

琉球大学学術リポジトリ

土が乾燥するにつれてモクマオウ属（6樹種）のマキツケ苗の水分関係はどうかわるか

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農家政学部 公開日: 2011-11-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 大山, 保表, Oyama, Hohyo メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/22011

土が乾燥するにつれてモクマオウ属 (6 樹種) の マキツケ苗の水分関係はどうかかわるか

大 山 保 表*

Hohyo OYAMA: Response of seedlings of *Casuarina*
(6 species) to soil dryness.

I 緒 言

土が乾くと苗木も水分がへって生長がへり、その度合がさらに大きくなってある期間続くと枯れてしまうことやそのひびき方が樹種間で相異があることが知られておる。

夏に雨が遠のくと土の含水量が苗木の生育にひびいたり 枯れたりする限界まで減少することや特に土の浅い部分はかわき方も早く、かわく度合もひどいことが知られておる。

春にまきつけられた苗木の根はまだいくらものびないので、土のごく浅い部分にあつて、常にひでのりの害にさらされていて適切な灌水が必要である。

そのような時期における *Casuarina* 6 樹種のマキツケ苗の水分関係は土のかかわくにつれてどう変るだろうか、なお実地の面で樹種間に耐乾性の差があるといわれているがそれらの関係と水分の変わり方との関係がわかるだろうかを調べた。

この研究で御指導下さった東京大学農学部中村賢太郎教授、同佐藤大七郎助教授にお礼申しあげる。

II 実 験

(1) 材料と方法

東京都北多摩郡田無の東京大学農学部苗畑の微砂質壤土(野外容水量 64.5%, 永久凋萎含水率 33.5%)を風乾して 2 mm のフルイをとおして土の水分保持力に差を与える草木の根葉その他の humus 源やレキを取り除いたものを、40×70×10 cm のセトビキバット二つに土の深さを 8 cm に盛ってマキツケ床とした。各マキツケ床に

* 琉球大学農家政学部

一つの樹種に二つのマキツケ区を割りあてて、くじびきによってマキツケ各区の配置を決めてマキツケ場所による条件の差を少なくした。一つのバットは試験床(乾燥床)、他の一つは対照床とし樹種別のマキツケ区の配置は同一にした。種子は台湾産及び沖縄本島産をもちいた。1955年6月10日にマキツケで東京大学農学部構内のガラス室内で1日おきに灌水して土の水分を野外容水量のちかくに保ちつつ育てた。その間苗木の生立密度を同じようにし苗木の大きさもそろえるため数回間引を行った。

9月24日の夕方試験床、対照床に充分灌水して翌9月25日～11月5日の期間に測定を行った。対照床には適宜灌水して野外容水量附近の水分保持をはかり、試験床(乾燥床)には9月24日の灌水以降は全然灌水しないで土の乾くにまかせておき適宜測定日を決めて下のように試料の採取、測定、計算を行った。

i) 蒸散量の時刻変化の差をさけるため、午後1時～5時に各樹種について乾燥床、対照床の各マキツケ区より苗木の生立密度と大きさを考えて1本あて(各樹種共に対照床、乾燥床それぞれ2本あて計4本)をハサミで地ぎわ部より切り取り直ちに最小目盛0.5 mgのtorsionバカリですばやくはかり、切り取り直後と5分間後の重量差を蒸散量とした。蒸散量を測定する5分間の気温と飽差を(1/5°C読み乾湿計)ではかった。蒸散量は箱の中で直射日光をさけてはかって物理的飽差10 mmHg時の値に換算し、苗木の乾燥重量1 gr.よりの1分間の蒸散量を表した。

ii) 苗木の含水率は蒸散量を測定した苗木を105°Cの乾燥器で乾燥して常法によって乾燥重量と含水率をもとめた。

iii) 土の含水率は乾燥床の苗木の採取測定をすませて対照床の苗木の採取測定にかかる前に、各床の中央部の深さの土を検土杖でおのおの2ヶ所採取して常法によって土の乾燥重量と含水率をもとめた。

