

## 琉球大学学術リポジトリ

土壌水分条件の違いが当年生苗の蒸散速度および木部圧ポテンシャルに与える影響(リュウキュウマツの生長に関する研究 (IV))(林学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 中須賀, 常雄, 村上, 英司, Nakasuga, Tsuneo, Murakami, Eiji メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/4114">http://hdl.handle.net/20.500.12000/4114</a>

# リュウキュウマツの生長に関する研究 (IV)

## 土壌水分条件の違いが当年生苗の蒸散速度 および木部圧ポテンシャルに与える影響

中須賀 常 雄\* 村 上 英 司\*

---

Tsuneo NAKASUGA and Eiji MURAKAMI: Studies on the growth of Ryukyu Pine (*Pinus luchuensis* MAYR) (IV) Effects of different soil moisture conditions on transpiration rate and xylem sap pressure in seedlings

---

### はじめに

リュウキュウマツは沖縄の郷土樹種であり、本樹種に関してこれまで種々の分野で多くの調査研究が行なわれている。稚苗の水分生理に関する研究は比較的新しい分野で、大山<sup>7)</sup>、山盛<sup>13, 14, 15, 16)</sup>等の報告がある。

本実験は比較的乾燥に強いと言われているリュウキュウマツの当年生苗を用いて、土壌水分条件を違えて育てた場合、その蒸散速度および木部圧ポテンシャル (XSP = xylem sap pressure) がどのように変化するか、また、乾燥に対するハードニングの効果がみられるかどうかについて明らかにする目的で実施した。

実験は1978年6月から1979年1月まで行なった。実験およびその結果のとりまとめにあたって、本学林学科の佐藤一祐氏、小田一幸氏、馬場繁幸氏および熱帯造林学教室の山田義秋、伊藤和昌、福田佳広の諸君の御協力を得た、記して感謝の意を表する。

### I 材料および方法

1976年沖縄県林務課より購入し、冷貯蔵していた種子を一昼夜流水に浸し、良好なる種子を選別した後、消毒し、シャーレーに入れ、定温器内で発芽させた。発芽した個体を6月15日~20日間に1ポットに15個あて植えつけた。また、プランターにも植えつけ、7月18日までに補植を実施し、ポット当りの成立本数を同じにした。ポットは市販の8ℓのポリバケツの底に穴をあけ、礫を1cmの厚さに、その上にパーミキュライトを14cm程入れたものを使用した。苗木の育成は本学農学部石嶺農場のビニールハウス内で行ない、施肥は6月29日から9月8日まで、ハイポネックスの1g/1ℓ水溶液を1ポット当たり300~400 ml ずつ、12回おこなった。土壌水分はあらかじめ実験によって、土壌水分含水率と土壌水

---

\* 琉球大学農学部林学科

分張力 (pF 値) との関係をもとめておいて (Fig. 1), 重量法により管理した。ポットの土壤水分は 6月15日から9月13日までは全ポット, 土壤水分 pF 1.7 で管理し, その後以下に述べるような各処理を実施したが, ポット重量は毎日測定して, 土壤水分条件を管理した。

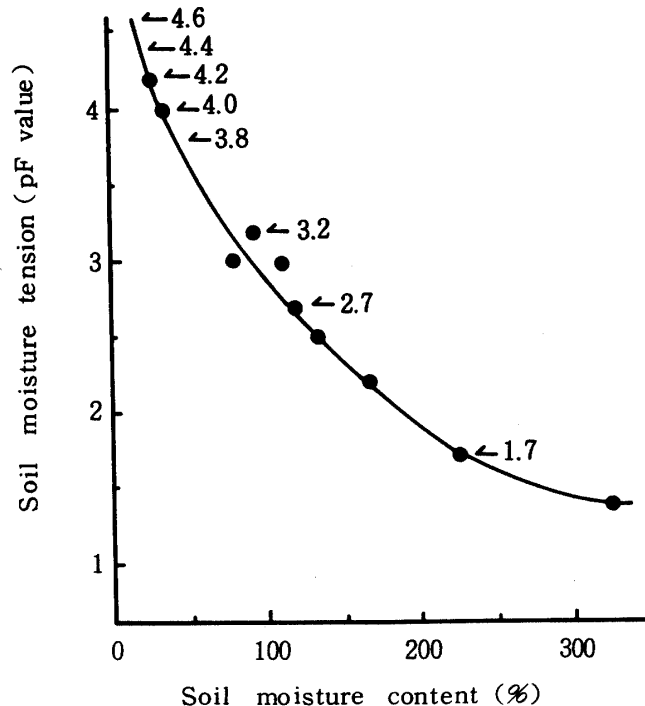


Fig. 1. The relationship between soil moisture tension and soil moisture contents as a percentage of dry weight

#### 実験 I 異なる土壤水分条件下で育てた苗木の蒸散速度および XSP の変化

土壤水分 pF 1.7 で管理してきたポットを 5 つの異なる土壤水分条件に区分した。即ち, 土壤水分 (以下略す) pF 1.7 区はこれまでのポットをそのまま管理し, pF 2.7, 3.8, 4.0, 4.4 の各区は pF 1.7 に保ってきたポットを自然乾燥させ, 所定の pF 値になった時点から, その土壤水分状態に保った。各区で 10月30日・31日 (A-1), 11月24日・25日 (A-2), 12月20日・21日 (A-3) の 3 回, 測定を実施した。なお, A-1 および A-2 は晴天, A-3 は曇天であった。各区は 3 ポットずつで苗木本数は 42 ~ 45 本であったが, 各ポットが所定の pF 値に達する日数の差がみられた。これは自然乾燥なのでやむを得ないものと考えられ, 所定の条件に達したものから順次, 測定に供した。各測定時における処理期間は pF 1.7 区が 4, 5, 6 箇月, pF 2.7 区が 1, 2, 3 箇月, pF 3.8 区と 4.0 区が 1 週間, 1, 2 箇月, pF 4.4 区が 1 週間, 0.5, 1.5 箇月であった。

測定は 0 ~ 1 時, 6 ~ 7 時, 9 ~ 10 時, 12 時 ~ 13 時, 18 ~ 19 時の 1 日 5 回, 蒸散量と XSP を測定した。蒸散量の測定は切枝法で各区とも 1 回 1 本の苗木を用いた。根際で切断した後, 所定の方法で 2 分毎に, 10 分間の減量を 0.1 mg まで測定し, 葉乾重 1 g 当り, 飽差 10 mm Hg 当りの蒸散速度に換算して示した。\*) XSP の測定はプレッシャー・チャンバー (PMS 製 600 型) を用いて, 蒸散量測定と同時に同一ポット内の苗木を用いて測定した。加圧速度は 0.3 気圧 / 秒を標準とし, 切口の観察に

