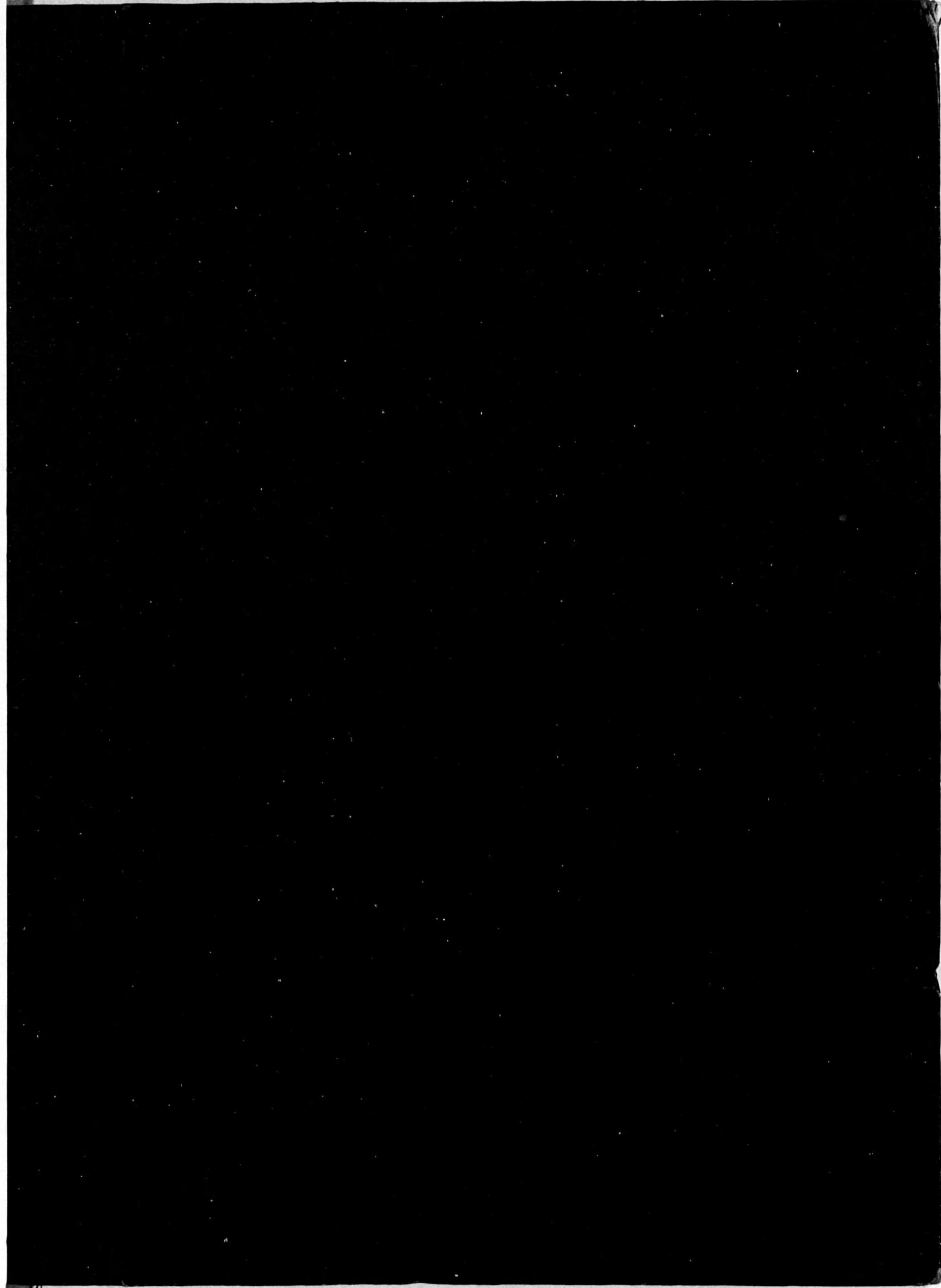




始



14.5
421

鳥取高等農業學校學術報告

第一卷 第三號

昭和七年十一月

MEMOIRS
OF THE
TOTTORI AGRICULTURAL COLLEGE
TOTTORI, JAPAN

Vol. I, No. 3

原 勝 砂丘造林ニ關スル研究

(Masaru Hara: Untersuchungen über den Dünenwaldbau)