iv) 土の含水率と水分張力との関係はHansen法とtensiometerとで測定して組み合せた数値を用いた¹⁾。

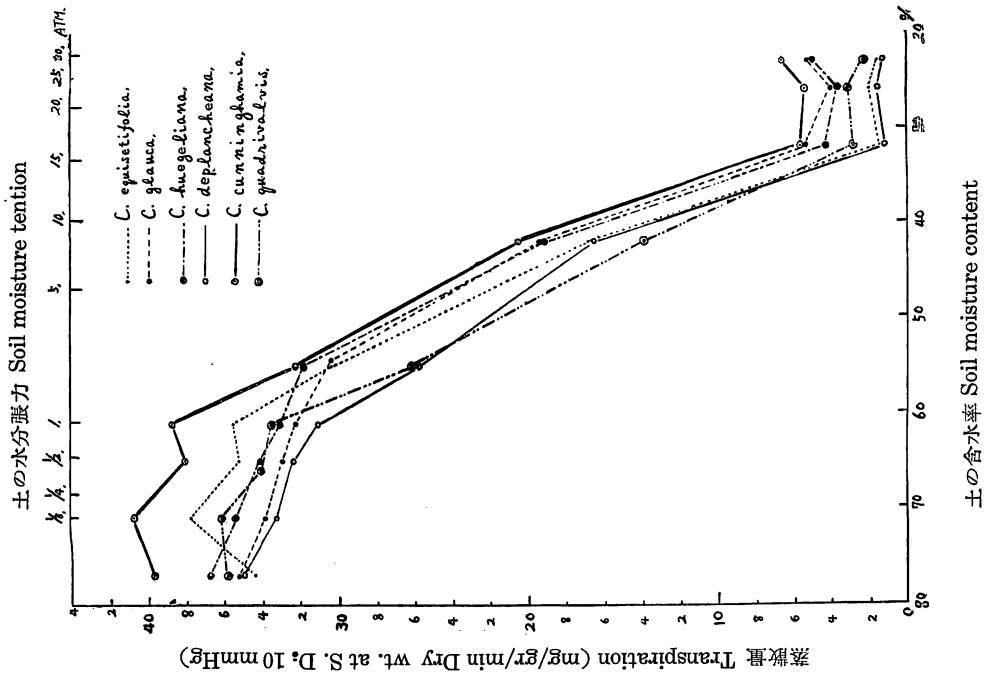
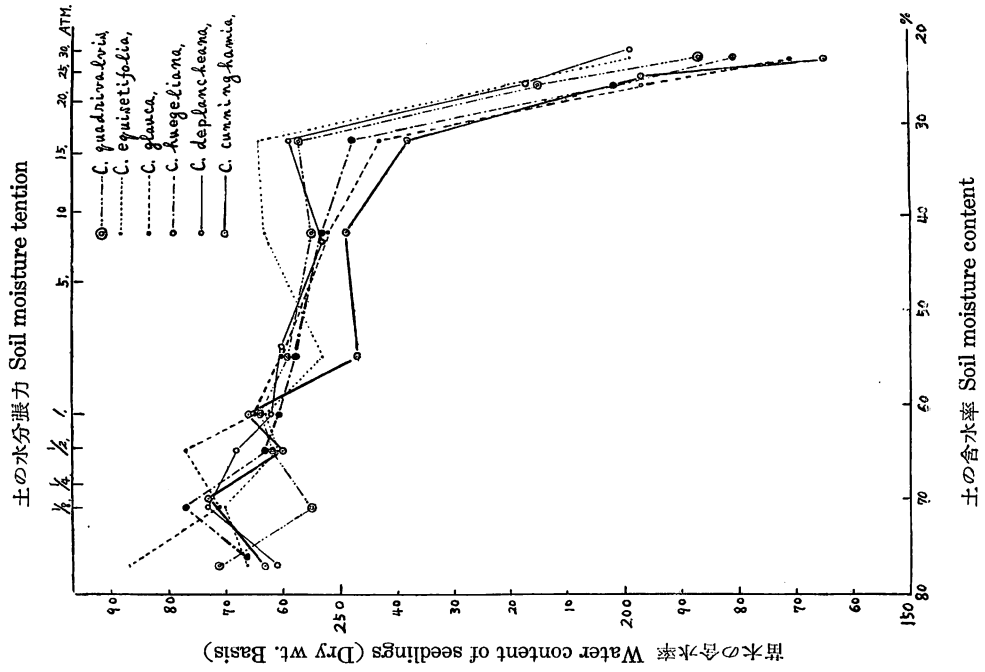
v) 土の乾燥にともなう苗木地上部の変化を観察するとともに測定終了の翌11月6日に充分灌水を行い以降適宜灌水して苗木の回復状態を観察した。

