

## 海岸砂丘地における松林の発達と物質生産 (第1報)

15年生クロマツ林の樹高と現存量, 生長量などとの関係

小笠原 隆 三\* · 曳 地 政 雄\* · 坪 井 考 明\*  
木 下 修 二\* · 柴 山 善 一 郎\*

Studies on the Relationship between Dry-Matter Production  
and the Development of a Pine Forest  
on Coastal Sand Dunes [ I ]

Relationship between tree height,  
biomass, increment etc. of  
15-year-old Japanese Black Pine stands

Ryuzo OGASAWARA, Masao HIKICHI,  
Komei TSUBOI, Shuji KINOSHITA  
and Zenichiro SHIBAYAMA

*Department of Forestry Management, Faculty  
of Agriculture*

### Summary

Results of the study:

- 1) The basal area at breast height tends to increase with increasing tree height.
- 2) Total biomass and total increment of trees tend to increase and the ratio of stem in biomass and increment tend to increase with increasing tree height.
- 3) The net assimilation rate (NAR) tends to increase, but the leaf weight ratio (LWR) tends to decrease with increasing tree height.
- 4) The amounts of total nitrogen (N), total phosphorus, chlorophyll and water tend to increase, but the amounts of auxins and total carbohydrate (C), and C/N ratio tend to decrease with increasing tree height.
- 5) The amount of fallen leaves on the ground and the amounts of total nitrogen, total phosphorus and water in fallen leaves tend to increase with increasing tree height.

---

\* 鳥取大学農学部林学科

緒 言

砂丘地に健全で安定した森林を造成することは木材生産の面からのみならず保全上、風致上も望ましいことである。

本研究は砂丘地における森林の物質生産と森林が発達していく過程でそれがどう変化していくかを明らかにすることにより砂丘地に生産力の高い森林を造成し、それを合理的に管理利用するための基礎的研究として行なうものである。

今回は樹令が同じでも樹高に著しい差のみられる15年生クロマツ林について樹高が異なると現存量、生長量、葉内成分などがどのように変化するかを調べた結果を報告する。

本研究の一部は日本林学会関西支部大会(25回)で発表した(1, 2)

材料および方法

鳥取市湖山にある鳥大演習林内の15年生クロマツ林を供試した。

本クロマツ林は汀線から約700 m離れ、5度前後の傾斜をもつ砂丘上に植栽されたものである。クロマツと同時にニセアカシアも数列おきに植栽されたが現在は生育状態が極めて不良で枯死したものも多くクロマツ純林に近い林分となっている。

クロマツは傾斜の下方で生長がわるく樹高1~2 mであるが上方に行くにつれ生長が良くなり最も生長の良いところで樹高が5~6 mである。樹高の最も良いところと最も悪いところの距離は約30 mである。3月に斜面に沿って標準地(5 m×30 m)を3カ所設定し、さらに標準地内を10 mごとに分け低樹高区、中樹高、高樹高区とし、それぞれについて樹高、胸高直径を測定した。

標準地内の樹高、直径の測定結果をもとにして低樹高から3本、中、高樹高区から4本ずつ計11本の標準木を選定し、それぞれについて層別刈取法、樹幹析解を行ない各器官の現存量と幹の生長量を求めた。枝の生長量は各樹高区から12本ずつ計36本の枝を選

定し、それを区分求積して求め、根の場合はヒノキ林(3)にならってその生長率は幹のそれと同じとして算出した。

葉の場合は各樹高区から1本ずつ計3本の標準木の全葉を葉令別に分け、さらに各樹高区から10本ずつ枝を選定し、それについている葉を葉令別に分け1年生葉の現存量を求めそれを1年間の葉の生長量とみなした。

純同化率、相対生長率、葉重量比は次のようにして算出した。

$$\text{純同化率} = \frac{\text{全生長量}}{\text{全葉量}}$$

$$\text{相対生長率} = \frac{\text{全生長量}}{\text{全現存量}}$$

$$\text{葉重量比} = \frac{\text{全葉量}}{\text{全現存量}}$$

3月から4月にかけて3回各樹高区からそれぞれ約10本ずつ立木を選定し、その頂部から1年生葉を採取し葉内成分を調べた。

葉内成分の定量は次のような方法によって行なった。全NはNessler 試薬による比色法、全PはGomori 法、全炭水化物は Somogi-Nelson 法、クロロフィルは Smith-Benitez法に準じて定量した。オーキシンはエーテルで抽出しペーパークロマトグラフィーで分離後アベナ伸長試験で定量した。これらの方法の詳細については前報(4,5)と同じであるので省略した。