PUBLISHED BY THE COLLEGE
TOTTORI
NOVEMBER, 1932

14.5
421

COLLEGE STAFF

Director of the College

Prof. Gentaro Yamada, Ng., NH.

Professors

Eiichi Hirano, Ng., *Horticulture.*
Sakujiro Tanaka, Ng., *Agricultural Engineering.*
Kunihiko Suminokura, Ng., NH., *Biochemistry.*
Heiichi Motohashi, Ng., *Zootechny.*
Hidejiro Nishikawa, Ng., *Agricultural Technology.*
Shujiro Inomata, Ng., *Zoology, Entomology and Sericulture.*
Junichi Ishikawa, Ng., NH., *Crops and Genetics.*
Tadayoshi Yamamasu, Ng., *Farm Management and Agricultural Politics.*
Takeshi Kawasaki, Kg., *Industrial Chemistry.*
Kenji Takeda, Ng., *Nutritional Chemistry.*
Masaru Hara, Rng., RnH., *Forestry.*
Heiichi Kaneko, Ng., Hg., *Economics and Colonial Policy.*
Mitsuru Harada, Nt., *Agricultural Geology.*
Rikuhei Imori, Bg., *Ethics and Pedagogics.*
Naohide Hiratsuka, Ng., *Botany and Phytopathology.*
Minoru Ikeda, Ng., *Agricultural Chemistry.*

Assistant Professors

Keijiro Ito, Rnt., *Agricultural Engineering.*
Masa
Sator
Katsu
Isam
Shuh
Take

All correspondence regarding the Memoirs should
be addressed to the Director of the Tottori
Agricultural College, Tottori, Japan.

鳥取高等農業學校學術報告

第一卷 第三號 99-274頁

昭和七年十一月發行

MEMOIRS OF THE
TOTTORI AGRICULTURAL COLLEGE

Vol. I, No. 3, pp. 99-274

Issued November, 1932

砂丘造林ニ關スル研究

(圖版第一乃至第十五)

林學博士 原 勝

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN DÜNENWALDBAU

von

Masaru Hara, Rng, RnH.

目 次

緒 言	103
第一部 砂丘造林ノ基礎要件トシテ砂ノ研究	103
第一章 砂ノ外觀的性質	103
第一節 砂粒ノ大サ	103
第二節 砂粒ノ丸サ及表面ノ状態	107
第二章 砂ノ礦物的性質及化學的性質	110
第一節 砂ノ礦物的性質	110
第二節 砂ノ化學的性質	110
1. 砂ノ化學成分	110
2. 砂ノ酸度	112
第三章 砂ト溫度トノ關係	113
第四章 砂ト水分トノ關係	128
第一節 砂ノ透水性	128
第二節 砂ノ毛細管作用	129
第三節 砂ノ含水量	141
第四節 砂ノ含有水分	142



14.5
421

COLLEGE STAFF

Director of the College
Prof. Gentaro Yamada, Ng., NH.

