有効土層の厚さからクロマツの到達可能な樹高が推定され、目標とする樹高が高くなるにしたがって必要な有効土層の厚さは大きくなると考えられた。

2. 下層植生と有効土層、クロマツの樹高の関係 クロマツの樹下で優占する下層植生の種類別の有効土層の厚さを図-4に示した。下層植生がヨシ(*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)、ヨシ・ススキ(*Miscanthus sinensis* Andersson)が混在、ススキ、チガヤ(*Imperata cylindrica* (L.) Raeusch. var. *koenigii* (Retz.) Pilg.)の場所で、有効土層の平均値(最小値~最大値)はそれぞれ32cm(24~46cm)、46cm(40~55cm)、55cm(39~100cm)、91cm(55~150cm)であり、有効土層の厚さはヨシ、ススキ、チガヤの順に厚くなる傾向がみられた。ヨシが優占するのは有効土層が40cm未満と薄く、湿った場所がほとんどであった。有効土層40cm以上の場所でもヨシはみられたが、ヨシが優占することはまれであり、ススキと混在することが多く、55cmを超える場所ではみられなかった。ススキは39cmより薄い場所にはみられなかった。このことから、優占する下層植生によって、おおまかな有効土層の厚さの推定が可能と考えられた。

下層植生の種類別のクロマツの樹高を図-5に示した。クロマツの樹高の平均値(最小値~最大値)は、

ヨシとヨシ・ススキではそれぞれ 6.2m (3.2~8.5m) , 7.4m (5.3~9.7m) であった。ススキとチガヤではそれぞれ 9.0m (7.2~11.4m) , 9.7m (7.5~11.5m) とほぼ同じであり、いずれもヨシ、ヨシ・ススキより樹高が高く、5%水準で有意差が認められた (Tukey-Kramer 法)。このことから、ヨシまたはヨシ・ススキが優占する場所では、クロマツは比較的樹高が低い個体が多くなるおそれがあるが、ススキまたはチガヤでは樹高 7 m 以上に成長することが期待できると考えられた。

**3. 必要な有効土層と下層植生による判定** 九十九里浜クロマツ林の樹高成長曲線から読み取ると、林齢 40 年で樹高は 8.3m±1.5m であり (1) , 40 年生で樹高 7 m であれば九十九里浜での平均的な成長とみなせる。そこで、7 m を目標の樹高とする。有効土層が比較的薄い場所でも樹高が高くなる場合はあるが、根系の深さが足りずに倒伏しやすくなるおそれがあり、また、樹高のばらつきが大きかったことから、すべての個体が 7 m 以上であった 60cm が必要最小限の有効土層となる。

有効土層 60cm 以上の場所を盛土せずにクロマツ林の造成が可能な適地とし、その判定に下層植生を指標とすると、ヨシが優占する場所の有効土層はおおむね 45cm 以下、ヨシ・ススキでは 55cm 以下となり、適地ではないと判定できる。ススキ、チガヤが優占する場所では、有効土層はそれぞれ 40cm 以上、55cm 以上と推定され、60cm 未満の場所も含まれるが、ヨシが混ざる場所、近辺にヨシがある場所を避けることで、おおまかな適地の判定が可能と考えられる。以上のことから、海岸低湿地においてクロマツ林造成の適地を選定する際に、ヨシ、ススキ及びチガヤが指標植物となる可能性が示唆された。

ただし、下層植物による判定は簡易だがおおまかなものであるため、より確実な判定が必要な場合は、検土杖での測定や土壌断面の観察によって有効土層を確認することが有効である。

**IV おわりに**

今回の調査では、九十九里浜の海岸低湿地においてクロマツの樹高、有効土層の厚さ及び優占する下層植生の関係を調査し、目標とする樹高が高くなるにしたがって必要な有効土層が厚くなることを明らかにし、クロマツ林造成適地の判定方法としてヨシ、ススキ、チガヤが指標植物となる可能性を示した。

指標植物による判定は特別な技術や道具が必要ない簡易な方法であるため、東日本大震災での津波や松く

い虫により大きな被害を受けた九十九里浜海岸防災林の再生に向けて植栽活動を行っている多くのボランティア団体にも活用されることを期待する。

**引用文献**

- (1) 小田隆則 (1975) 海岸砂防林の間伐に関する試験 (II) - 間伐試験区の設定 -. 千葉県林業試験場報告 : 9, pp.45-50
- (2) 小田隆則 (2001) 海岸砂丘低湿地における植栽木根系の滞水反応と樹林帯造成法に関する研究. 千葉県森林研究センター特別研究報告 : 3, pp.78
- (3) 丹下健 (1995) スギ造林木の成長に関する生態生理学的研究. 東京大学農学部演習林報告 : 93, pp.1-139