\*) mg water loss / g dry weight of leaves / min. / 10 mm Hg saturation deficit in the atmosphere

は50倍の実体顕微鏡を使用した。

実験Ⅱ ハードニングによる苗木の蒸散速度とXSPの変化

土壌水分pF 1.7で管理してきたポットを pF 1.7区はそのまま管理し, pF 2.5区とpF 3.2区は自然乾燥させ, 前者は11月15日まで約2箇月間, 後者は約1.5箇月間処理し, その後, 3処理区とも自然乾燥させ, pF 3.2, 3.8, 4.2, 4.6に達した時に測定を行なった。本実験も自然乾燥のため, pF 1.7区とpF 3.2区間では測定時期に約20日間の差があった。測定方法は実験Ⅰと同じである。

実験Ⅲ 土壌水分を自然乾燥 (pF 3.8以上) させ, 再びpF 1.7にもどした時の苗木の蒸散速度およびXSPの変化

実験Ⅰ, ⅡでpF 3.8以上の土壌水分条件区で, 所定のpF値に達した後, 実験ⅠではpF 3.8, 4.0, 4.4の各条件区で, 1週間, 1箇月, 2箇月間管理して, pF 1.7にもどした。実験ⅡではpF 3.8, 4.2, 4.6に達した後, すぐにpF 1.7にもどした。pF 1.7にもどした苗木は, 1日後, 7日後, 15日後に測定を実施した。測定は正午の1回, 実験Ⅰと同じ方法で行なった。

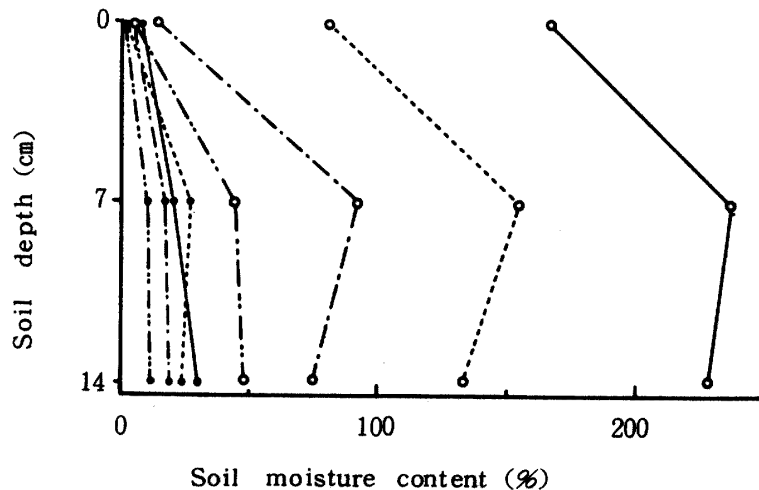


Fig. 2. Soil moisture contents at three depth from the soil surface in each soil moisture conditions

○—○ pF 1.7    ○-----○ pF 2.7    ○-·-·-○ pF 3.2    ○-----○ pF 3.8  
 ●—● pF 4.0    ●-----● pF 4.2    ●-·-·-● pF 4.4    ●-----● pF 4.6

Ⅱ 結果および考察

パーミキュライトの含水率とpF値との関係は Fig. 1 に示した結果が得られ, pF 1.7で230%, pF 2.7で120%, pF 3.2で75%, pF 3.8で40%, pF 4.0で30%, pF 4.2で25%, pF 4.4で20%, pF 4.6で15%の含水率であった。重量法で管理した場合, ポット内の土壌水分が所定の含水率になっているかどうかをみるため, 測定時に土壌上位 (0~2cm), 中位 (6~8cm), 下位 (12~14cm) の3箇所から土壌 (パーミキュライト) 採取して, 対乾含水率を求め, Fig. 2 に示した。重量法により管理したパーミキュライトの水分含有量は中, 下位部 (6~14cm) では所定の含分率となっているが, pF 3.8以下の条件区では上位は乾燥していて, 含水率が低くなっている。また, pF 3.2以下では下位より中位の含水率が高くなっている。この結果からみて, 本実験でポットの中, 下位部の土壌水分はは

ほ所定の pF 値に管理されたものとみられるが, pF 3.8 以下の条件区では, 土壌の上位部にあった根は所定の pF 値より乾いた条件下で生育していたものとみられる。

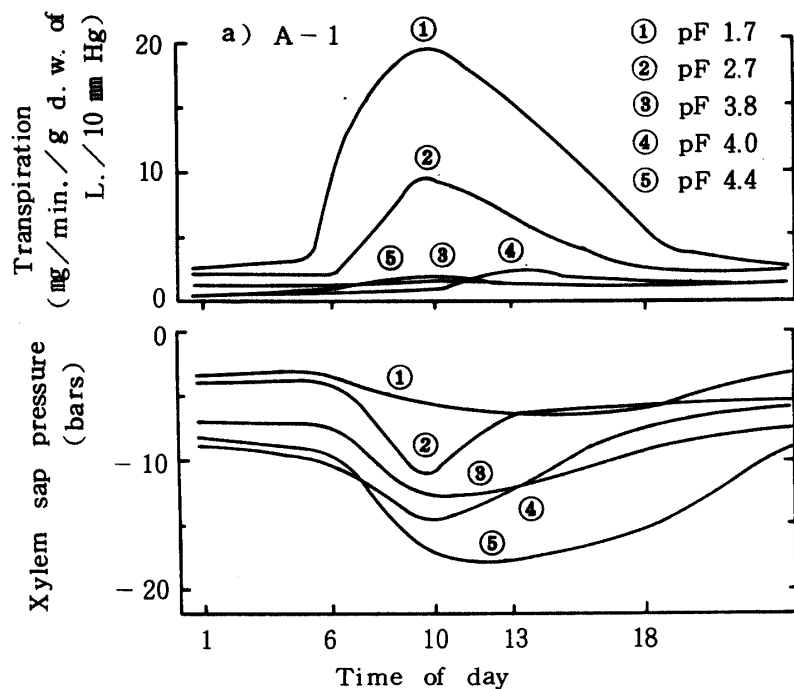


Fig. 3-a Diurnal trends of xylem sap pressure and transpiration of *Pinus luchuensis* seedlings in each soil moisture contents under Experiment I