Professors

Eiichi Hirano, Ng., Horticulture.
Sakujiro Tanaka, Ng., Agricultural Engineering.
Kunihiko Suminokura, Ng., NH., Biochemistry.
Heiichi Motohashi, Ng., Zootechny.
Hidejiro Nishikawa, Ng., Agricultural Technology.
Shujiro Inomata, Ng., Zoology, Entomology and Sericulture.
Junichi Ishikawa, Ng., NH., Crops and Genetics.
Taduyoshi Yamamasu, Ng., Farm Management and Agricultural Politics.
Takeshi Kawasaki, Kg., Industrial Chemistry.
Kenji Takeda, Ng., Nutritional Chemistry.
Masaru Hara, Rng., RnH., Forestry.
Heiichi Kaneko, Ng., Hg., Economics and Colonial Policy.
Mitsuru Harada, Nt., Agricultural Geology.
Rikuhei Imori, Bg., Ethics and Pedagogics.
Naohide Hiratsuka, Ng., Botany and Phytopathology.
Minoru Ikeda, Ng., Agricultural Chemistry.

Assistant Professors

Keijiro Ito, Rnt., Agricultural Engineering.
Masao Ono, Sericulture.
Satomi Kubo, Nt., Industrial Crops.
Katsumi Hosoda, Nt., Soil Chemistry.
Isamu Matsuura, Nt., Phytopathology.
Shuhei Yamada, Nt., Pomology.
Takeo Nishio, Nt., Field Crops.

正誤表 (第三號)

頁	行	誤	正
167	27圖	1.0-20 mm	1.0-2.0 mm
259	4	原則	原則
裏表紙	9	Novembr	November

be n
Agric

鳥取高等農業學校學術報告

第一卷 第三號 99-274頁

昭和七年十一月發行

MEMOIRS OF THE
TOTTORI AGRICULTURAL COLLEGE

Vol. I, No. 3, pp. 99-274

Issued November, 1932

砂丘造林ニ關スル研究

(圖版第一乃至第十五)

林學博士 原 勝

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN DÜNENWALDBAU

von

Masaru Hara, Rng, RnH.

目 次

緒 言	103
第一部 砂丘造林ノ基礎要件トシテ砂ノ研究	103
第一章 砂ノ外觀的性質	103
第一節 砂粒ノ大サ	103
第二節 砂粒ノ丸サ及表面ノ状態	107
第二章 砂ノ礦物的性質及化學的性質	110
第一節 砂ノ礦物的性質	110
第二節 砂ノ化學的性質	110
1. 砂ノ化學成分	110
2. 砂ノ酸度	112
第三章 砂ト溫度トノ關係	113
第四章 砂ト水分トノ關係	128
第一節 砂ノ透水性	128
第二節 砂ノ毛細管作用	129
第三節 砂ノ容水量	141
第四節 砂ノ含有水分	142

