

# アカマツとクロマツのスミワケに関する研究 (2)

アカマツ・クロマツ針葉の耐乾性について

沖 村 義 人

Yoshito OKIMURA

Studies on the habitat segregation of *Pinus densiflora* and  
*P. Thunbergii* (2)

On the drought resistance of their needles.

## 緒 言

前報<sup>1)</sup>において、アカマツとクロマツはスミワケをなし、乾燥地には普通アカマツが出現し、クロマツはほとんど出現しないことを報告した。これよりアカマツはクロマツに比して乾燥地を好み耐乾性にとむようにみられるが、クロマツ帯（海岸地方）において岩石上に生育するクロマツや、移行帯においても局所的ではあるが一年中強い風（谷風や山風）をうける場所においては、クロマツが優勢に分布しその保護のもとにアカマツが生育している例を多くみることができると。

このことは強い乾燥に対してクロマツがアカマツより抵抗性にとむためではないかと考えられるので、両者の耐乾性を比較するため1970～71年にこの実験を行なった。

### 実験 1 針葉の乾燥経過の測定

#### 1-1 実験方法

5万分の1ワグネルポットに、1年生のアカマツ苗およびクロマツ苗各2本計4本を植え、3ヶ月間屋外に放置し降雨の少ない時には乾燥しすぎないようにかん水した。6月下旬これらの鉢より前年葉を採取して、採葉直

後の重量を直示天秤で秤量した。その後第1表のごとく風乾またはデシケーターに入れて乾燥し、一定時間ごとに迅速に重量を測定した。最後は105°Cで恒量に達するまで加熱して絶乾重を測定した。

#### 1-2 結果および考察

測定結果は第2表に示した。植物の蒸散量の測定には色々の方法<sup>2)3)</sup>があるが、本実験では強い乾燥に対する抵抗性についてアカマツとクロマツとを比較することが目的であるので上記の方法を採用した。

アカマツ・クロマツ共に針葉の乾燥経過は採葉直後の乾燥が大きく、その後漸減しつつ平衡含水率に達するようである。

針葉の乾燥経過は温度・湿度・風速等により変化するので、アカマツとクロマツとの比較を正確にするためには同一条件の得られやすいデシケーターによる乾燥が望ましい。乾燥剤として第1表のごとく3種類を使用した。が、塩化カルシウムは水分奪取力が強く自然の風乾とは余りに差が大きい。硫酸ナトリウムとシリカゲルは風乾より乾燥度合はやゝ強いが、比較的乾燥経過が近似している。従って以後の実験には30°Cで、硫酸ナトリウ

Table 1 Drying Condition

drying sort	Condition
air dry	leaved alone in room. max. temperature 27°C. mean temperature 25°C. mean humidity 60%.
desiccator 1	desiccant CaCl <sub>2</sub> , temperatures are as above
desiccator 2	desiccant Silicagel, //
desiccator 3	desiccant Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , //

Table 2 Courses of Drought of Needles  
(to oven dry weight)

Species	drying sort	½ hour	1	3	5	8	24	48
<i>P. densiflora</i>	air dry	8.6%	11.0	21.2	29.0	34.6	53.5	73.2
<i>P. Thunbergii</i>	"	5.2	6.7	14.1	18.0	22.6	40.4	56.5
<i>P. densiflora</i>	Desiccator 1	20.2	26.2	40.2	53.5	74.4	134.9	187.0
<i>P. Thunbergii</i>	"	15.3	20.5	30.5	36.2	42.4	67.2	97.1
<i>P. densiflora</i>	Desiccator 2	14.9	19.4	29.6	37.5	43.5	70.9	102.6
<i>P. Thunbergii</i>	"	9.2	11.8	22.3	28.1	34.9	60.9	89.7
<i>P. densiflora</i>	Desiccator 3	8.8	11.5	22.9	31.0	38.7	72.8	102.3
<i>P. Thunbergii</i>	"	7.0	9.0	16.1	20.8	26.6	47.6	69.4

