

砂防樹種の落葉の保水機能について

田 中 一 夫 (鳥取大学農学部砂防工学及森林工学研究室)

On the Water Holding Capacity Functions of Fallen-leaves of Erosion Control Tree Kind.

Kazuo TANAKA

(Laboratory of Sand Protection and Forest Engineering, Faculty of Agriculture, Tottori University.)

1961年1月30日受理

1. 結 言

一般に林地における落葉は土壌水分の保持, 土壌膨軟, 微生物の生活環境改善, 落葉分解による養分供給, 夜間地面からの放熱緩和, 空間地または疎林地における有害雑草荆棘の繁茂防止等の効用がある。それ故林地においては落葉落枝の採集を禁止することが望ましく, 特に海岸砂防林のような有機質の欠乏している林地にあつては極めて緊要であると言われている。海岸砂防林のような砂質土壌においては落葉落枝の被覆によつて生産力を増進した例が多々報じられている^(3,4)。落葉落枝は林地における窒素源として主要なものであり同時に保水力, 養分保持力を増した土壌の物理的性質を向上させる。これ等落葉の諸効用の内保水機能の傾向について代表的な砂防植栽樹種として次の5樹種を対象として行つた。ニセアカシヤ, イタチハギ, オオバヤシヤブシ, アカマツ, クロマツ。

落葉そのものにより保有される水分を大きく区別すると次の如くである。^(1,2)(1), 落葉面の附着水。(2), 落葉組織内への浸透水。(3), 落葉相互の間隙保留水。

落葉の被覆と土壌の保水力, また落葉が腐朽分解して土壌の一構成成分となつた時の保水力が考えられる。^(1,2) 著者は海岸砂丘地の砂を使用し, 主として室内実験をもとに, 落葉の保水機能について研究した。

本報告の御校閲を賜つた池田茂教授に深く感謝の意を表するとともに本研究に協力された平井良氏に感謝する。

2. 供 試 材 料

供試材料とした落葉は鳥取大学農学部湖山演習林地内のニセアカシヤ(10年生) *Robinia Pseudoacacia* L., イタチハギ(6年生) *Amorpha fruticosa* L., オオバヤシヤブシ(10年生) *Alnus Sieboldiana* MATSUM., クロ

マツ(10年生) *Pinus thunbergii* PARL. 及び鳥取市面影地内のアカマツ(30年生) *Pinus densiflora* S. et Z. の5種類で何れも未だ腐朽をはじめていない比較的新しいものを採用した。土壌は鳥取市浜坂鳥取大学農学部砂丘研究実験所地内の表砂で, 砂粒の粒径分布は次の如くである。

粒径0.5mm 以上のものが2.30%, 粒径 0.2~0.5mm のものが96.36%, 粒径 0.01~0.2mm のものが0.06% 粒径 0.01mm 以下のものが1.28%を採用した。尚これら供試材料の風乾含水率は各々後述の通りである。

3. 実験方法及び実験結果

(1) 落葉質混入土壌の含水量

年々地表植生は林地に対して広葉, 針葉をはじめ穂果, 花粉, 梢枝等を与えそれらは長短種々あるが, ある期間中土壌の表面に堆積しているうちにやがて酸化腐敗あるいは還元腐敗の現象によつて分解して土壌の一構成成分となる。このように落葉が腐朽分解して土壌の一構成成分となつた時の保水量の変化をみるため, ニセアカシヤ, イタチハギ, オオバヤシヤブシ, アカマツ(風乾含水率は各々12.7%, 15.8%, 15.1%, 14.5%である)の落葉を粉砕機で粉砕し1.0mmの円孔篩を通し前述の砂丘砂(風乾含水率は1.6%である。)に0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 15%の重量割合で均等に混入し, 内径5.0cm, 高さ5.0cmの硝子2個を重ねて計る含水量測定器(土柱法)にこれ等供試土壌を密なる状態(5回軽く手の上で打付く程度)に填充し, 日本農学会の測定法により含水量(重量%)を測定した。尚実験中の室温は22~25°Cであつた。その結果につき3~4回の平均結果を抄記すれば第1表の如くである。

Table 1. Water holding capacity in the soil of mixture of powdered fallen-leaves and soil of sand dune.