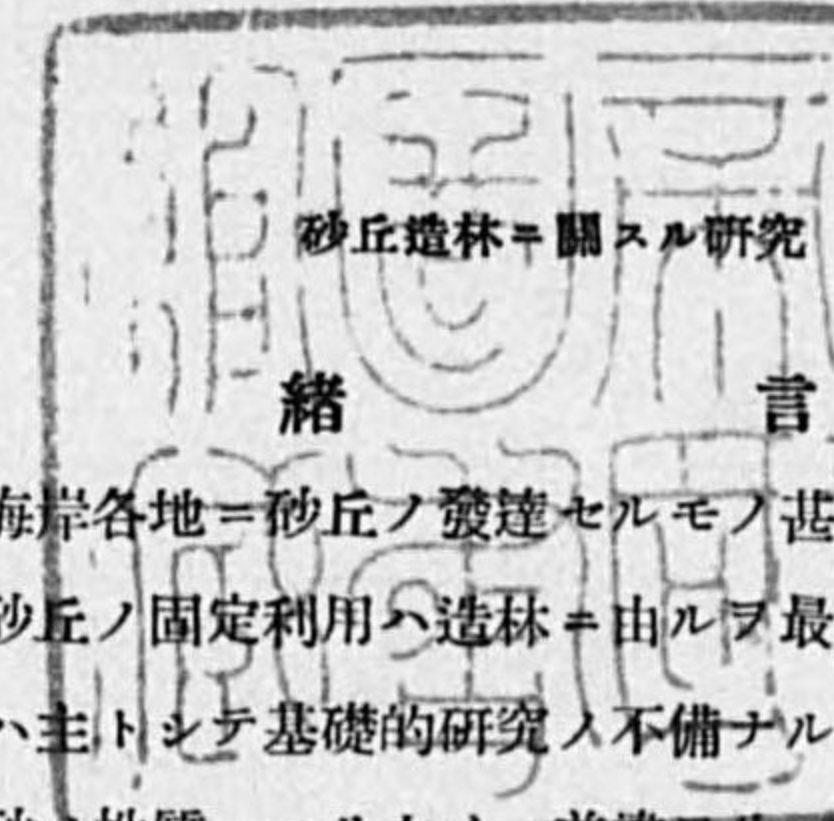


第五節 砂ノ乾燥	148
1. 砂粒ノ蒸發性	148
2. 氣乾砂層ノ深サ	149
3. 風力ト砂表面ノ乾燥トノ關係	158
4. 日射ト砂表面ノ乾燥トノ關係	159
5. 砂表面ノ乾燥度ト飛砂トノ關係	159
第六節 摘要	160
第五章 風ニヨル砂粒ノ移動	162
第一節 風ノ性質ト其強サ	162
第二節 風ニヨル砂粒ノ運動	163
1. 砂粒ノ大サト風力トノ關係	163
2. 砂波	169
3. 摘要	171
第三節 砂ノ堆積	172
第四節 砂丘ノ移動	174
1. 砂丘ノ前後運動	174
2. 砂ノ侵入及移動狀態	176
3. 砂ノ成層	177
4. 砂丘原	179
5. 砂丘ノ移動ニ影響ヲ及ボス因子	180
第六章 結論	180
第二部 砂丘造林ニ關スル研究	185
第一章 砂粒ニヨル松ノ幼樹發生ノ差違	185
第一節 砂丘上ニ於ケル實驗結果	185
第二節 ボットニヨル實驗結果	187
第三節 風ニヨル砂粒ノ分類作用ト森林成立トノ關係	189
第二章 砂粒ノ深サノ森林成立ニ及ボス影響	190
第三章 砂ノ形狀從テ其物理的性質ト森林成立トノ關係	193
第一節 砂ノ形狀ト水トノ關係	193
第二節 砂ノ形狀ト熱トノ關係	194

14.5
421

第四章 砂ノ酸度ト森林成立トノ關係	196
第五章 砂ノ溫度ト植生トノ關係	197
第一節 砂ノ溫度ト植生	197
第二節 砂ノ溫度ト水分トガ松苗ニ及ボス關係	198
1. 砂丘上ニ於ケル實驗結果	198
2. ボットニヨル實驗結果	200
第三節 摘要	207
第六章 砂ト水トノ關係	208
第一節 降水量ト砂トノ關係	208
第二節 砂地ノ降水量ガ松ノ苗木ニ及ボス影響	208
第三節 砂ノ含水量ト根ノ發育關係	209
第四節 摘要	212
第七章 砂粒ノ移動ガ植生ニ及ボス關係	212
第一節 砂粒ノ大サト植物被覆作用	212
第二節 常風及暴風ニヨル被覆	214
第三節 砂波ノ森林成立ニ及ボス關係	214
第四節 摘要	215
第八章 砂地造林樹種トシテノ松	215
第九章 砂地ノ被覆ト其影響	218
第一節 雜草類	218
第二節 落葉落枝	220
第三節 蘚類	222
第四節 摘要	224
第十章 恒續林思想ト海岸林ノ造成	225
第一節 恒續林思想ノ要點	225
第二節 海岸砂地ノ造林及成林ノ手入撫育ノ順序方法	226
第十一章 海岸造林ノ準備トシテノ防砂法	227
第十二章 砂ノ水分ヲ増加スル方法	228
第一節 靜砂垣ノ施工ニヨル水分ノ増加	229
第二節 有機物質ノ埋沒覆蓋及客土ニヨル水分ノ増加	236