ムを入れたデシケーターを使用する。

実験2 新葉・旧葉の乾燥抵抗の測定

2-1 実験方法

試料・方法は実験1と同じである。乾燥条件は風乾の場合に最も近い経過を示す乾燥剤として硫酸ナトリウムを入れたデシケーターを使用し、温度は30°Cとした。

なお測定は7月上旬に行なった。

2-2 結果および考察

針葉の乾燥経過は第1図に示すごとく採葉後50分位までの乾燥量が大きく、それ以後は漸減する傾向を示し、実験1の場合と全く同じである。

アカマツとクロマツを比較すると、当年葉ではクロマツはアカマツの50~60%しか乾燥せず、前年葉については40~70%の乾燥量である。従って当年葉・前年葉を通じて、クロマツはアカマツの50~60%しか乾燥しないようである。このアカマツとクロマツの大きな差は、蒸散

防止の働きをもつ下皮<sup>1)</sup>が、アカマツでは1層・クロマツでは2層<sup>2)</sup>あることが主な原因であると考えられる。

当年葉と前年葉とを比較すると、アカマツは短時間(25分)ではほとんど同じ乾燥量であるが、その後は当年葉は前年葉の1.5~2倍ほど乾燥する。クロマツでもその比は1.6~1.9倍ぐらいである。この当年葉と前年葉の差は、新葉が開芽して間のない7月上旬では細胞の硬化・クチクラ層の発達が不十分なためであると考えられる。

植物の耐乾性は細胞液濃度と細胞組織の構造によって相違を生じる<sup>3)</sup>もので、表皮組織をおおうクチクラ層の発達・組織の硬化または革質化・下皮の発達は乾燥に耐えるのに有利な構造である。従ってかかる乾性的構造のより発達したクロマツがアカマツよりも、前年葉が当年葉よりも乾燥に強いのは当然であろう。

実験3 針葉の乾燥と回復についての測定

3-1 実験方法

実験1および2と同じ試料を使用して採葉し、乾燥時間をかえて重量を測定した。秤量後は底に深さ1cm程水を入れた管びんにさし、30°Cの気密状態で24時間吸水させて吸水量を測定した。

以上のごとく、試料採取時・一定時間乾燥後および吸水後の含水率を測定した。

3-2 結果および考察

針葉の乾燥経過は第2図に示すように、3時間でアカマツはクロマツより30%程多く乾燥し、その後その差は次第に大となり24時間で75%の最大値に達し、以後は漸減する。すなわちアカマツは強い乾燥により比較的短時間に急激に水分を奪われるのに対し、クロマツは徐々に奪われる。強い乾燥に長時間さらされると、アカマツも

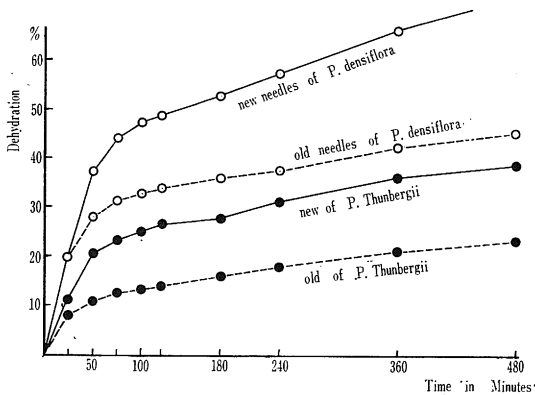


Fig. 1. Courses of drought of new and old needles.

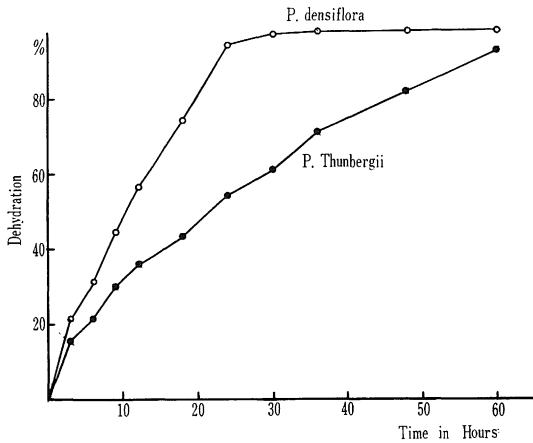


Fig. 2. Courses of drought (to original water content) of needles.