Species	Water holding capacity	Mixed rate %						
		0	2	4	6	8	10	15
<i>Robinia</i>	Total (%)	25.9	28.3	33.3	34.5	36.6	39.3	45.2
<i>Pseudoacacia</i>	Amount increased (%)	—	2.4	7.4	8.6	10.7	13.4	19.3
<i>Amorpha fruticosa</i>	Total	25.9	29.6	32.5	34.7	36.9	39.4	44.9
	Amount increased	—	3.7	6.6	8.8	11.0	13.5	19.0
<i>Alnus sieboldiana</i>	Total	25.9	28.9	33.1	34.7	37.0	39.1	44.3
	Amount increased	—	3.0	7.2	8.8	11.1	13.2	18.4
<i>Pinus densiflora</i>	Total	25.9	26.7	32.2	34.1	35.5	38.9	44.4
	Amount increased	—	0.8	6.3	8.2	9.6	13.0	18.5
Mean water holding capacity %		—	2.5	6.8	8.6	10.8	13.3	18.8

(2) 水中浸漬落葉の保水率

落葉により保有される水分は、(イ) 落葉面の附着水 (葉面積の大小による)、(ロ) 落葉組織内への滲透水 (浸水時間の大小による)、(ハ) 落葉相互間隙の保留水 (堆積の粗密及厚さの大小による) の3種に区別出来る。

従つて降雨の保留される量は樹種、降雨状態、落葉の堆積状態により差がある。供試材料としてニセアカシヤ、イタチハギ、オオバヤシヤブシ、アカマツ、クロマツの5樹種で (各々の風乾含水率は 18.1%、20.0%、13.1%、16.4%、17.3%) これら落葉の気乾したもの各々

5~7g を 10分、30分、1時間、3時間、6時間、12時間、1日、4日、7日、毎に清水中に浸漬し浸漬後20分間硝子皿の上で水分を滴下したものの重量を測定し重量増加率の2回平均値をとり保水率とした。その結果を抄記すれば第2表の如くである。本実験中の室温は 18~21°C であつた。この結果水中浸漬落葉の保水率はニセアカシヤ、イタチハギ、オオバヤシヤブシ、アカマツ、クロマツの順に小さくなりニセアカシヤとクロマツとの差は 118.4%である、(7日目の最大保水率の場合)

Table 2. Water holding capacity rate of fallen-leaves soaked in water.

Species		Soaked time								
		10. min.	30. min.	1. hour	3. hours	6. hours	12. hours	1. day	4. days	7. days
Broad-leaves	<i>Robinia pseudo acacia</i>	114.7	123.7	154.6	168.6	188.2	202.6	229.9	249.9	261.1
	<i>Amorpha fruticosa</i>	82.3	109.1	137.4	154.6	170.3	185.1	196.4	208.3	218.3
	<i>Alnus sieboldiana</i>	73.6	78.1	105.1	114.2	132.2	140.4	148.6	202.0	211.5
	Mean	90.2	103.6	132.7	145.8	163.6	183.4	191.6	220.1	230.3
		%								
Needle-leaves	<i>Pinus densiflora</i>	34.4	35.8	40.5	50.0	69.6	71.6	79.9	128.0	151.7
	<i>Pinus thunbergii</i>	31.7	34.9	38.1	46.8	62.9	73.1	83.2	140.2	142.7
	Mean	33.1	35.4	39.3	48.4	66.5	72.3	81.5	134.1	147.2

(3) 土壤被覆落葉の保水率

落葉被覆土壤の給水毎の保水及び滲透の状態を観察するため、内径 17.5cm 深さ 19.0cm で底部に穴があつ

てこれにより水を受けてその量を測定出来るようになったガラス鉢に砂を 4.0cm の厚さに入れ、これに広葉樹としてニセアカシヤ、針葉樹としてアカマツのそれぞれ

落葉35gを被覆した2個の鉢と砂のみで無被覆の鉢1個に人工的に1~80mmを給水し2~4mm毎に滲透量を測定し、又滲透量の給水量に対する百分率を求めた。尚

1~8mm 給水後10分間静置しその後は給水遮断後5分間そのまま静置した後で滲透量を測定し滲透を完全ならしめるようにした。その結果は第3表の如くである。

Table 3. Relation between the amount of water supplied and infiltration capacity in the soil of fallen-leaves mulch.