第三節 摘要	243
第十三章 砂地造林ノ方法	243
第一節 播種及植樹造林法ノ選定	244
第二節 播種造林ノ方法	245
第三節 植樹造林ノ方法	246
第四節 天然下種造林法	247
第五節 既成林及荒廢林ノ取扱法	250
第六節 將來成立スベキ人工林ノ恒續的取扱法	252
第七節 摘要	253
第十四章 砂地林ノ撫育	254
第一節 落葉落枝ノ採集	254
第二節 砂地林ノ間伐	255
第三節 砂地林ノ下木植付	256
第十五章 砂地林ノ作業法トシテノ恒續林	257
第一節 海岸砂地林ノ使命	257
第二節 恒續的砂地林ノ林型	257
第三節 海岸砂地林ノ施業上ノ考察	258
第十六章 結 論	258
参考文献	261
Résumé	267
圖版説明	271
圖版	



我國ハ地形ノ關係上海岸各地ニ砂丘ノ發達セルモノ甚ダ多ク之ガ固定利用ハ極メテ緊要ナル問題ナリ。而シテ砂丘ノ固定利用ハ造林ニ由ルヲ最良トスレドモ未ダ砂丘造林ノ能ク行ハレザル所以ノモノハ主トシテ基礎的研究ハ不備ナルニ歸セザルベカラズ。即チ砂丘ノ造林ハ砂丘ヲ構成スル砂ノ性質ニヨリ大ニ一差違ヲ生スルモノナルガ故ニ砂丘造林ノ研究ニ當ツテハ先ズ砂ノ研究ヲ先ニシ之ニ基イテ造林ノ研究ヲ行ハザルベカラズ。

鳥取地方ハ濱坂湖山ノ二大砂丘ヲ始メ海岸一帯ノ各地ニ砂丘ヲ有シ總面積 3583.66 haニ及ビ其大部分ハ未ダ固定利用ヲ見ザル不毛地ニシテ之ガ造林ハ極メテ緊要ノコトナリ。且砂丘ノ何レモ砂ノ状態ノ變化ニ富ム點ニ於テ著シキ特色ヲ有セリ。加フルニ湖山砂丘ノ研究ハ我國松ノ生育地タル暖温帯ニ能ク適應セルヲ以テ砂丘造林ノ研究ニ最モ便宜多キ地ト謂フヲ得ベシ。之著者ガ主トシテ湖山砂丘ヲ中心トスル各砂丘ニ於テ本研究ニ着手セシ所以ナリ。

本研究ハ基礎問題トシテ 1925 年以來砂丘上及實驗室内ニ於テ砂丘ヲ構成スル砂ノ研究ヲ遂行シ本問題トシテ先ズ各種砂丘上ニ成立セル森林状態ノ觀察研究ヲナシ次ニ砂丘上ニ播種及植樹ニ由ル造林ヲ行ヒ砂防ノ方法ヲ施シ其成績ヲ比較研究シ同時ニ實驗室内ニ於テモ之ニ關シ必要ナル諸種ノ實驗ヲ行ヘリ。

而シテ近時林學界ニ至大ノ注意ヲ惹起シタル北歐ノ砂地ニ於ケル松林施業法トシテ知ラレタル恒續林作業ノ之ニ類スルモノアルヲ認メ其基ク處ノ條件ヲ論究シ更ニ進ンデ實際問題トシテ主トシテ鳥取地方ヲ中心トスル砂丘造林ニ對シ考案ヲ定メタルモノナリ。