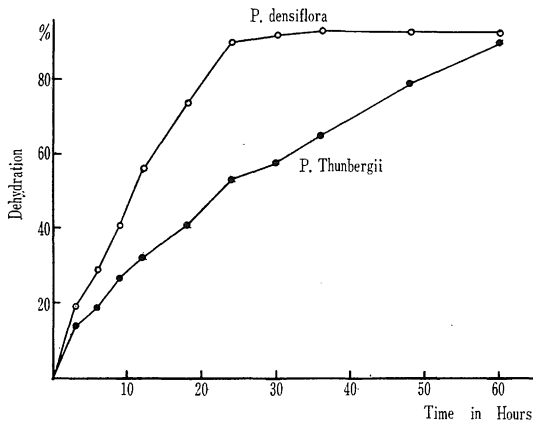


Fig. 3. Courses of drought (to saturated water content) of needles.

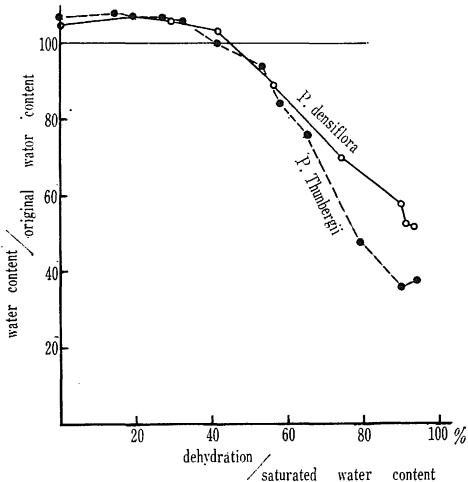


Fig. 4. Relation between drought and recovery of water content.

クロマツも生葉含水量の90%近くを奪われるが、自然状態では強い乾燥が長時間続くことはまれであり、従ってアカマツとクロマツの強い乾燥に対する抵抗性の差は、回復できない状態まで乾燥される時間の長短によると考えられる。

生葉の含水量は種々の条件により非常に変動するので、採葉後直ちに浸水して24時間吸水させた時の水分量を飽和含水量とすると、その値はアカマツでは絶乾重に対し245%、クロマツでは278%であった。この飽和含水量に対する乾燥水分量の比の時間的経過を第3図に示したが、この経過は第2図とほとんど同じである。

次に十分に水を与えても回復できなくなる乾燥の程度は第4図よりアカマツもクロマツも乾燥量が飽和含水量の41~45%以上に達したときである。

西口<sup>5)</sup>はストロブマツの針葉で、回復できなくなる限界が含水率(生重比)40%附近であると報告している。これは乾燥量対飽和含水量に換算すると50%位になるようであり、アカマツ・クロマツとよく似た値を示している。佐藤<sup>7)</sup>はアカマツ苗の生死の境の含水率は100%位と報告している。この値は苗全体の値で針葉の値は示されていないが、大体において本実験の値と大差ないものと考えられる。

前記の41~45%の乾燥量(対飽和含水量)に達するのは、第3図よりアカマツは9時間・クロマツは18時間で、アカマツはクロマツの半分の時間で回復できなくなるまで乾燥する。すなわち強い乾燥に対してはアカマツはクロマツより弱いと言える。

#### 実験4 灌水間隔を変えた場合の乾燥経過の測定

##### 4-1 実験方法

4月上旬に実生1年生苗を小さな植木鉢(直径・深さとも10cm)に2本ずつ植え、6月上旬までの2ヶ月間は屋外に置き同じように管理した。その後雨水がかからぬようにビニールシートでおおいをし、かん水間隔を下記のごとく5種類として各鉢の乾燥度を変えた。これを8月末まで約3ヶ月間継続し、9月上旬に各鉢より採葉して乾燥経過を測定した。

1) 植付け 1鉢にアカマツ2本植え、クロマツ2本植え、およびアカマツ・クロマツ各1本ずつ計2本植えた3種類とした。

2) かん水間隔 2日目ごとにかん水する2日区、4日目ごとにかん水する4日区、6日目ごとの6日区、8日目ごとの8日区および10日目ごとの10日区のごとく、かん水間隔を5段階とした。