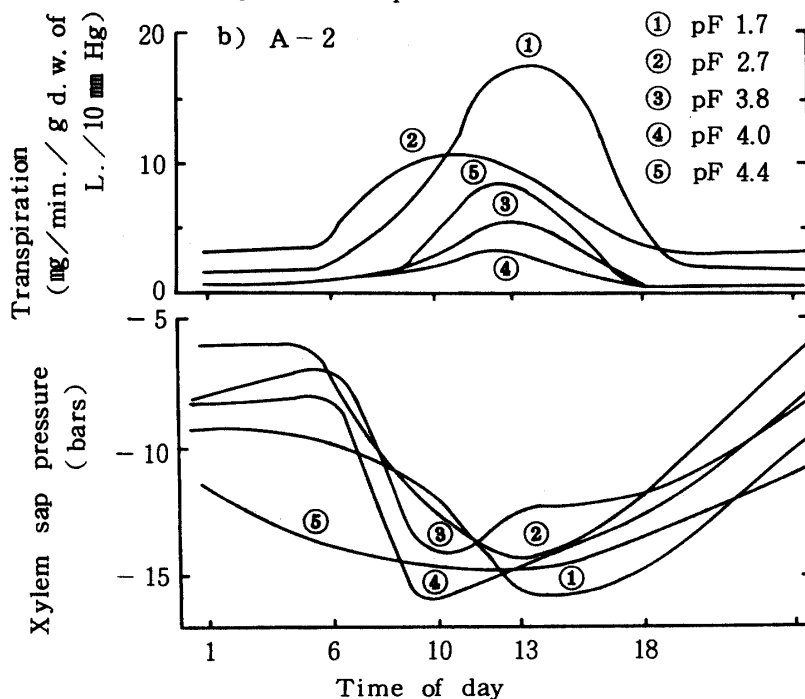


Fig. 3-b Diurnal trends of xylem sap pressure and transpiration of *Pinus luchuensis* seedlings in each soil moisture contents under Experiment I

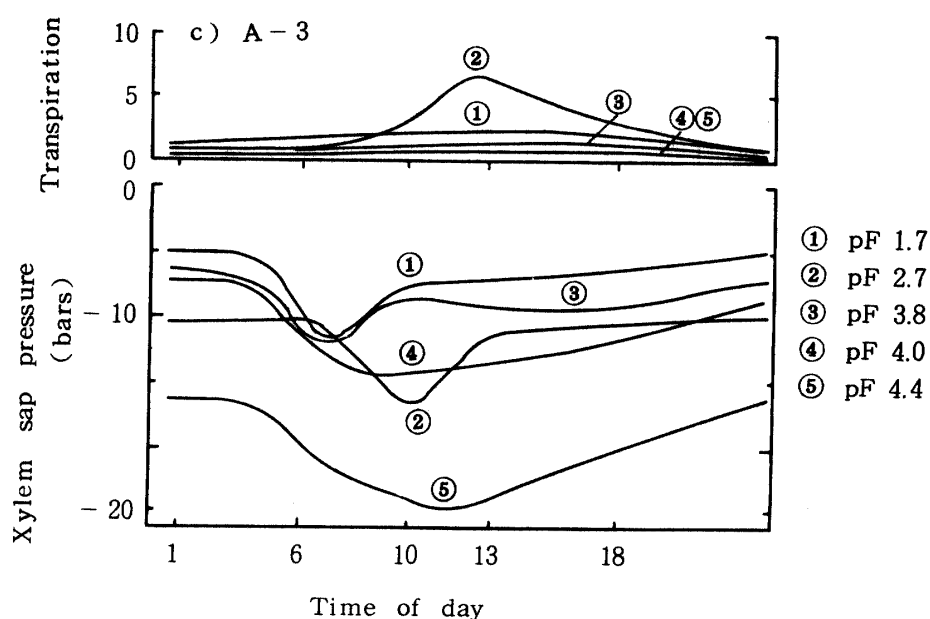


Fig. 3-c Diurnal trends of xylem sap pressure and transpiration of *Pinus luchuensis* seedlings in each soil moisture contents under Experiment I

### 実験 I

各測定時における測定結果から、蒸散速度とXSPの日変化をFig. 3に示した。蒸散速度とXSPとの関係から、これらの曲線を見ると、次の4型に区分できる。

I型： A-1・pF 2.7, A-2・pF 1.7

日の出から気温が上昇するにつれて、蒸散速度は大となり、同時にXSPは低くなり、両者がほぼ平行に動いているもので、土壌水分条件により、両者の減少、回復状態は異なっている。

I'型： A-1・pF 3.8, 4.4, A-2・pF 4.4, A-3・pF 4.0, 4.4

I型と同様に蒸散速度とXSPはほぼ平行に動いているが、どちらかの反応が緩慢なものである。

II型： A-1・pF 4.0, A-2・pF 3.8, 4.0, A-3・pF 1.7, 2.7, 3.8

蒸散速度が次第に増加している時点でXSPが急に低下して最低となり、蒸散速度が最大となる時点にはXSPは回復しつつあるもの。

III型： A-1・pF 1.7, A-2・pF 2.7

蒸散速度が増加するにつれて、XSPも徐々に低下し、蒸散速度が最大になった後、減少しつつある時にXSPが最低になるもの。

以上の様に蒸散速度とXSPとは種々の関係がみられる。一般的に、日中には蒸散量の増加により植物体内の水分が失われるとXSPも低下するのであるが、蒸散速度とXSPとの関係は蒸散量の多少、植物体内の水分量および土壌からの水分供給量によって異なっている。まず、pF 1.7で土壌水分が多くて、土壌からの吸水が容易である場合、A-1では日の出後すでに蒸散速度は急に増加し、飽差の最大時に減少しているが、XSPはゆるやかな反応しかせず、最高と最低の差はわずか3 barである。しかし、A-2では日の出後、蒸散速度は徐々に増加して、13時に最大となり、その後減少している。XSPもこれとほぼ同じ動きで、両者のピークは一致している。このことは水ストレスのかかり方によって、植物体内の水の動き方が異なることを示している。急激なるストレスの場合、体内の負圧傾度が