vi) 測定の試料苗木の採取は常に乾燥床、対照床の順とし、各樹種については採取日ごとに適宜組合せておいた順位で行った。

(2) 結 果

i) 測定時の気温は27～32°C……7日、20～25°C……2日で、飽差は10～20

1) 東京大学農学部佐藤大七郎助教授による測定値



第 1 表

樹種名		<i>Casuarina equisetifolia</i> Linn.									摘 要 蒸散は飽差 10 mmHg に換算せ る苗木の絶乾重量 1gr よりの 1 分間 の mg 量
蒸散量 (mg)		34 ^a	37 ^b	35 ^b	35 ^b	30 ^a	16 ^b	1 ¹	2 ⁰	1 ⁶	
苗木の含水率 (%)		266	270	261	263	253	263	264	221	199	
土の含水率 (%)		77	71	65	61	55	42	32	26	23	
樹種名		<i>Casuarina glauca</i> Sieb.									
蒸散量 (mg)		35 ²	33 ⁹	33 ⁰	32 ³	30 ^a	19 ^a	5 ^a	4 ⁰	5 ³	
苗木の含水率 (%)		287	271	277	265	260	252	243	197	171	
土の含水率 (%)		77	71	65	61	55	42	32	26	23	
樹種名		<i>Casuarina huegeliana</i> Miq.									
蒸散量 (mg)		36 ^a	35 ^a	34 ²	33 ¹	31 ⁹	19 ¹	4 ³	3 ⁷	5 ¹	
苗木の含水率 (%)		266	277	263	261	258	253	248	202	181	
土の含水率 (%)		77	71	65	61	55	42	32	26	23	
樹種名		<i>Casuarina deplancheana</i> Miq.									
蒸散量 (mg)		35 ⁰	33 ³	32 ^a	30 ¹	25 ^b	16 ⁵	1 ²	1 ⁶	1 ³	
苗木の含水率 (%)		261	273	268	262	260	253	259	217	199	
土の含水率 (%)		77	71	65	61	55	42	32	26	23	
樹種名		<i>Casuarina cunninghamia</i> Miq.									
蒸散量 (mg)		39 ⁷	40 ^a	38 ¹	38 ^b	32 ³	20 ^a	5 ⁶	5 ^a	6 ⁶	
苗木の含水率 (%)		263	273	260	266	247	249	238	197	165	
土の含水率 (%)		77	71	65	61	55	42	32	26	23	
樹種名		<i>Casuarina quadrivalvis</i> Labill.									
蒸散量 (mg)		35 ⁹	36 ²	34 ¹	33 ⁴	26 ²	13 ⁹	2 ⁹	3 ¹	2 ³	
苗木の含水率 (%)		271	255	262	264	259	255	257	215	186	
土の含水率 (%)		77	71	65	61	55	42	32	26	23	