3) 繰り返し 2回繰り返しとした。

4) 総鉢数  $3 \times 5 \times 2 = 30$ 鉢

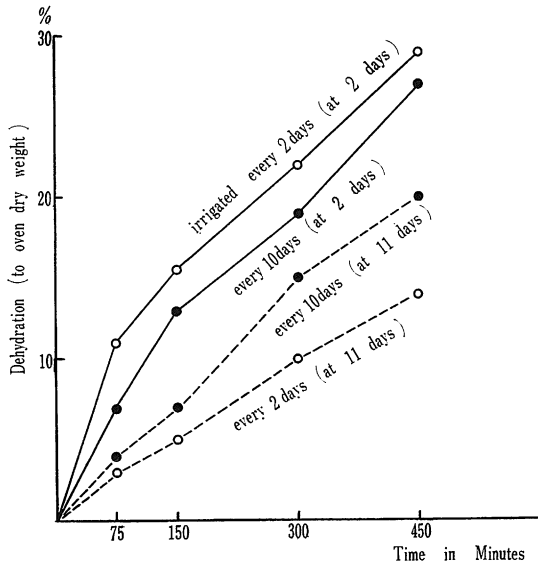


Fig. 5. Courses of drought of *P. densiflora* at 2 days and 11 days after last irrigation.

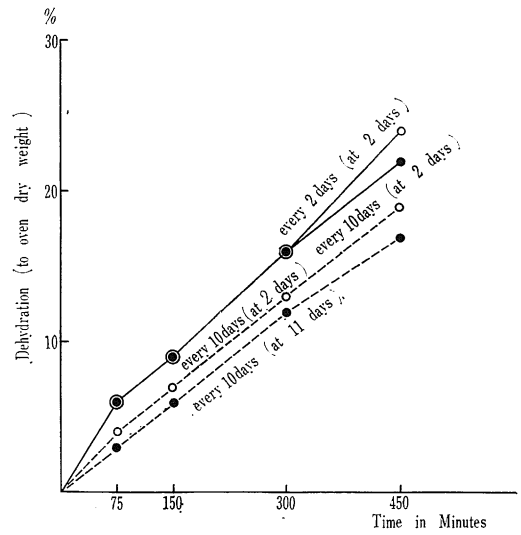


Fig. 6. Courses of drought of *P. Thunbergii* at 2 days and 11 days after last irrigation.

5) 採葉日 8月30日に全部の鉢に最後のかん水を行ない、同日以後は無かん水のままとして、9月1日・3日・6日・8日・10日・13日の6回各鉢より採葉して測定した。最後の採葉後各鉢とも十分にかん水して苗の生

死を観察した。

4-2 結果および考察

最終かん水後2日目と11日目の針葉の乾燥経過を第5・6図に示した。

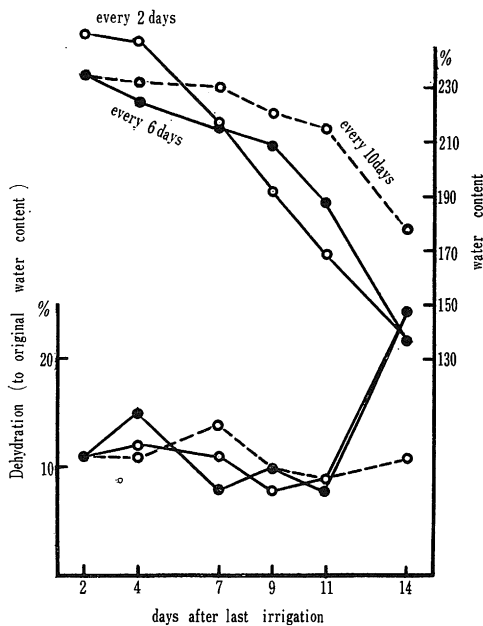


Fig. 7. Drought of needles of *P. densiflora* at 450 minutes after detachment.

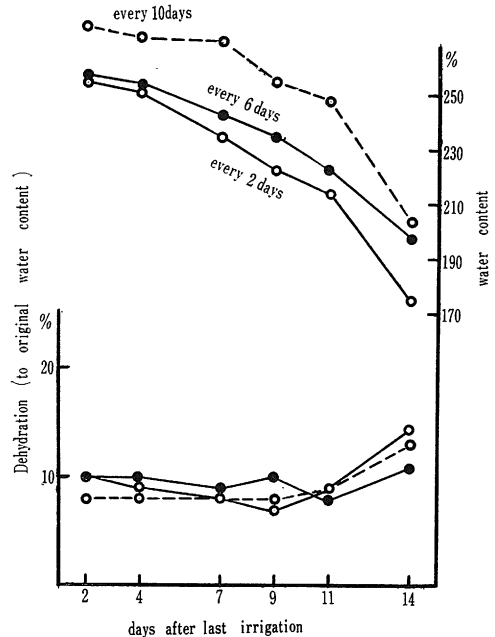


Fig. 8. Drought of needles of *P. Thunbergii* at 450 minutes after detachment.