急に大となり、植物体は水分損失を防ぐため蒸散量が減少し、根からの吸水量は大となる。その結果、XSPはあまり変化しない。一方、負圧がゆるやかに加かってゆく場合、植物体内の水の動きもゆるやかで、根からの吸水も少なく、XSPは蒸散と同時に進行してゆくものと考えられる。A-3では曇天のため蒸散速度は小であるが、XSPは明け方に急激な低下をして最低となり、その後回復している。これは明け方より増加した蒸散による水分損失が植物体内の水分で補われたため、一時的にXSPが低下し、その後、すぐに体内の水分損失が根からの吸水によって満たされたものと考えられる。次に、pF 4.4の土壤水分条件では、A-2の蒸散速度を除いて、いずれもゆるやかな曲線を描いている。これは土壤および植物体内の水分が少なく、水分調節機作が作用しない状態になりつつあることを示している。A-2で蒸散速度が大きいのは、もはや気孔の調節ができず、体内の水分を放出して、しおれる状態に近づいているものと考えられる (plate 2)。A-3のpF 4.0のXSPもpF 4.4と同じ反応で植物体内の水分が失われていることを示している。しかし、pF 3.8以下ではまだ鋭敏な反応を示していることからみて、充分生活できる水分条件だとみることができる。

他の土壤水分条件についても上記と同様に検討すると、蒸散速度とXSPとの関係は次のようにまとめることができる。蒸散とXSPは大気環境条件、植物体内の含水量および土壤からの吸水量によって、その動きが左右されている。土壤水分条件が良好で根からの吸水がある場合、蒸散量が大きく、急激なる水ストレスがかかると、植物体内の負圧傾度も急となり、根からの吸水も短時間に反応して<sup>5)</sup>、XSPの低下はゆるやかで、蒸散速度より少し遅れて反応している。一方、蒸散がゆるやかに増大してゆくと、植物体内の負圧傾度もゆるやかに反応し、吸水もゆるやかにおこるものとみられ、XSPは蒸散とほぼ平行が少し遅れて反応し、その変動は大きくなっている。土壤水分条件が悪く、根からの吸水が少ない場合、もしくは土壤水分が多くても根からの吸水が少ない時、植物体内に十分な水分がある時は蒸散が増加し始めると、それは体内の水分でまかなわれ、そのため一時的に負圧が生じ、XSPは低下するが、蒸散量は少ないため、体内の損失水分はすぐに補われて、XSPは回復する。一方、植

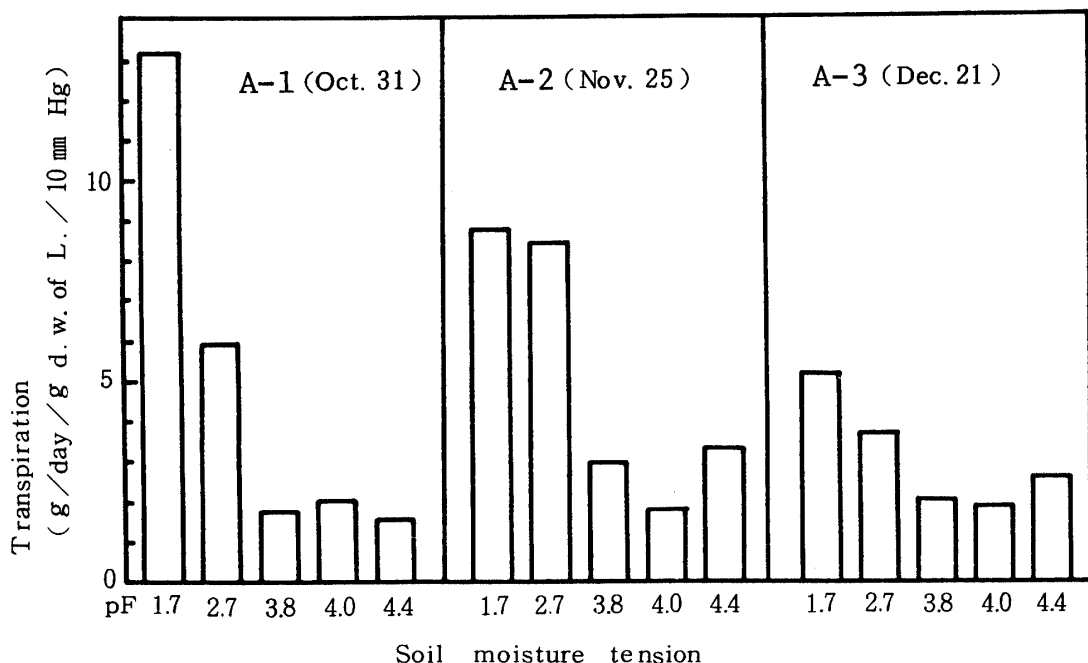


Fig. 4. Daily transpiration of *Pinus luchuensis* seedlings in each soil moisture tensions under Experiment I

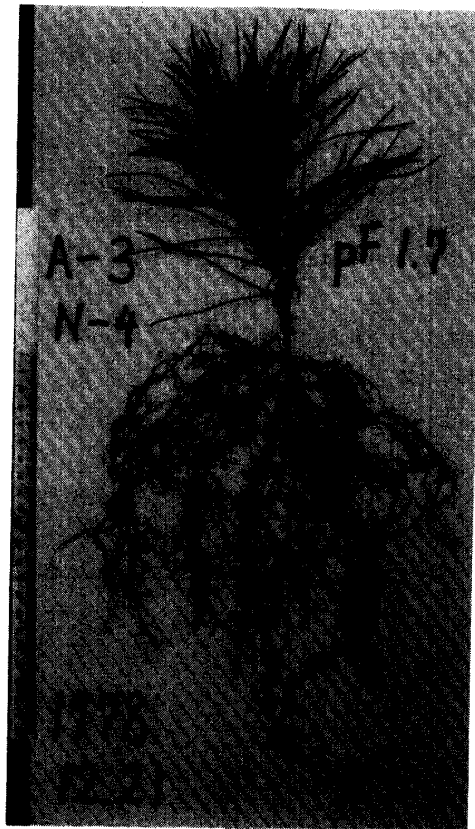


Plate 1. *Pinus luchuensis* seedling in pF 1.7 soil moisture tension under Experiment I