本研究ニ當リ北海道帝國大學教授林學博士新島善直氏ハ懇篤ナル指導ト多大ナル便宜トヲ與ヘラレタリ。茲ニ謹ミテ深甚ナル謝意ヲ表ス。

第一部 砂丘造林ノ基礎要件トシテ砂ノ研究

第一章 砂ノ外觀的性質

第一節 砂粒ノ大サ

一般ニ砂丘ノ砂ヲ形成スル砂粒ノ大サハ一定ノ限度内ニアリ。極メテ粗大ナル砂粒ハ風ニヨツテ動カサルコトナク又微砂粒ハ空氣中ニ支ヘラレテ遠ク運搬サレ易キガ故ニ何レモ砂中ニ存在セズ。而シテ砂ハ地方ニヨリ或ハ砂丘ノ位置ニヨツテ其大サヲ異ニス。

山陰地方ニ於ケル各砂丘ノ砂ヲ其大サニヨツテ分類スレバ次ノ如シ。

第1表 山陰地方各砂丘ニ於ケル砂粒ノ大サ

地名	砂粒ノ大サ mm %					備考
	2.0以上	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25以下	
島根縣 波子砂丘	-	-	71.3	27.4	1.3	砂丘頂上表面ノ砂
同 二宮砂丘	-	7.8	79.4	12.5	0.3	同
同 差海砂丘	-	1.1	83.4	15.1	0.4	同
同 園村砂丘	0.1	7.5	78.7	12.2	1.5	同
鳥取縣 濱村砂丘	-	0.1	26.6	61.9	11.4	同
同 寶木砂丘	-	-	16.4	66.8	16.8	同
同 末恒砂丘	-	-	34.4	62.4	3.2	同
同 湖山砂丘	0.1	1.2	56.5	32.4	9.8	同
同 濱坂砂丘	-	-	35.0	61.6	3.4	同

上表ニヨレバ之等砂丘ノ砂ハ主トシテ直徑1.0-0.25mmノ砂粒ヨリ成立ス。島根縣各砂丘ノ砂ハ稍粗大ニシテ直徑1.0-0.5mmノ砂粒最モ多ク71.3-83.4%ヲ占ム。鳥取縣各砂丘ノ砂ハ前者ニ比スレバ概シテ小ナリ。

而シテ同一ノ砂丘ニ於テモ海岸線ヨリノ距離ニヨリ砂粒ノ大サニ差違アリ。

例ヘバ濱村、湖山及濱坂各砂丘ノ砂ニ就テ分類セシ結果ヲ記スレバ次表ノ如シ。

第2表 海岸線ヨリノ距離ト砂粒ノ大サ

地名	位 置	砂粒ノ大サ mm %				
		2.0以上	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25以下
濱 村	汀線ニ近キ海岸ノ砂	0.1	0.1	30.7	62.2	6.9
	砂丘ノ頂上ニ於ケル砂	-	0.1	26.6	61.9	11.4
	内方ノ砂	-	0.1	16.7	70.7	12.5
湖 山	汀線ニ近キ海岸ノ砂	17.2	43.8	37.6	1.3	0.1
	砂丘ノ頂上ニ於ケル砂	0.1	1.2	56.5	32.4	9.8
	内方低地ニ於ケル砂	-	1.3	49.9	43.8	5.0

地名	位 置	砂粒ノ大サ mm %				
		2.0以上	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25以下
濱 坂	最モ内方ノ砂	-	0.1	32.7	60.5	6.7
	汀線ニ近キ海岸ノ砂	-	0.5	78.8	18.2	2.5
	外方砂丘ノ頂上ニ於ケル砂	-	-	46.2	49.7	4.1
	内方砂丘ノ頂上ニ於ケル砂	-	-	35.0	61.6	3.4

波浪ノタメニ陸上ニ押上ラレタル海岸ノ砂ハ砂丘ノ砂ニ比スレバ常ニ粗大ナリ。而シテ海岸線ヨリノ距離大トナルニ從ヒ砂ハ其大サヲ減少ス。之風ノ砂粒分類作用ニ由ルモノニシテ小ナル砂粒程風ニヨリ遠距離ニ運搬セラレ大ナルモノ程近距離ニ堆積ス。