Plot	Non mulch			<i>Pinus densiflora</i> mulch		<i>Robinia Pseudoacacia</i> mulch	
	Infiltration			Infiltration		Infiltration	
	capacity	Rate ※		capacity	Rate ※	capacity	Rate ※
mm	mm	%	mm	%	mm	%	
6	2.9	48.8	—	—	—	—	
8	4.4	55.0	0.2	2.5	—	—	
10	5.7	57.0	1.8	18.0	0.2	2.0	
12	7.0	58.3	2.8	23.3	1.9	15.8	
14	8.3	59.2	4.4	31.4	3.4	24.3	
16	10.2	63.7	6.6	41.2	5.1	31.8	
18	12.0	66.6	8.2	45.6	7.0	38.9	
20	14.0	70.0	9.9	49.5	8.6	43.0	
22	16.1	73.3	11.7	53.3	10.2	46.3	
24	18.0	75.0	13.8	57.5	12.0	50.0	
26	20.3	78.1	15.4	59.2	13.4	51.5	
28	22.1	78.9	17.6	62.7	15.3	54.7	
30	24.1	80.3	18.9	63.0	17.0	56.6	
32	25.9	80.9	21.2	66.3	18.7	58.4	
34	27.7	81.4	23.2	68.2	20.5	60.3	
36	29.6	82.2	25.4	70.6	22.4	62.2	
38	31.5	82.9	27.0	71.1	24.3	63.9	
40	33.4	83.5	28.8	72.0	26.2	65.5	
44	37.0	84.0	32.1	72.9	30.4	69.1	
46	38.6	83.9	34.0	73.9	32.1	69.7	
48	40.1	83.5	35.5	73.9	34.0	70.8	
50	41.2	82.4	37.6	75.2	35.8	71.6	
52	43.0	82.7	39.4	75.7	37.8	72.7	
56	46.6	83.2	43.8	78.2	41.7	72.7	
60	50.4	84.0	46.4	77.0	45.8	76.3	
64	53.2	83.1	49.5	77.3	49.2	76.8	
68	56.7	83.3	52.6	77.4	52.3	76.9	
72	59.4	82.5	55.2	76.6	54.9	76.3	
76	62.9	82.8	59.1	77.9	58.3	76.7	
80	66.2	82.7	62.4	78.0	61.3	76.6	

Note. ※ Rate = $\frac{\text{Infiltration capacity}}{\text{Amount of water supplied}} \times 100$

無被覆土壌では6mm給水してはじめて滲透がはじまり、2.9mmの滲透量があつた。他方落葉被覆土壌ではアカマツ、ニセアカシヤの何れも無被覆のものより滲透開始が遅れてくる。アカマツは8mmで0.2mm、ニセアカシヤは10mmで0.2mmの滲透量があつた。以後は給水量の増加につれて滲透量は比例的に増加している。土壌が水で飽和した後尚給水を行う時は著しく滲透量を増す。給水量に対する滲透量は略兩者の間に直線的關係ありと見做し得る。それ故無被覆土壌、アカマツ被覆土壌、ニセアカシヤ被覆土壌の給水量と滲透量の關係式を求めれば次の如くである。

給水量……x mm, 滲透量……y mm

無被覆土壌 $y=0.873x-2.5$

アカマツ被覆土壌 $y=0.867x-6.9$

ニセアカシヤ被覆土壌 $y=0.842x-8.0$

なる一次式を得る。第3表に於て(無被覆土壌に於ける滲透量) - (アカマツ被覆土壌に於ける滲透量) はアカマツの落葉を被覆したために減少した滲透量である。このアカマツの落葉を被覆したために減少した滲透量を落葉の保水量と見做す。同様に(無被覆土壌における滲透量) - (ニセアカシヤ被覆土壌における滲透量) をニセアカシヤ落葉の保水量と見做す。これら落葉の保水量を給水量で除し更に100を乗じて求めた値を落葉それ自身の保水率とする。その結果は第4表の如くである。尚本実験中の室温は15~18°C, 給水量は65mm/hr.の速度で給水した。

Table 4. Water holding capacity rate of fallen-leaves on the soil of fallen-leaves mulch.