林床上の落葉量については3月に各樹高区に50 cm×50 cmのプロット10カ所ずつもうけその中にある全落葉量を測定し、その一部を実験室にもち帰り全N、全P、水分測定のために供した。落葉中の全N、全Pの測定は生葉の場合に準じた。

なお、全N、全P、全炭水化物、クロロフィルの含量は絶乾重量当りに換算して示した。

結果および考察

本クロマツ林の低樹高区(平均樹高1.76 m)、中樹高区(平均樹高2.91 m)、高樹高区(平均樹高4.58 m)の胸高直径、胸高断面積などを示すとTable-1 のようである。樹高の高い区ほど胸高直径、胸高断面積が大きくなっており、とくに胸高断面積の変化

Table-1 Description of pine stands

	Tree height		
	Small ( $\bar{H}=1.76\text{ m}$ )	Medium ( $\bar{H}=2.91\text{ m}$ )	Tall ( $\bar{H}=4.58\text{ m}$ )
Mean diameter cm	2.48	3.44	5.20
Mean basal area at breast height per ha. m	1.80	5.13	14.66
Mean number of trees per ha.	6100	5800	5600

が著しかった。立木本数はあまり大きな違いはみられないがわずかながら少なくなる傾向がみられた。

標準木法により各器官の現存量, 生長量を求めた結果はTable-2~3のようであった。

樹高の高い区ほど幹, 枝, 葉, 根の現存量が多くなり, また, 幹の占める割合が大きくなり枝, 葉の占める割合が小さくなる傾向がみられた。

生長量の場合も枝をのぞいては現存量の場合と似ており樹高のたかい区ほど生長量が多くなり全生長量のうち幹の生長量の占める割合が多くなる傾向がみられた。

低樹高区では全生長量のうち95%ほどが葉と枝に配分されているが, これが高樹高区になると52%ほどに減少している。マツの場合も成林し閉鎖した林分になると葉の量がほぼ一定となり安定した状態となることが知られているが本クロマツ林の場合そのような安定した状態になる過程で樹高が低く閉鎖していない段階ほど葉・枝の形成に生長量の多くをさく必要があるのかもしれない。

本クロマツ林で最も全生長量の多い高樹高区でもha当たり年10.62tonであり, これは静岡での10年生ク

ロマツ林(6)よりも低くマツ林の生長量の平均値14.8 ton/ha・年(6)よりも低い値を示している。しかし, 葉量では10年生クロマツ林(6)の9.7ton/haよりは少ないがマツの葉量の平均値6.8ton/ha(6)よりわずかながらうまわっており決して少ない葉量ではない。葉量が少なくなくて生長量が低いことは本クロマツ林の場合葉の効率が劣っている可能性も考えられてくる。

本クロマツ林の純同化率, 相対生長率などを調べた結果はTable-4に示すようで純同化率は樹高のたかい区で大きい葉重量比は逆に小さい傾向がみられた。なお, 相対生長率についてははっきりした傾向はみられなかった。純同化率は葉の純生産に対する効率のひとつの尺度とみられておることから本クロマツ林で樹高のたかい区で生長量の多いことは葉量の多いことのほかに葉の効率のたかくなっていることも原因しているものと思われる。アカマツやヒノキなどのように砂丘地のクロマツの場合も地位のちがいが葉の同化能率のちがいとなって生産力と結びついている可能性が強い。本クロマツ林で純同化率の最も高い高樹高区でも1.37ton/ton・年であり

Table-2 Biomass (dry weight) of pine stands

	Tree height		
	Small ( $\bar{H}=1.76\text{m}$ )	Medium ( $\bar{H}=2.91\text{m}$ )	Tall ( $\bar{H}=4.58\text{m}$ )
Stem ton/ha.	3.30 (20.48) %	10.02 (30.04) %	25.77 (48.75) %
Branch ton/ha.	5.16 (32.03)	5.76 (17.27)	7.79 (14.74)
Leaves ton/ha.	4.88 (30.29)	7.49 (22.46)	7.77 (14.70)
Root ton/ha.	2.77 (17.19)	10.08 (30.22)	11.56 (21.87)
Total ton/ha.	16.11 (100.)	33.35 (100.)	52.89 (100.)