かん水後あまり時間のたたない土壌水分の多い2日目では、2日区のアカマツ・クロマツの関係は実験2・3と同じであるが、土壌が乾燥しすぎた11日目には両者の関係は逆転してクロマツの乾燥が大きくなっている。

然し乾燥状態にならされた10日区では、両者は大体同じ割合で乾燥している。

上記の逆転はかん水後11日目および14日目に2日区・4日区と10日区との間のみ起ったので、早く多量の水分を乾燥した2日区・4日区のアカマツが11日目以後は水分の過不足状態に陥ったのに対し、乾燥になれた10日区のアカマツが乾燥に適応して長時間徐々に乾燥したためであると考えられる。この点に関してはわずか3月という短期間に適応の傾向が現われるかどうか、疑問が残り追試の必要があるようである。

採葉時の含水量に対する450分間の乾燥量の割合を第7・8図に示した。同時に採葉時の含水率も併示した。第7・8図には代表例として2日区・6日区・10日区のみを示したが、アカマツ・クロマツとも各区の間に一定の傾向または差を見出しえないが、各採葉時の含水率は2日区が急速度に低下し、10日区は緩慢であり、6日区は両者の中間に位置する。この含水率の変化は乾燥状態になれた苗が乾燥抵抗を示すことを意味するのではあるまいか。

アカマツの2日区と6日区でかん水後14日目の乾燥割合が急に増大しているが、この時の含水率は140%以下で実験3の結果から飽和含水量の40%以上の水分を失っており、回復できない状態に達していることと関係があるようである。14日目の採葉後各鉢に十分かん水したが、アカマツの2日区は枯死しており、6日区は針葉が萎凋して不定芽を生じている。

クロマツでは各区とも枯死したものはなく、また採葉時の含水率の低下もアカマツより緩慢で乾燥に対する抵抗性が強いことを示している。

## 摘 要

アカマツとクロマツのシミワケに関する研究の一部として、この実験を行なった。強い乾燥に対する抵抗性の差をみるため、30°CでNa<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を入れたデシケーターで針葉を乾燥させた。

その主な結果は次の通りである。

- 1) アカマツの針葉はクロマツの針葉より乾燥しやすく、その比は約5:3である。
- 2) アカマツ・クロマツともに、当年葉は前年葉の1.5~2倍ほど乾燥する。
- 3) アカマツ・クロマツとも飽和含水量の41~45%の水分を失うと、元の状態(含水率)まで回復できない。
- 4) 同一条件での乾燥速度はアカマツが早く、アカマツはクロマツの半分の時間で回復できなくなるまで乾燥する。
- 5) 以上の結果から、クロマツはアカマツより強い乾燥によく耐えるようである。

## 参 考 文 献

1. 浜 健夫: 植物形態学 1963 コロナ社, 東京 p. 79. p. 192.
2. 原田 泰: 森林気象学 1951 朝倉書店, 東京 p. 32~34.
3. 岩田利治・草下正夫: 邦産松柏類図説 1954 産業図書, 東京 p. 157~160
4. 嶺結理一郎: 植物水分生理概要 1953 明文堂, 東京 p. 63~70.
5. 西口親雄: 日林誌 52: 221~223, 1970.
6. 沖村義人: 島根大農研報 3: 35~39, 1969.
7. 佐藤大七郎: 東大演 51: 1~108, 1956.
8. 田口亮平: 作物生理学 1958 養賢堂, 東京 p. 119~120.

## Summary

This paper treats of the drought resistance of needles of *Pinus densiflora* and *P. Thunbergii*, and is a part of the writer's research on their habitat segregation.

To find their differences in the resistance to severe drought, needles were dried in desiccators in which Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> was placed at 30°C.

The results obtained are as follows:

- 1) The drying speed of needles of *P. densiflora* is faster than that of *P. Thunbergii* and the ratio is 5:3.
- 2) New needles dry faster than old.
- 3) When their needles lose water above a certain limit, they can not recover their normal water content.
- 4) Needles of *P. densiflora* reach this limit at double the speed of *P. Thunbergii*.
- 5) From these results, it may be concluded that *P. Thunbergii* is more adaptable to severe drought than *P. densiflora*.