Amount of water supplied mm	Species	
	<i>Pinus densiflora</i> %	<i>Robinia pseudoacacia</i> %
4	—	—
6	—	—
8	53.0	—
10	39.2	53.2
12	35.0	43.3
14	28.0	35.0
16	22.5	31.2
18	21.1	27.7
20	20.6	26.8
22	17.4	25.6
24	17.5	25.1
26	17.5	26.1
28	16.1	24.1
30	15.0	23.7
32	14.8	23.1
34	12.8	21.3
36	12.7	20.4
40	11.5	11.5
44	10.5	10.8
46	9.9	14.0
48	8.3	11.1
50	7.5	10.8
52	6.9	10.0
56	6.0	8.4
60	5.9	6.9
64	6.1	6.3
68	6.0	6.4
72	5.3	6.3
76	5.0	6.1
80	4.8	6.1

4. 考 察

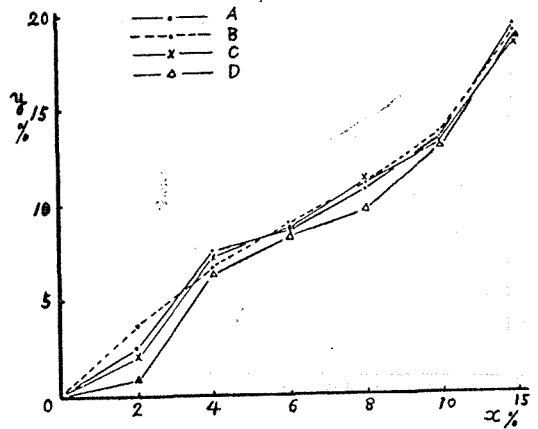
(1) 落葉質混入土壌の含水量

実験結果第1表より各樹種別の増加含水量を折線グラフに図示すると第1図の如くである。砂の含水量は 25.9% である。落葉質混入割合の増加に従って含水量は著しく増加するが、広葉と針葉との差は明確には見られない。しかし現実に林地に於ける落葉が分解する速度と程度とは落葉の化学的組成との関係から見ても針葉は広葉より著しく分解し難い。このため現実林では広葉樹林地は針葉樹林地より腐植質混入率が大きであると見做し得る。

今最大増加含水量を見るとニセアカシヤ, 19.3%, イタチハギ, 19.0%, オオバヤシヤブシ, 18.4%, アカマツ, 18.5%, である。

海岸砂防林のような砂質土壌においては含水量が極めて少くまた保水力に乏しいことから、落葉質の混入によって 19.3%~18.4% と著しく含水量が増加することは林木の生長にとって極めて重要なことであり、現実に

その影響効果が見られる。(3,4,5,6)即ち海岸砂防造林施行後5~6年を経過して、かなり落葉質が混入してくるとその生長量はそれ以前のものより2~3倍の生長量が見られる場合もある。とくにクロマツとニセアカシヤの混雑林において顕著である。



note. xmixed rate
yIncreased water holding capacity.
A*Robinia Pseudoacacia*.
B*Amorpha fruticosa*.
C*Alnus sieboldiana*
D*Pinus densiflora*.

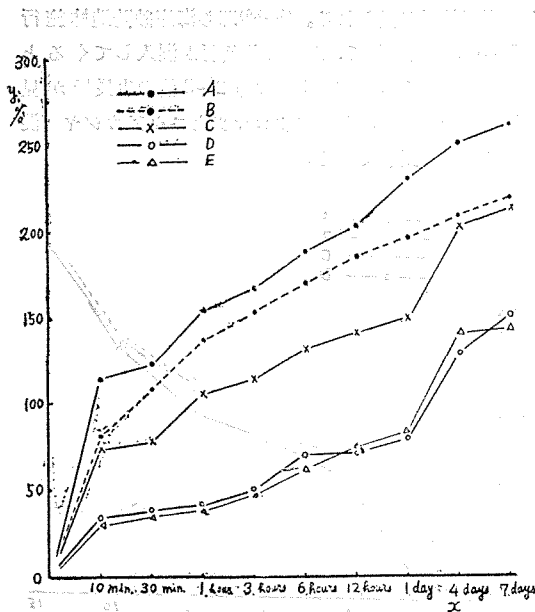
Fig. 1. Water holding capacity in the soil of a mixture of powdered fallen-leaves and soil of sand dune.