Table-3 Current annual increment (dry weight) of pine stands

	Tree height		
	Small ( $\bar{H}=1.76\text{m}$ )	Medium ( $\bar{H}=2.91\text{m}$ )	Tall ( $\bar{H}=4.58\text{m}$ )
Stem ton/ha.	0.10 (2.42) %	1.29 (16.21) %	3.53 (33.24) %
Branch ton/ha.	1.79 (43.34)	1.94 (24.37)	1.61 (15.16)
Leaves ton/ha.	2.16 (52.30)	3.43 (43.09)	3.90 (36.72)
Root ton/ha.	0.08 (1.94)	1.30 (16.33)	1.58 (14.88)
Total ton/ha.	4.13 (100.)	7.96 (100.)	10.62 (100.)

これは他のマツ林(6, 7)とくらべてもかなり低い値である。なお、本クロマツ林のように樹高のたかいものと低いもので、葉の効率にちがいがあると

みられる1年葉, 2年葉, 3年葉のつく割合が異なっていることなどからも全生長量を全葉量で割って求める純同化率の算出方法には検討の余地がある

Table-4 NAR, RGR and LWR of pine stands

	Tree height		
	Small ( $\bar{H}=1.76\text{m}$ )	Medium ( $\bar{H}=2.91\text{m}$ )	Tall ( $\bar{H}=4.58\text{m}$ )
Net assimilation rate (NAR) ton/ton · year	0.85	1.06	1.37
Relative growth rate (RGR) ton/ton · year	0.26	0.24	0.20
Leaf weight ratio (LWR) ton/ton	0.30	0.22	0.15

本クロマツ林の生産構造図を示すとFig. 1のようである。高樹高区では下方の枝葉が枯れ樹冠が上方に移動していることがみとめられる。砂丘地におけるクロマツ林の場合樹高が5~6m以上の閉鎖林分では葉の垂直分布の型が大体同じとなり樹高がたか

くなくてもそれがそのまま上方移動していくような安定したかたちになる(8)。本クロマツ林の高樹高区でもそのような意味ではまだ安定した状態とはいえない。

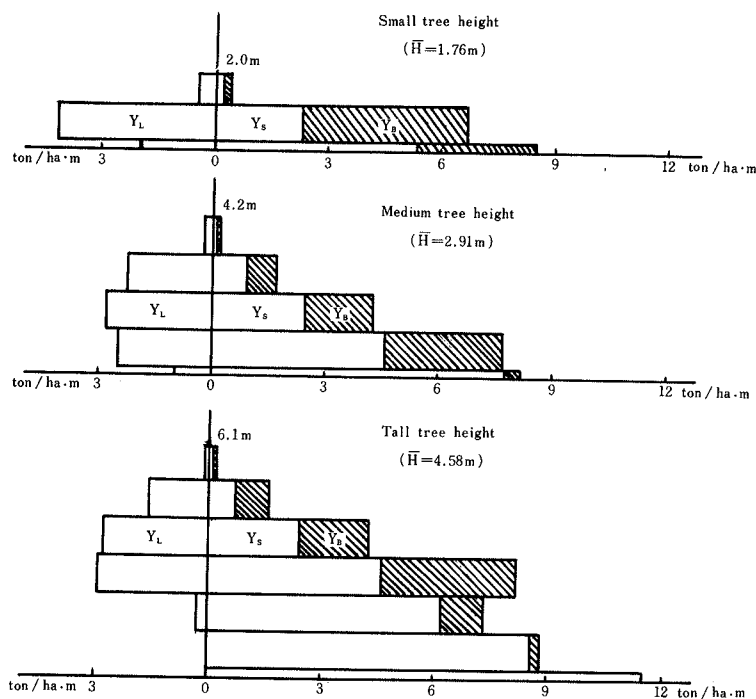


Fig.1 Production structure diagrams showing the vertical distributions of dry weight of stem ( $Y_s$ ), branch ( $Y_b$ ) and leaves ( $Y_L$ ) in ton per ha·m.