第 2 表

樹種	蒸散量 (mg)	含水率	摘 要
<i>Casuarina equisetifolia</i> Linn.	5	86	土の含水率が野外容水量以上の場合の苗木の蒸散量と含水率の 3 日分の測定平均値に対する土の含水率が永久凋萎含水率以下の場合の苗木の蒸散量と含水率の 3 日分の測定平均値との割合
<i>Casuarina glauca</i> Sieb.	14	73	
<i>Casuarina huegeliana</i> Miq.	12	78	
<i>Casuarina deplancheana</i> Miq.	4	84	
<i>Casuarina cunninghamia</i> Miq.	15	75	
<i>Casuarina quadrivalvis</i> Lab.	8	83	

mmHg……7日、3～9 mmHg……2日であった。

ii) 対照床の各測定値は、土の含水率が65～77%でいずれも野外容水量以上に保たれて、苗木の蒸散量及び含水率も極く近い値で、乾燥床の野外容水量以上の場合のそれらの値とも同様であつたが乾燥床の苗木との間では土の乾燥度に応じてそれぞれ大きな差を示した。

iii) 土の乾燥にともなう苗木の蒸散量及び含水率、土の含水率などの各測定値、土の水分張力と土の含水率との関係などを第1表及び第1図で、更に土の乾燥にともなう苗木の蒸散量及び含水率の変わり方を樹種別にも判明させるために実験始めの野外容水量以上における3日間の測定平均値に対する、実験をうちきる前の永久凋萎含水率以下における3日間の測定平均値の割合を第2表で示した。

iv) 苗木の蒸散量は、土の含水率が6.1%に乾くまではいずれの樹種も、すこしづつへり、それより乾くと *C. cunninghamia*, *C. equisetifolia*, *C. quadrivalvis*, *C. deplancheana*, は61%より、*C. glauca*, *C. huegeliana*, は55%より大きくへりはじめ、いずれも32%まで乾くと蒸散量の値は極めて小さくなっていて、それ以下に土が乾いてもあまり変らなかつた。

苗木の含水率は、土が32%に乾くまでは、あまり変らなかつたが、それから大きくさがりはじめて、23%に乾いたときの含水率の大きさは、*C. equisetifolia*, *C. deplancheana*, *C. quadrivalvis*, *C. huegeliana*, *C. glauca*, *C. cunninghamia*, の順であった。

実験始めの3日分と、実験終りの3日分の割合、即ち苗木の蒸散量と含水率の、土の乾くにともなうへり歩合は、蒸散量では *C. deplancheana*, *C. equisetifolia*, *C. quadrivalvis*, *C. huegeliana*, *C. glauca*, *C. cunninghamia*, の順に大きく、含水率のへり歩合は、*C. equisetifolia*, *C. deplancheana*, *C. quadrivalvis*, *C. huegeliana*, *C. cunninghamia*, *C. glauca*, の順に小さかつた。

土の乾くにともなう苗木の地上部は、永久凋萎含水率に近づくと、*C. glauca* は緑枝が淡黄色をおびて光沢を失いかけた、永久凋萎含水率以下に乾きだすと、*C. glauca* は緑枝黄色をますとともに、しおれて彎曲しだし、他の樹種も緑枝が淡黄紅色をおびた、更に乾いて23%附近になると *C. glauca* は緑枝の彎曲と萎れは著るしくなり幼幹の中央上部も彎曲した。他の樹種は緑枝の色が紅色に変わり緑枝と幹の上部が彎曲した、いずれの樹種も乾くにともなう地上部の変わり方は、小苗ほど早く著しかった。

測定終了の翌日より灌水を続けたが、いずれの樹種も地上部萎れの回復は甚だおそ

く完全な回復はみとめられなかった。その間に小苗は枯れ、大苗は下枝が枯れ落ちるのがあった、11月25日に苗木を掘り取ったが、大苗は新根が発生しつつあって、生き残ることがたしかめられた。