(2) 水中浸漬落葉の保水率

浸水時間と保水率との関係を折線グラフに図示すると第2図の如くである。落葉はやがては腐朽分解して土壌の一構成成分となるものであるが、ある期間(相当の期間)林地上に原形のまま堆積する。この様な原形のままの落葉は第2図の如く、浸水時間の長くなるに従って著しく保水率を増加する。また広葉と針葉との差が著しい。

これは広葉の落葉面の附着水、落葉組織内への滲透水、落葉間隙の保留量がいずれも針葉よりも大きい事によるためである。

鳥取大学農学部砂丘研究実験所地内の海岸砂防林(ニセアカシヤ1列にクロマツ, 2列の混雑林)で造林後6年を経過した林内に於いて測定した1m²当りの風乾落葉重量はニセアカシヤ 250g, クロマツ 303g である。測定結果の最大保水率ニセアカシヤ 261%, クロマツ 143%をもとにしてニセアカシヤ 250gr/m², クロマツ 303gr/m²の割合に落葉が堆積している時の落葉の保水量を計算すると平均してニセアカシヤ 0.652mm. クロ



note. x.....Soaked time.
 y.....water holding capacity rate.
 A.....*Robinia Pseudoacacia*.
 B.....*Amorpha fruticosa*.
 C.....*Alnus sieboldiana*.
 D.....*Pinus densiflora*.
 E.....*Pinus thunbergii*.

Fig. 2. Water holding capacity rate of fallen leaves soaked in water.

クロマツ 0.433mm となる。

今1ヘクタール当り 10,000kg の割合に一樣に堆積しているものとすれば平均、広葉で 2.61mm, 針葉で 1.43mmとなる。

上述の砂丘地に於ける落葉の実測結果、ニセアカシヤ 250gr/m², クロマツ 303gr/m² の割合で堆積している場合、本実験結果の最大保水率を用いて落葉の保水量を計算すると合計 1.085mm となる。上述の割合で落葉が堆積している林内は裸地よりも 1.085mm だけ多くの水分を保持していることになる。落葉の保水量はクロマツよりもニセアカシヤが5割程度多いことが見られた。

(3) 落葉被覆土壤における落葉の保水率

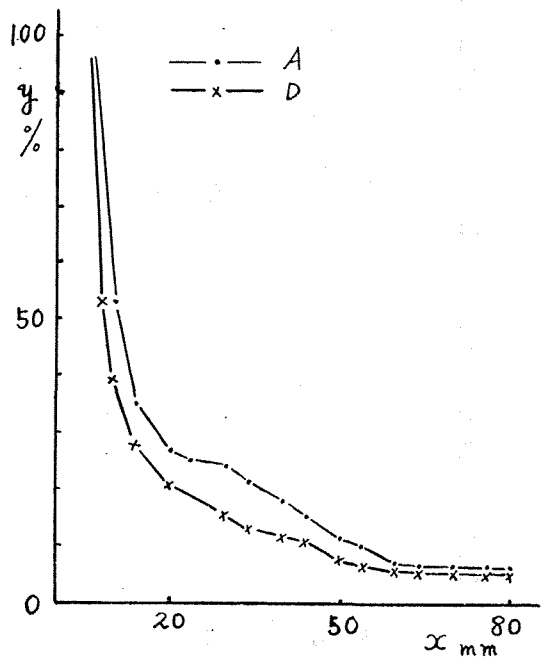
本実験はなるべく自然状態に近いようにするため落葉を土壤の上に被覆し落葉の保水量を求めた。

(給水量) - (透渗量) を保水量として第3表より砂, アカマツ被覆土壤, ニセアカシヤ被覆土壤の平均保水量, 最大保水量を計算すれば第5表の如くである。

第5表より落葉自身の平均保水量を計算すると, アカマツ, 4.1mm, ニセアカシヤ, 5.5mm となる。給水量

Table 5. Water holding capacity in the soil of fallen-leaves mulch.