図-1. 調査地の位置  
Fig. 1 Locations of study areas

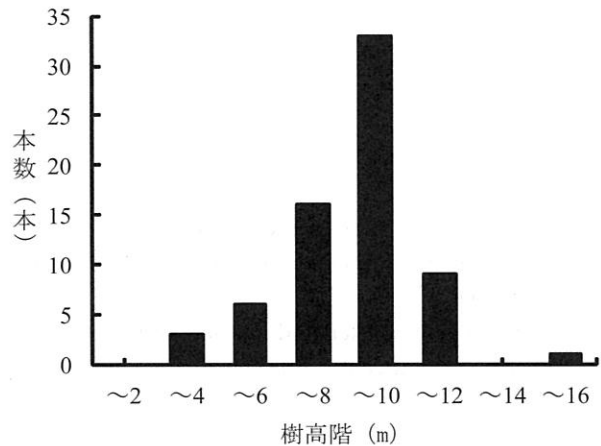


図-2. クロマツの樹高階別本数  
Fig. 2 Number of *P. thunbergii* of each tree height grade

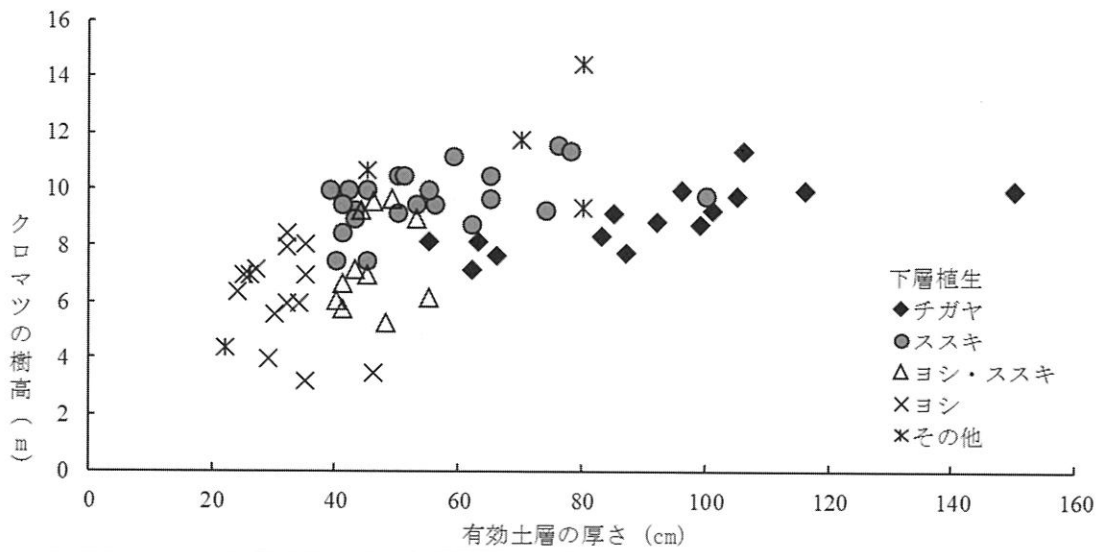


図-3. 有効土層の厚さとクロマツの樹高と下層植生の関係

Fig. 3 Relation of effective soil depth, *P. thunbergii* height and understory vegetation

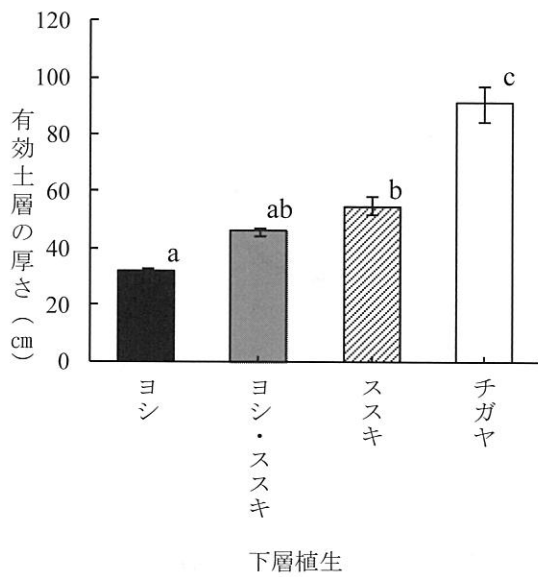


図-4. 下層植生ごとの有効土層の厚さ  
エラーバーは標準誤差を示す。異なる英小文字の間に5%水準で有意差あり (Tukey-Kramer 法)。

Fig. 4 Effective soil depth of each type of understory vegetation

Error bars show standard errors. Different letters indicate significant difference at  $p < 0.05$  (Tukey-Kramer).

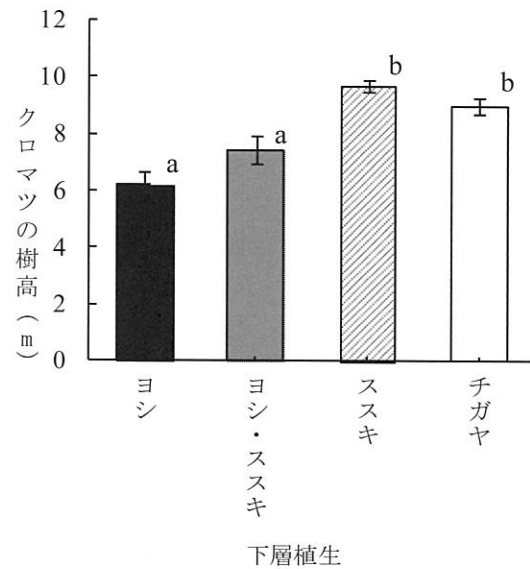


図-5. 下層植生ごとのクロマツの樹高  
エラーバーは標準誤差を示す。異なる英小文字の間に5%水準で有意差あり (Tukey-Kramer 法)。

Fig. 5 *P. thunbergii* height of each type of understory vegetation

Error bars show standard errors. Different letters indicate significant difference at  $p < 0.05$  (Tukey-Kramer).