湖山海岸ノ砂ハ最モ粗大ニシテ其61%ハ直徑1.0mm以上ノ砂粒ナリ。而シテ海岸線ヨリ約500mノ距離ニアル湖山砂丘頂上ニ於テハ直徑1.0mm以上ノ砂粒ハ1.3%ニ減ジ、直徑1.0-0.5mmノ砂粒最モ多ク56.5%ヲ占メ、直徑0.5-0.25mmノ砂粒之ニ次ギ32.4%ナリ。約1000m隔タレル内方低地ニ於テハ直徑1.0-0.5mmノ砂粒ハ稍減ズルモ依然最モ多ク直徑0.5-0.25mmノ砂粒ハ前者ニ比シ11.4%増加セリ。更ニ海岸線ヨリ約1700mノ距離ニアル内方砂丘ノ砂ニ於テハ直徑0.5-0.25mmノ砂粒最モ多シ。

濱村、濱坂兩砂丘ノ砂ハ湖山砂丘ノ砂ニ比スレバ概シテ小ニシテ其大サニ大ナル差違ナキモ何レモ海岸線ヨリノ距離大トナルニ從ヒ漸次砂粒ノ大サヲ減少ス。

次ニ湖山、濱坂及末恒各砂丘上ノ各所ニ於テ深サ1m迄ノ砂ニ就キ其大サヲ見タルニ下記ノ如キ結果ヲ得タリ。

第3表 深サニヨル砂粒ノ大サ

地名	位 置	深サ cm	砂粒ノ大サ mm %				
			2.0以上	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25以下
湖 山	砂丘ノ頂上ニ於ケル砂	0	0.1	1.2	56.5	32.4	9.8
		10	0.1	3.2	70.4	24.5	1.8
		30	0.1	11.3	65.7	20.0	2.9
		50	0.2	6.1	65.8	23.4	4.5
		100	0.1	4.6	66.4	26.5	2.4

地名	位 置	深サ cm	砂 粒 ノ 大 サ mm %				
			2.0 以上	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25 以下
湖 山	砂丘ノ内側中腹=於ケル砂	0	-	1.2	51.7	43.7	3.4
		10	-	1.7	63.1	31.7	3.5
		30	-	0.5	56.7	39.0	3.8
		50	0.5	6.1	58.0	31.2	4.2
		100	-	0.4	53.5	43.8	2.3
同	砂丘ノ谷=於ケル砂	0	-	1.3	49.9	43.8	5.0
		10	0.2	2.7	63.8	24.3	9.0
		30	-	0.8	55.9	32.2	11.1
		50	-	0.8	56.6	31.8	10.8
		100	-	0.2	45.2	46.3	8.8
同	内方砂丘ノ砂	0	-	0.6	35.6	54.0	9.8
		10	-	0.2	40.0	45.2	14.6
		30	-	0.1	42.4	39.1	18.4
		50	-	-	42.3	43.9	13.8
		100	-	0.1	46.9	44.5	8.5
濱 坂	内方砂丘頂上=於ケル砂	0	-	-	35.0	61.6	3.4
		10	-	-	30.8	47.1	22.1
		30	-	-	29.3	44.2	26.5
		50	-	-	32.2	43.2	24.6
		100	-	-	27.5	57.2	15.3
同	最モ内方ノ砂	0	-	-	19.4	72.1	8.5
		10	-	-	24.7	55.9	19.4
		30	-	-	14.3	55.7	30.0
		50	-	-	16.4	67.9	15.7
		100	-	-	26.7	53.0	20.3

〔鳥取高農學術報告〕

地名	位 置	深サ cm	砂 粒 ノ 大 サ mm %				
			2.0 以上	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25 以下
末 恒	移動砂丘ノ高所=於ケル砂	0	-	-	34.4	62.4	3.2
		10	-	0.1	35.0	62.5	2.4
		30	-	0.1	24.2	70.5	5.2
		50	-	-	25.8	67.8	6.4
		100	-	0.1	35.6	56.5	7.8