Water holding capacity	Plot	Non mulch	mulch	
			<i>Pinus densiflora</i>	<i>Robinia Pseudoacacia</i>
mean	mm	7.90	12.0	13.4
max.	mm	13.80	17.6	18.7

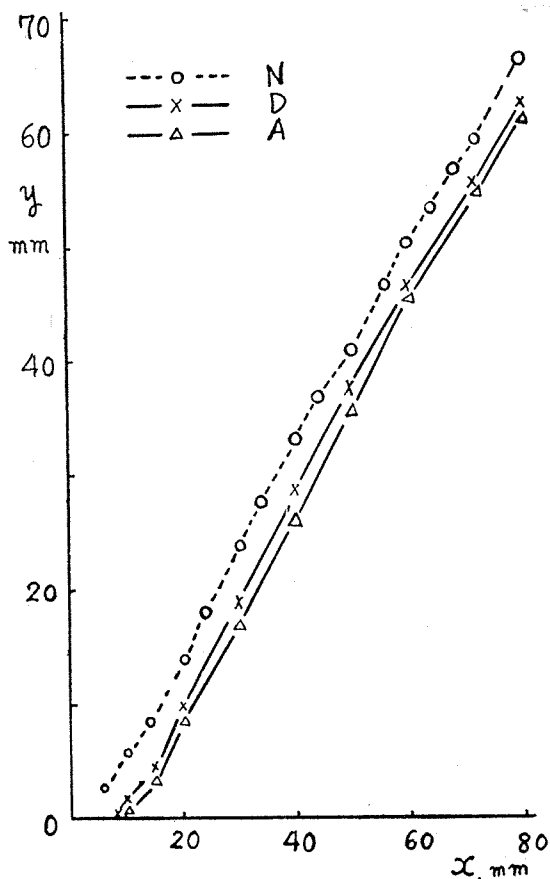


note. x.....Amount of water supplied.
 y.....Water holding capacity rate.
 A.....*Robinia Pseudoacacia*.
 D.....*Pinus densiflora*.

Fig. 3. Relation between the amount of water supplied and water holding capacity rate in the soil of fallen-leaves mulch.

と保水率との関係は第3図の如くである。また給水量に対する透分量の関係を折線グラフで表わすと第4図の如くである。第3図の如くアカマツは給水量 52mm, ニセアカシヤは給水量 60mm までは給水量の増加に従つて落葉の保水率は漸減するが, アカマツは 52mm, ニセアカシヤは 60mm 以上は給水量の増加に関係なくほぼ一定の保水率を示す。このほぼ一定の保水率は落葉の絶対保留量を示すものである。絶対保留量を第3表及び第3図から計算すれば, 給水量の平均 5~10%となる。

アカマツ被覆土壤は 8mm 給水してはじめて 0.2mm



note. x Amount of water supplied.
 y Infiltration capacity.
 A.....*Robinia Pseudoacacia*.
 D.....*Pinus densiflora*.
 N..... non mulch.

Fig. 4. Relation between the amount of Water supplied and infiltration capacity in the soil of fallen-leaves mulch.

の透過がありまたニセアカシヤ被覆土壌では10mm給水後はじめて0.2mmの透過があつた、一方無被覆土壌では6mm給水後最早2.9mmの透過量があつた。アカマツ被覆土壌、ニセアカシヤ被覆土壌は無被覆土壌の場合よりそれぞれ2mm, 4mmの差がある。本実験の給水量は65mm/hr.であつて降雨強度の大きい方に相当する。

以上の実験結果より落葉の保水機能を考察するに落葉自体の保水効果は余り大きくないが、しかし落葉が腐朽分解して土壌の一構成成分となるに至れば著しく保水性を増すものである。(3,4) 落葉の保存は一般林地はもとより海岸砂防造林地の如く保水力に乏しいところにおいては