1年葉内の全N, 全P, クロロフィルなどを調べた結果はFig. 2~3 のようである。

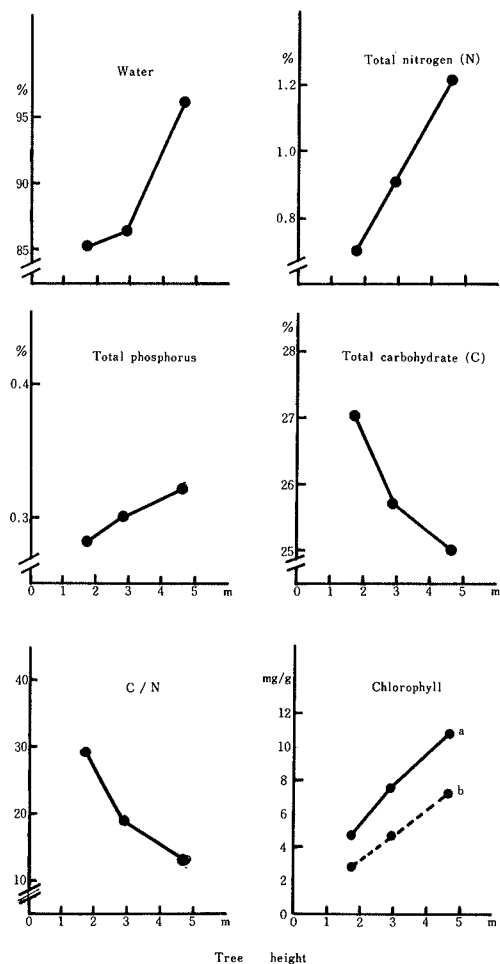


Fig.2 Changes of chemical constituents in pine leaves in relation to tree height

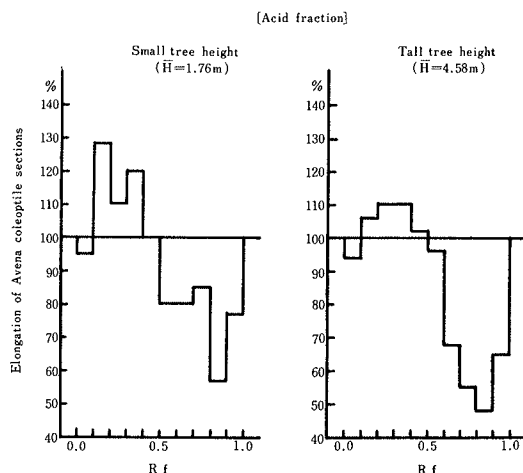


Fig.3 Changes of auxins in pine leaves in relation to tree height.

樹高のたかい区で全N, 全P, クロロフィル, 水分が多く全炭水化物, オーキシンが少なくC/N比が低い傾向がみられた。こうした傾向は2年生葉でくравても同様である(8)。

アカマツ林で施肥によって伸長の促進されたものは葉内の全N, 全P, クロロフィルが増加しオーキシン, 全炭水化物が減少することがみとめられ(9), 本クロマツ林の樹高がたかくなる場合にみられる変化の傾向と類似していた。本クロマツ林の葉内の全N, 全P, クロロフィル含量は他のマツの場合 (5,

10~14) にくらべて一般に低い。クロロフィル, N, Pなどは葉の効率などにも関連をもつ重要な物質であり砂丘地のクロマツのようにこれら物質の不足がちなものでは葉内のわずかな増減も比較的葉の効率に影響しやすいのではなかろうか。

林床上にみられる落葉量とそれに含まれる全N, 全Pなどを調べた結果はFig. 4のようで樹高のたかい区ほど林床上の落葉量が多くまた, 落葉中に含まれる全N, 全P, 水分も多くなる傾向がみられた。