III 考 察

土の乾くにもなう蒸散量の変わり方は、61%までは僅かずつへり、それより乾くと *C. cunninghamia*, *C. equisetifolia*, *C. quadrivalvis*, *C. deplancheana* は61%より、*C. glauca*, *C. huegeliana* は55%より大きくへりはじめて、32%では(永久凋萎含水率は33.5%)いずれの樹種も蒸散量は極めて小さく、それより乾いても、ほとんど変らなかつた、永久凋萎含水率以下における蒸散量のへり方は多くの研究結果と一致しておる。

野外容水量(64.5%)より永久凋萎含水率に乾くまでの蒸散量のへり方については、ある点に乾くまでは、へり方が極めて小さく、それより乾くと大きくへりはじめる筋道は、アカマツ、スギ、ヒノキ(佐藤, 1956)、アカマツ(佐藤・名村, 1953, 佐藤, 根岸, 1954a)クロマツ(田崎, 1951)オレンジ(Mendel, 1945)と一致している。

蒸散量が大きくへりはじめる点については *C. cunninghamia*, *C. equisetifolia*, *C. quadrivalvis*, *C. deplancheana* は65%~55%(1~2気圧)の点で、アカマツ、スギ、ヒノキ(佐藤, 1956, 根を制限しない場合)に近く、*C. glauca*, *C. huegeliana* は55%~42%(2~8.2気圧)の点で、アカマツ、スギ、ヒノキ(佐藤, 1956, 根を制限した場合)、アカマツ(佐藤・名村, 1953)、オレンジ(Mendel, 1945)に近い。

土の乾くにもなう苗木の含水率の変わり方は、永久凋萎含水率近くまでは、ほとんど変りがなく、32%ではいずれの樹種もほとんど似た大きな値を示し、それよりも乾くと大きくへりはじめた。32%より少し上の点で大きくへりはじめたと考えられる *C. cunninghamia*, *C. glauca*, *C. huegeliana*, はアカマツ、スギ、ヒノキ(佐藤, 1956)、のスギ、ヒノキのへり方に近く、32%より少し下の点で大きくへりはじめたと考えられる *C. equisetifolia*, *C. deplancheana*, *C. quadrivalvis* は、同上及びアカマツ(佐藤, 名村, 1953)のアカマツのへり方に近かった。

蒸散量と含水率の変わり方は、はじめに蒸散量が大きくへりはじめて、その値が極めて小さくなる前後で含水率が大きくへりはじめた。

蒸散量が極めて小さくなって変らなくなった値はクチクラ蒸散と考えられる、その量の大小と、苗木の枯損をまぬかれるに要する最小要水量とが樹種の耐乾性と重要な関係をもつことがアカマツ、スギ、ヒノキ（佐藤，1956）について調べられている。

土の水分が充分で根の水分吸収が容易に行い得る場合（野外容水量以上）と、永久凋萎含水率以下に乾いて根の水分吸収が考えられなくなり蒸散量が極く小さい場合との苗木の蒸散量及び含水率のへり方の割合については、蒸散量のへり方が大きくて含水率のへり方が小さい樹種が乾燥に対して好条件をそなえることが考えられるが、本測定でのそれらの関係は第2表の通りで *C. equisetifolia*, *C. deplancheana* は乾燥につよく、*C. glauca* が乾燥に弱いといわれていることとほぼ一致する（昇，1925，谷口，1941，広田，1951）。アカマツ，スギ，ヒノキについても上の関係が調べられている（佐藤，1956）。

土の乾燥にともなう、マキツケ5ヶ月モクマオウ苗の樹種間及び苗木の大小によるいたみ方や枯れ方については、*C. glauca* は永久凋萎含水率（32%，15気圧）附近で、他の樹種は26%（20気圧）でいたみ方が著しくて、樹種間の差をみとめ、23%（28気圧）附近まで乾くと、以後水を与えても極く小さい苗は枯れたが、大苗は生きのびて、大苗の耐乾性の強いことを示した。