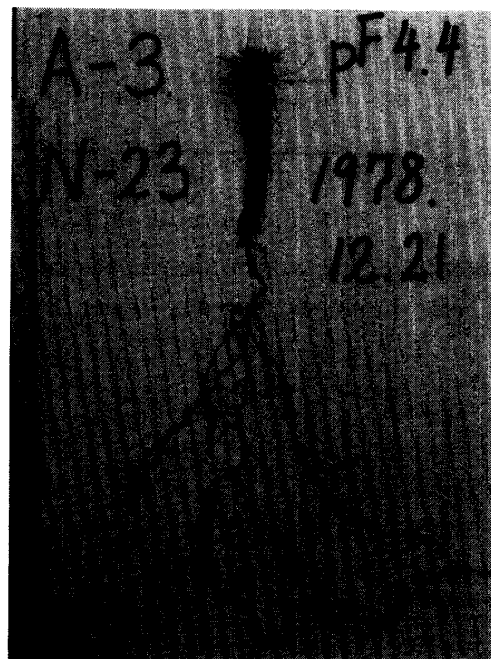


Plate 2. *Pinus luchuensis* seedling in pF 4.4 soil moisture tension under Experiment I



物体内の水分も少ない時は、常に負圧が大で、蒸散量も少なく、XSPは蒸散速度の動きとほぼ平行に反応するが、その動きはゆるやかである。また、この状態が持続すると、A-2のpF 4.4のように蒸散速度は大となるが、XSPはゆるやかに反応するようになり、この状態では植物体内の水分が過度に減少しつつあるものと考えられる。

次に各測定時における各土壌条件区の蒸散速度の曲線を区分求積して、1日当りの蒸散量に換算したものをFig. 4に示した。A-1, A-2, A-3の順で蒸散量がpF 1.7区で減少しているのは、季節および天候の影響と考えられる。A-1ではpF 1.7区とpF 2.7区間, pF 2.7とpF 3.8区間, A-2ではpF 2.7区とpF 3.8区間の差が大きい。A-1のpF 2.7区の蒸散量が小さいのはまだ環境条件に適応していない結果とも考えられる。いずれの測定時においてもpF 2.7区とpF 3.8区間の蒸散量の差が大きいことは土壌水分条件の違いが蒸散量に影響を与えたものと考えられる。Fig. 5にA-3における苗木の生長を地上部生重で示した。土壌水分が多い程、生長は良好で、pF 2.7区とpF 3.8区間の生長差が大きくなっている。また、pF 4.4区の生長はpF 1.7区の約3分の1であるが、1.5箇月の処理期間では初生葉が枯死しつつあるものの、まだ生存している。Plate 1, 2に苗木の状態を示した。

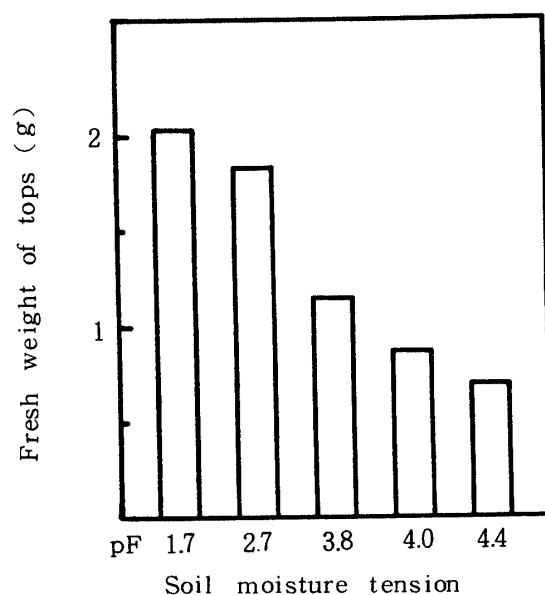


Fig. 5. Fresh weight of tops of *Pinus luchuensis* seedlings in each soil moisture tensions under Experiment I

## 実験 II

ある一定の乾燥を前歴として与えた場合、苗木の耐乾性が増大するかどうかを蒸散およびXSPの変化から検討を試みようとしたのが本実験の目的である。

各土壌条件区で1日の蒸散速度の変化を測定し、その曲線を区分求積して1日当りの蒸散量に換算したものをFig. 6に示した。pF 3.2では前処理pF 2.5区が最大であるが、pF 3.8以上では前処理のpF値が大きい程、蒸散量も大きくなっている。また、前処理pF 1.7区とpF 2.5区とではpF 3.2の時に蒸散速度が大きく、前処理pF 3.2区ではpF 3.8でそれが大である。また、各土壌水分条件での早朝のXSPをFig. 7に示した。いずれのpF値でも前処理のpF値が大きい程、XSPも大きくなっているが、各処理間の差が大きいpF 4.6でも、それらの差は3 barである。以上のことから、ハードニングをすると、蒸散速度とXSPは大きくなり、XSPの動きもにぶくならないことからその効果があるものと

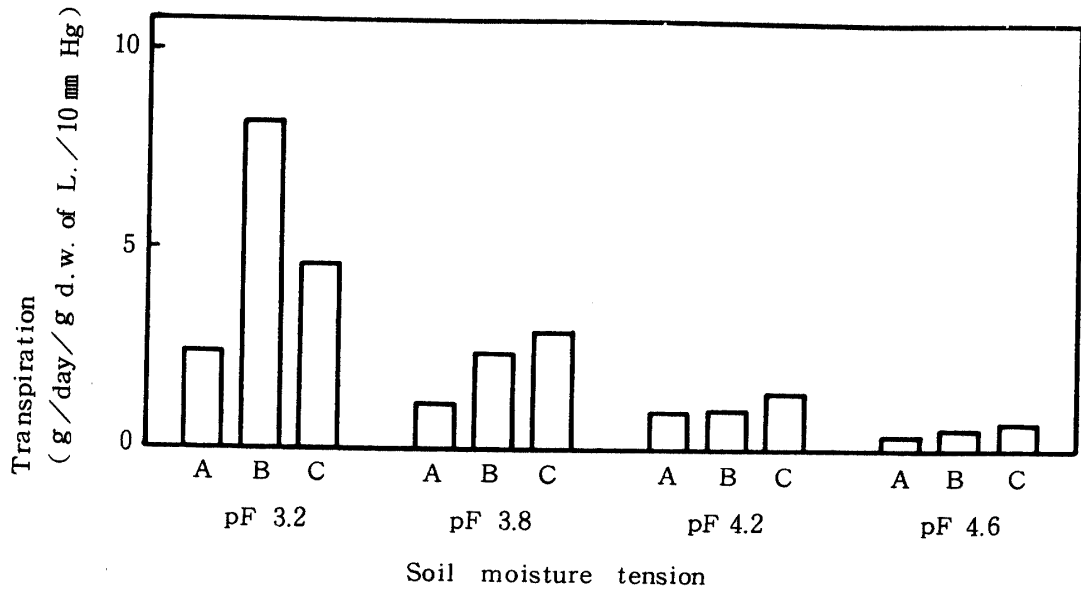


Fig. 6. Daily transpiration of *Pinus luchuensis* seedlings in each soil moisture tensions under Experiment II  
 A : pre-treatment pF 1.7    B : pre-treatment pF 2.5  
 C : pre-treatment pF 3.2