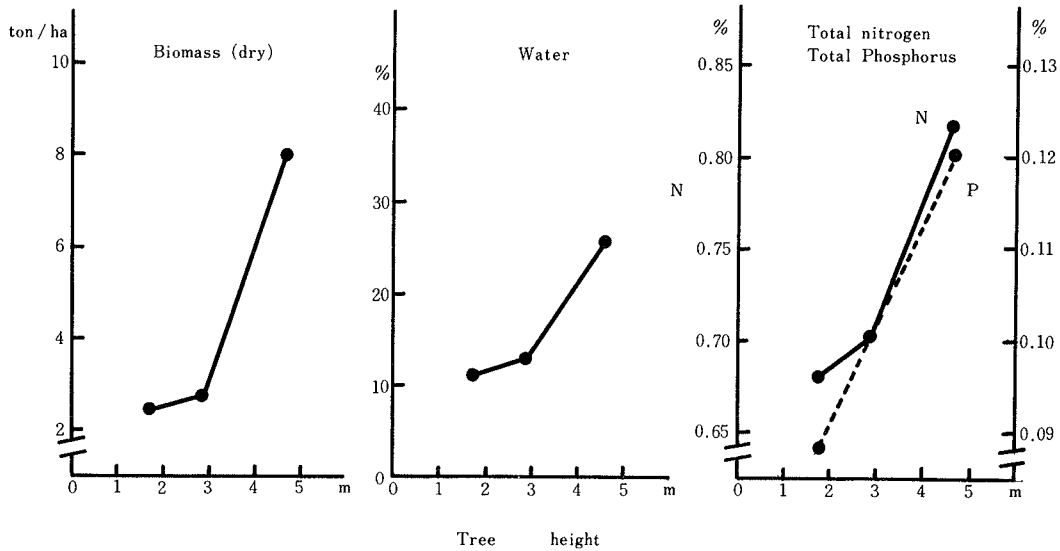


Fig.4 properties of fallen leaves on ground of pine stands.

高樹高区で落葉量の多いことは葉の生長量の多いことからみて年間の落葉量の多いことによるものとみられ、これと落葉中の全N、全P、水分の多いこととあまって森林の物質循環の面でも好しい影響を与えていることが充分考えられる。

同じ15年生林でも樹高に著しい違いがみられるが、これははじめおかれた環境の違いに大きく影響されたと思われるがマツが生育していくにつれてマツと環境との相互作用を通じて森林の機能の発達具合にも差ができ、例えば自己施肥機能の発達具合に違いが生じてきたことも関連していることも考えられ今後こうした面を明らかにしていきたい。

### 要 旨

砂丘地における15年生クロマツ林の樹高と現存量、生長量、葉内成分などとの関係について調べた。

- 1) 樹高のたかいものほどha当りの胸高断面積が大きくなる傾向がみられた。
- 2) 樹高のたかいものほど全現存量、全生長量が多く、またその中で幹の占める割合が多くなる傾向がみられた。
- 3) 樹高の高いもので純同化率がたかく葉重量比が低い傾向がみられた。
- 4) 樹高の高いもので葉内の全N、全P、クロロフ

ィル、水分が多く、全炭水化物、オーキシンが少ない傾向がみられた。

- 5) 樹高の高いもので林床上の落葉量が多く落葉中に含まれる全N、全P、水分も多くなる傾向がみられた。

### 文 献

- 1) 小笠原隆三・曳地政雄・坪井考明・木下修二・柴山善一郎：日林関西支部講、25；53～54 1974
- 2) 小笠原隆三・曳地政雄・福田宣明・太田裕久・坂梨孝一：日林関西支部講、25；55～56 1974
- 3) 四手井綱英ほか：ヒノキ林 地球社1974
- 4) 小笠原隆三：日林誌 56；271～275 1974
- 5) 小笠原隆三・渡辺孝：日林誌、56；321～324 1974
- 6) 只木良也：森林生態系とその物質生産、林業科学技術振興所 1968
- 7) 四手井綱英編：アカマツ林の造成、地球出版 1974
- 8) 小笠原隆三：(未発表)
- 9) Ogasawara R. und Hikichi M.: Bull. Resea Agri. Tottori Univ. 10；27～31 1975
- 10) 河田弘・丸山明雄・衣笠忠司：林試研報、199；67～97 1967

- 11) 河田弘・衣笠忠司：林試研報, 219; 121~136  
1969
- 12) 河田弘：林試研報, 221; 1~20 1970
- 13) 塘隆男：林試研報, 137; 1~158 1962
- 14) 塘隆男・原田洸・及川伸夫：日林講, 69;  
182~184 1969