微砂質壤土の含水率23%（28気圧）は大体、根がいくらかも伸びないマキツケ当年生モクマオウ苗の枯死点附近である。

マキツケ苗の枯死点について、土の含水率と苗木の含水率を微砂質壤土をつかって、佐藤（1956）、佐藤、名村（1953）のアカマツ（土の含水率25～20%，苗木含水率100%前後）、ヒノキ（同26～21%，同90%前後）、スギ（同30～22%，同170%前後）の調査結果があり、田崎（1951）のクロマツ（苗木含水率110%前後）の調査結果がある。昇（1925）は主根の発達について、*C. equisetifolia* が最もよく、*C. quadrivalvis*, *C. deplancheana*, *C. cunninghamia*, *C. huegeliana* などがこれにつぎ、*C. glauca* が最もわるいと報告されていて、畑地の乾燥が深さによって甚だ差がある（佐藤，1956，山中，1950）結果と照して樹種間の耐乾性に大きな意義がある。谷口（1941）は湿地では *C. glauca* が最も生長がよく *C. deplancheana*, *C. huegeliana* が中間にあり、*C. equisetifolia* は最も生長へのひびきが大きくて悪かった調査結果を得ている。広田（1951）は、*C. equisetifolia* が湿地で生長がわるく、乾燥地でよいこと、*C. glauca* では結果が逆であることを調べている。

IV 摘 要

1) 微砂質壤土をつかって、土の乾燥にともなう、モクマオウ属(6樹種)の苗木の蒸散量と含水率の変わり方をしらべた。

2) 土の乾燥にともなう苗木の蒸散量の変わり方は、土の水分が野外含水量以下の61%~55%附近に乾燥するまでは、僅かづつへり、それよりも乾燥すると、大きくへりはじめ、土の含水率が永久凋萎含水率附近に乾燥すると、蒸散量は極く小さくなっていて、それより乾燥しても蒸散量はほぼ同じで変らない。

3) 土の乾燥にともなう苗木の含水率の変わり方は、土の水分が永久凋萎含水率附近に乾燥するまではほとんど変らないが、それよりも乾燥すると大きくへりはじめた。

4) 苗木の蒸散量と含水率について、それらの値が大きくてあまり変らない野外含水量以上における実験始めの3日分の測定平均値に対する、それらの値が小さくなってあまり変らない永久凋萎含水率以下における実験終りの3日分の測定平均値との割合の大きさの順位は、ほぼ逆であって、蒸散量のへり方の大きい樹種ほど含水率のへり方は小さかった。蒸散量のへり方の割合は *C. deplancheana*, *C. equisetifolia*, *C. quadrivalvis*, *C. huegeliana*, *C. glauca*, *C. cunninghamia* の順に大きく、含水率のへり方は *C. equisetifolia*, *C. deplancheana*, *C. quadrivalvis*, *C. huegeliana*, *C. cunninghamia*, *C. glauca* の順に小さかった。

上の順位の関係は *C. equisetifolia*, *C. deplancheana* が乾燥地でも生育はよいが、湿地では悪く、*C. glauca* が乾燥地では生育が悪いこととほぼ一致する。

5) 土の乾燥にともなう、マキツケのモクマオウ苗の樹種間及び苗木の大小による、いたみ方や枯れ方については、*C. glauca* は永久凋萎含水率(32%, 15気圧)附近で、他の樹種は26%(20気圧)でいたみ方が目立って樹種間の差をみとめ、23%(28気圧)附近に乾いて、後水をやると極く小さい苗は枯れて、大苗は生きのこって、大苗の耐乾性の強いことを示したが、樹種間の差はもっと乾いた点でないと判明しないことがわかり、また微砂質壤土における含水率32%(28気圧)はマキツケのモクマオウ苗の枯死点の範囲にあることがわかった。