考えられる。また、土壌水分 pF 3.2 で前処理 pF 3.2 区の蒸散速度が小さいのはハードニング効果がなかったものとみられるが、別の面からみると、この pF 値では蒸散および XSP を左右する要因とまだなっていないものと推測される。

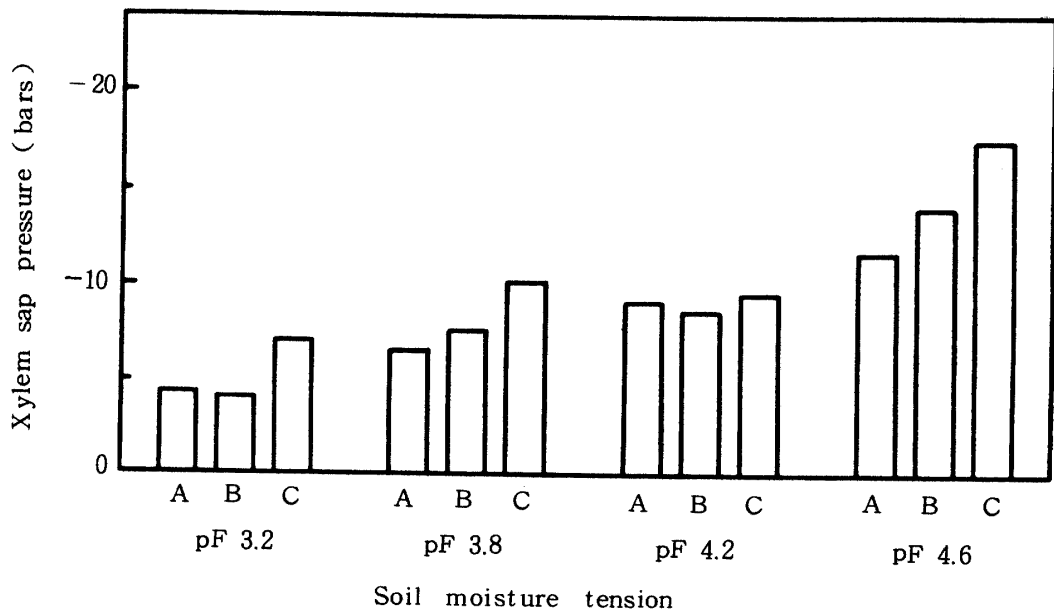


Fig. 7. Xylem sap pressure at early morning of *Pinus luchuensis* seedlings in each soil moisture tensions under Experiment II. Treatment A, B and C were explained in Fig. 6

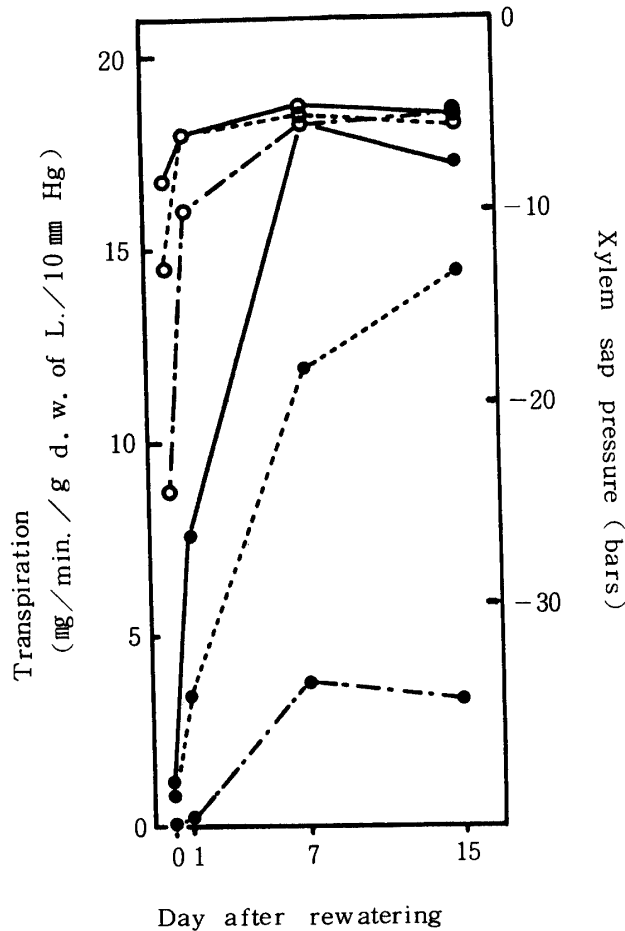


Fig. 8. Recovering in transpiration and xylem sap pressure of *Pinus luchuensis* seedlings from water stress under Experiment I.