たとえ2~3%の土壌水分の増加でも林木の生長量に及ぼす影響が大きいところから見ても特に緊要で表土の水分を増加するばかりでなく有機質の給源となつて、地力を増進することにより林木の生長を旺盛にしもつて、海岸防災林としての機能を十分に発揮させるものである。(3,4,5,6)

5. 摘 要

本報告においては代表的砂防藁種として次の5つを選び、それらの比較的新しい落葉の保水機能について実験した。その結果を要約すれば次の如くである。

アカマツ。クロマツ。ニセアカシヤ。イタチハギ。オオバヤシヤブシ。

(1) 落葉質混入割合の増加に従つて容水量は著しく増加するが、広葉と針葉との差は明確には見られない。最大増加容水量はニセアカシヤ 19.3%, イタチハギ 19.0%, アカマツ 18.5%, オオバヤシヤブシ 18.4%である。

(2) 水中浸漬落葉の保水率は浸水時間の長くなるに従つて著しく増加する。また広葉と針葉との差が著しい。

(3) 落葉被覆土壌における落葉の保水率は、アカマツ 4.1mm, ニセアカシヤ 5.5mmであつた。

(4) 給水量に対する透過量の関係はほぼ直線関係があり $y=ax+b$ の式が見られる。

給水量 x mm, 透過量 y mm, とすると
 無被覆砂土 $y=0.873x-2.5$
 アカマツ被覆砂土 $y=0.867x-6.9$
 ニセアカシヤ被覆砂土 $y=0.842x-8.0$

6. 参 考 文 献

- (1) 農林省山林局；森林測候所特別報告 No. 4 1917.
- (2) 萩原渡；落葉の保水機能に就いて，昭和16年日林大会春季大会講演集 1942.
- (3) 原 勝；砂丘造林に関する研究 鳥取高等農林学校学術報告第1巻第3号 1932.
- (4) 原 勝，田中一夫，佐伯浩，鈴木導夫，田中幸一郎；海岸砂丘地に於ける黒松造林不成績地の改善に関する研究(Ⅱ)鳥取農学会報第10巻第3号 1954.
- (5) 原 勝，田中一夫；林学領域に於ける砂丘地の水分経済について 砂丘研究 第1巻第2号 1955.
- (6) 原 勝，田中一夫，佐伯浩；林学領域に於ける砂丘地の水分経済について(Ⅱ)土壌水分をかえて育てたクロマツ苗木の成長及び生理について 砂丘研究 第2巻第1号 1955.

Summary

In this report, the author selected the following five species for the representative erosion control trees and studied the water holding capacity functions of freshly fallen-leaves in those.

Materials ;	Species	Tree age
	<i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	30 Years
	<i>Pinus thunbergii</i> PORL.	10 Years
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	10 Years
	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	6 Years
	<i>Alnus sieboldiana</i> MATSUM.	10 Years

The following is a summary of the results thus obtained.

(1) As the mixed rate of fallen-leaves increased, the water holding capacity rose considerably, but the difference between broad-leaves and needle-leaves was little.

These showing most increased water holding capacity were as follows ;

<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	19.3 %
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	19.0 %
<i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	18.5 %
<i>Alnus sieboldiana</i> MATSUM.	18.4 %

(2) The water holding capacity of fallen-leaves in the soakage of water increased considerably in proportion to the length of soakage time.

The difference between broad-leaves and needle-leaves was very remarkable.

(3) The water holding capacity of each variety of fallen-leaves on the soil of fallen-leaves mulch was 4.1 mm on *Pinus densiflora* S. et Z. and 5.5 mm on *Robinia Pseudoacacia* L.

(4) The relation between the amount of supplied water and infiltration capacity is shown by the following linear equation ;

$$y = ax + b$$

x : Amount of water supplied, mm.

y : Infiltration capacity, mm.

Non mulch sandy soil. $y = 0.873 x - 2.5$

Sandy soil in the fallen-leaves mulch ;

Pinus densiflora S. et Z. $y = 0.867 x - 6.9$

Robinia pseudoacacia L. $y = 0.842 x - 8.0$