V 参 考 文 献

1. 佐藤大七郎：スギ、ヒノキ、アカマツのマキツケナエの耐乾性、とくに樹種のあいだのチガイについて。東大演報 51 (1956)。
2. 佐藤大七郎、名村次郎：土のかわくにつれてアカマツのマキツケ苗の水分関係はどう

- かわるか. 日林誌 55 (1953).
3. 佐藤大七郎, 名村次郎: 夏にハゲヤマの土が水をひきとめているチカラをはかった一例. 日林誌 37 (1955).
 4. 田崎忠良: 防潮林の生態研究 (V), クロマツ当年生稚苗の生育について. 東大立研報 7 (1951).
 5. 根岸賢一郎, 佐藤大七郎: 土のカワキがアカマツのナエの同化, 呼吸, 蒸散, 貯蔵炭水化物, 生長にあたえる影響. 日林誌 36 (1954a).
 6. ———, ———: 土のカワキとアカマツ, スギの苗の同化, 呼吸量との関係. 日林誌 36 (1954b).
 7. ———, ———: 土の水分とアカマツ, スギの同化, 呼吸量との関係. 日林誌 37 (1955).
 8. 佐藤大七郎: 苗畑と水. 林業解説シリーズ 57 (1953).
 9. 門田正也: クロマツの蒸散量について. 東大立研報 4 (1950).
 10. Mendel, K.: Orangeleaf transpiration under Orchard conditions. II. Soil moisture content decreasing. *Palestin J. Bot.*, Ser. R. 8 (1945).
 11. Hansen, H. C.: The water retaining power of the soil. *J. Ecol.* 14 (1926).
 12. 昇益川: 木麻黄の造林試験. 台湾総督府中央研究所林業部 彙報 3 (1925).
 13. 谷口義晴: 造林上より見たる木麻黄の品種について. 台湾の山林 178 (1941).
 14. 広田貞雄: 本県における木麻黄の調査報告. 鹿児島県林試場報告 3 (1951).
 15. 山中罔利: 畑地の土壤乾燥型態. 農業気象 6 (1950).
 16. 大賀一郎訳: マキシモフ植物と水. (1935).
 17. 續結理一郎: 植物水分生理. (1927).
 18. ———: 植物生理実験法. (1937).

Résumé

- 1) The relationship between the change of water content of soil and the changes of transpiration and water content of the seedlings of *Casuarina* (6 species) was studied.
- 2) The amount of transpiration decreased gradually until the point a little below the field capacity, from which point it started decreasing very rapidly. The amount of transpiration is extremely small near the permanent wilting percentage and the amount didn't decrease any more below this point.
- 3) The amount of water content of the seedlings decreased gradually until the permanent wilting percentage, below which it decreased very rapidly.
- 4) The transpiration ratio between the average value of three measurings above field capacity of soil water content and that below permanent wilting percentage is almost in inverse relation to the seedling water content ratio between the average value of three measurings above field capacity of soil water content and that below permanent wilting percentage; that is to say,

the trees with a great decreasing rate of transpiration would have a small decreasing rate of water content.

Concerning the decreasing rate of transpiration the order of the trees studied is as follows: *C. deplancheana*, *C. equisetifolia*, *C. quadrivalvis*, *C. huegeliana*, *C. glauca*, *C. cunninghamia* (the first one having greatest decreasing rate). Concerning the decreasing rate of water content, the order was as follows: *C. equisetifolia*, *C. deplancheana*, *C. quadrivalvis*, *C. huegeliana*, *C. cunninghamia*, *C. glauca* (the first one having the smallest decreasing rate).

The result of this study is confirmed by the fact that *C. equisetifolia* and *C. deplancheana* make poor growth on wet soils but thrive well on dry soils, while *C. glauca* grows very poorly on dry soils.