XSP : ○—○ pF 3.8    ○- - - -○ pF 4.0    ○- · - · -○ pF 4.4  
 Transpiration : ●—● pF 3.8    ●- - - -● pF 4.0    ●- · - · -● pF 4.4

### 実験 III

Fig. 8 に実験 I の各土壤水分条件で2箇月間管理して、pF 1.7 にもどした苗木の結果を示した。1日後、XSP は pF 3.8, 4.0 の両区では -6 bar 程度にもどるが、pF 4.4 区は回復がおくれ、蒸散速度は pF 3.8 区と pF 4.0 区間の差がみられ、pF 4.4 区では少し増加している。1週間後、XSP は3区ともほぼ -5 bar 程で一致しているが、蒸散速度は処理間で差がみられ、pF 値が高い程、それは小さくなっている。各処理間に蒸散速度は差があり、XSP には差がみられないことは土壤水分条件に応じて、植物体内に水分が満たされた結果だと考えられる。Fig. 9 に実験 II の pF 4.6 区の結果を示した。前処理の pF 値が低い程、蒸散速度、XSP とも回復が早い傾向がみられ、他の pF 3.2, pF 3.8 区でも同様の傾向がみられた。これらのことから、水ストレスが弱い程、蒸散速度と XSP の回復は早く、pF 4.4 でも1週間で XSP はほぼもとにもどるが、蒸散速度は pF 値が大きい程、回復はおくれるようである。

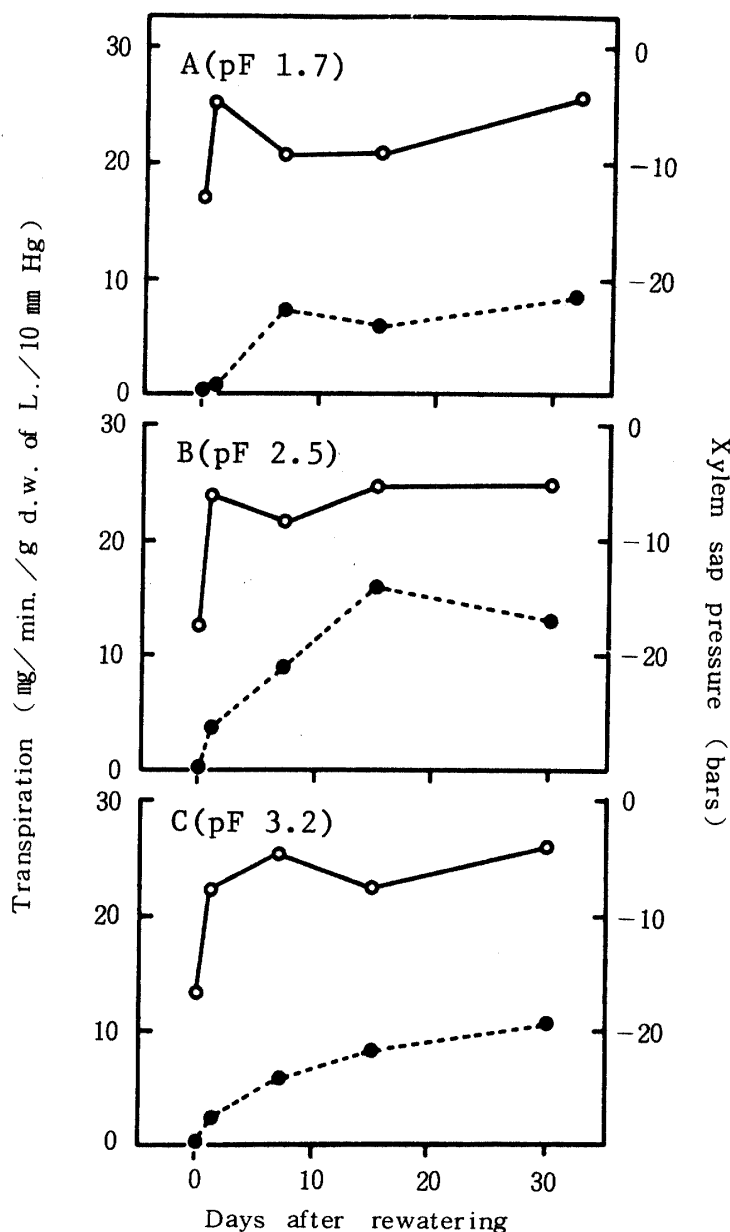


Fig. 9. Recovering in transpiration and xylem sap pressure of *Pinus luchuensis* seedlings from water stress under Experiment II - pF 4.6

Transpiration : ●-----●      XSP : ○-----○

ま と め

リュウキュウマツ当年生(6箇月)苗を用いて、土壤水分条件と苗木の蒸散速度および根際のXSPとの関係を10~12月の3ヶ月間検討した。本実験期間は沖縄において、比較的降雨の偏りが多い時期であるが<sup>12)</sup>、気温はまだ高く、生育活動は活発で苗木にとって、水分欠乏のおこり易い期間である。また、本樹種の播種時期は本実験より早いので<sup>16)</sup>、現実的には秋季の水分欠乏時の苗令はこれより少し大で

ある。

苗木の蒸散速度とXSPは大気環境条件、植物体内の含水量、土壌からの給水量およびこれらの内部、相互間の通導抵抗によって左右される。即ち、土壌—植物—大気連続体 (SPAC) の水の化学ポテンシャルの傾度に従って左右されている<sup>3,8)</sup>。従って、一般的には日中、蒸散量が増加するとXSPは低下するものとみられるが、両者の関係には種々のパターンがみられることを本実験は示している。これらの蒸散とXSPとの関係はSPAC説およびこれまでの報告<sup>2, 4, 5, 6, 9, 10)</sup>からみて、充分説明できるものである。XSPとLWP (leaf water potential) はほぼ近い性質を示すとされているが<sup>2)</sup>、水ポテンシャルの測定部位が小さい程、蒸散が水ポテンシャルに与える影響は大きく、LWPは環境条件の変化に鋭敏に反応する。従って、XSPおよびLWPを長期間の全体的な蒸散量の動きをみるパラメーターとして使用するの是不適である。

苗木の蒸散量に大きい作用をなす土壌水分について、佐藤<sup>11)</sup>のスギ、ヒノキ、アカマツの当年生苗での実験では土壌水分がpF 3.7附近になると蒸散量が急激に減りはじめ、永久萎凋点あたりまで乾燥すると蒸散量はきわめて少なくなり、ほとんど変化しなくなるとしている。また、大山<sup>7)</sup>はリュウキュウマツの6~7箇月苗の実験では土壌水のpF値3.2附近から蒸散量は急に低下するとし、山盛<sup>15, 16)</sup>はリュウキュウマツ2年生苗の実験で蒸散量およびNWP (needle water potential = LWP) の急変点は土壌水分pF 2.7~3.3間にあるとしている。本実験では、土壌水分がpF 3.8より乾燥した状態になると生育の活発な苗木の蒸散量はあまり変化しなくなる。また、pF 2.7とpF 3.8間で蒸散量の差が大きい、pF 3.2では蒸散およびXSPを限定する要因となっていないこと、pF 3.8でXSPが鋭敏な反応をしていることからみて、苗木の水分生理に大きな作用をなす土壌水分のpF値は、むしろpF 3.8附近にあるものと推定される。土壌水分pF 1.7ではリュウキュウマツには過湿ではないかとの報告<sup>14)</sup>もあるが、本実験では土壌水分pF 1.7区で最大の生長をなし、蒸散およびXSPの反応も鋭敏であった。山盛<sup>14, 16)</sup>の報告によると、リュウキュウマツ稚苗は土壌水分pF 1.7では過湿で、pF 2.7~3.3で蒸散およびNWPの急変点があるとしていることから、稚苗は土壌水分の狭い範囲でしか生育できないことになる。しかし、本実験では、これより広い範囲の土壌水分条件 (pF 1.7~3.8) で生育できることが推定された。

次に、リュウキュウマツ当年生苗でハードニング効果がみられた。本実験では一定の前処理をしたが、山盛<sup>14)</sup>の実験結果からみると、pF 0~4.0のくり返しの処理区で蒸散量が多いことから、ハードニングのくり返しがその効果は大きいものと考えられる。また、ある期間、水ストレスを与えた苗木ではそれが弱い程、回復は早い、pF 4.0で2箇月間管理した苗木でも1日後にXSPは回復した。異なる土壌水分で育てた苗木を自然乾燥させて水ストレスを与えた場合、土壌水分のpF値が低い土壌で育てた苗木の方が回復は早かった。

本実験ではリュウキュウマツの水分生理に関するこれまでの報告とは異なる結果となった。これは実験に使用した培土が異なる (大山<sup>7)</sup>は第三紀層泥灰岩の風化土壌、山盛<sup>14)</sup>は赤色土 (国頭礫層) 3 : 石灰質砂 (海岸砂) 1 の混合、本実験はパーミキュライト) とその乾燥および吸水のみちすじが異なるので<sup>1)</sup>、これが原因の一つだと考えられる。従って、リュウキュウマツ苗木の水分生理に関する分野では土壌の特性および測定技術を考慮して更に検討する必要があるものと考えられる。

## 文 献

1. 宜保清一 1976 代表的沖縄本島土壌層の乾燥特性 琉大農学報 23 269 ~ 280
2. 森 徳典・坂上幸雄 1972 Pressure chamber による林木の水分状態の推定 日林誌 54

388～391

3. 森 徳典 1974 第15回林木生理シンポジウム 日林誌 56 303～307
4. 森川 靖 1971 晴天の日におけるヒノキの蒸散の日変化, 季節変化 日林誌 53 219～221
5. 森川 靖 1974 ヒノキの樹液の流れ—林木の水分収支と関連して— 東大演報 66 251～297
6. 森川 靖・佐藤 明 1976 幹の樹液流速度と樹冠部の木部圧ポテンシャル 日林誌 58 11～14
7. 大山保表 1970 リュウキュウマツの造林ならびに施業に関する基礎的研究 琉大農学報 17 1～161
8. 佐伯敏郎 1972 水の交換と輸送 (古谷雅樹・宮地重遠・玖村敦彦編: 物質の交換と輸送 植物生理学講座5) 112～140 朝倉書店 東京
9. 佐藤 明・森川 靖 1976 ふたつの斜面に生育するスギ林分における木部圧ポテンシャルの日経過 日林誌 58 321～327
10. 佐藤 明 1977 スギ幼齢木の木部圧ポテンシャルの日経過と季節変化 日林誌 59 293～297
11. 佐藤大七郎 1956 スギ・ヒノキ・アカマツのマキツケナエの耐乾性 東大演報 51 1～109
12. 城間理夫 1977 沖縄におけるパインアップル作の農業気象学的研究 琉大農学報 24 283～412
13. 山盛 直 1976 リュウキュウマツの造林法の研究 V 琉大農学報 23 397～402
14. 山盛 直 1976 リュウキュウマツ苗木の蒸散量と葉の水ポテンシャルの日変化 琉大農学報 23 403～407
15. 山盛 直 1977 土壤水分条件とリュウキュウマツ苗木の蒸散量, 葉の水ポテンシャルおよび含水率との関係 琉大農学報 24 745～751
16. 山盛 直 1979 リュウキュウマツ林の水分特性と乾燥害回避に関する研究 琉大農学報 26 573～716

### Summary

Effects of various soil moisture conditions on transpiration rate and xylem sap pressure in *Pinus luchuensis* seedlings were studied from June 1978 to January 1979. Transpiration rate was measured by the cutleaf method, and xylem sap pressure by the pressure chamber method. Seedlings had grown under  $p^F 1.7$  soil moisture tension from June to September, after that three experiments of soil moisture conditions were setted as follows:

1. Experiment I. From 14. Sept., soil moisture condition of  $p^F 1.7$  moisture tension was continued and four soil moisture conditions,  $p^F 2.7$ , 3.8, 4.0 and 4.4 were setted by drying naturally. And those five soil moisture tensions were continued until January 1979. In each soil moisture condition, transpiration and xylem sap pressure of seedlings were measured on 31, Oct. (A-1), 25, Nov. (A-2) and 21, Dec. (A-3), 1978. From this results, four types of the relationship between transpiration rate and xylem sap pressure were distinguished. These types were affected by the soil moisture tension clearly. These responses of transpiration rate and

xylem sap pressure were supported by the results with transpiration, water potential and sap flow of trees.

2. Experiment II. Seedlings were grown under three soil moisture tensions,  $p^F$  1.7, 2.5 and 3.2 about half and two months, and the watering was stopped. The soil moisture content decreased in natural, transpiration and xylem sap pressure were measured at four  $p^F$  value points,  $p^F$  3.2, 3.8, 4.4 and 4.6.

In three soil moisture conditions except  $p^F$  3.2, transpiration rate and xylem sap pressure were increased with increase of  $p^F$  value of pre-treatment soil moisture tensions (Fig. 6, 7). The hardening effects of drought resistance in seedlings were recognized from this results.

3. Experiment III. The relation between soil moisture tension and recovery of transpiration and xylem sap pressure with rewatering was studied. Results on Exp. I-(A-3) were shown in Fig. 8. Recovery of transpiration and xylem sap pressure of seedlings was faster under low soil moisture tension than in high, and xylem sap pressure was recovered faster than transpiration. Results on Exp. II-( $p^F$  4.6) were shown in Fig. 9. Seedlings grown under  $p^F$  2.5 soil moisture tension recovered faster than those of the other soil moisture tensions.