上表=見ルガ如ク同一ノ個所=於テモ深サ=ヨツテ砂粒ノ大サ=多少ノ差違アリ。
要スル=砂丘ノ砂ハ地方=ヨリ又同一ノ砂丘=於テモ場所=ヨリ或ハ深サ=ヨツテ其大サヲ異ニスルモノナレドモ何レモ主トシテ直徑 1.0-0.25 mm ノ砂粒ヨリ成立ス。

第二節 砂粒ノ丸サ及表面ノ状態

砂丘ノ砂ハ丸サ及砂粒表面ノ状態即チ新鮮度並ビニ平滑度=於テ他ト異ナレル特徴ヲ有ス。著者ハ此二ツノ性質=就テ砂丘ノ砂ト海岸ノ砂トノ比較研究ヲ企圖セリ。先ズ此研究=或種ノ基準ヲ與ヘンガタメ=湖山砂丘ノ各所ヨリ採集セル砂ヲ顯微鏡下ニ檢シ石英粒ヲ次ノ(1)-(7)級ニ分類セリ。

- (1) 砂粒ハ鋭キ稜角及光レル介殼狀断面ヲ有シ、表面ハ新鮮ニシテ被ヒナク玻璃光澤ヲ放テリ。
- (2) 砂粒ハ幾分介殼狀断面ヲ有ス、角ノ或モノハ丸味ヲ帶レドモ全體トシテハ寧ロ角立テリ、表面ニハ多少ノ被覆アレドモ光レリ。
- (3) 砂粒ハ介殼狀断面ヲ有セズ、(2)級ニ屬スル砂粒ニ比シ遙ニ丸シ、角ナク表面ハ透明ナリ。
- (4) 形状ノ特徴ハ(3)=等シ、但表面ハ鈍色ニシテ不透明ナリ。
- (5) 砂粒ハスベテ丸味ヲ帶ブ、表面ハ被覆セラレ所謂 matte Oberfläche ナリ、且窪ヲ有ス。
- (6) 砂粒ハ殆ド球形或ハ豆形ニシテ角ナシ、全ク被覆セラレテ matte Oberfläche ナリ、且多數ノ窪アリ。
- (7) 砂粒ハ球形ナリ、表面ノ状態ハ(6)=等シ。

第一卷第三號, 昭和七年]

次=濱村, 湖山, 濱坂各地方ヨリ採集セル海岸及砂丘ノ砂及寶木, 末恒兩砂丘ノ砂ヲ顯
微鏡下ニ檢シ各級ニ屬スル砂粒ノ百分率ヲ決定セリ。

但各供試料ヨリ 100 粒宛ノ石英粒ヲトリテ實驗セリ。其結果ヲ記スレバ次表ノ如シ。

第4表 顯微鏡ニヨル砂粒ノ分類

番 級	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
(1)	35	5	5	40	0	0	46	6	0	0	0	2	0	4	0
(2)	30	25	20	20	18	18	18	20	20	16	16	16	24	24	30
(3)	12	10	5	15	28	26	10	14	16	18	6	2	2	8	0
(4)	8	25	35	10	10	22	8	28	38	28	58	42	40	20	15
(5)	10	15	20	10	18	16	14	20	20	22	8	20	20	30	45
(6)	5	15	10	5	20	12	4	10	6	14	12	12	14	12	10
(7)	0	5	5	0	6	6	0	2	0	2	0	6	0	2	0

備 考

番 號	産 地	砂 ノ 種 類
A	湖 山	汀線=近キ海岸ノ砂
B	同	砂丘ノ頂上=於ケル砂
C	同	内方砂丘=於ケル砂
D	濱 坂	汀線=近キ海岸ノ砂
E	同	内方砂丘ノ頂上=於ケル砂
F	同	最モ内方=於ケル砂
G	濱 村	汀線=近キ海岸ノ砂
H	同	砂丘ノ頂上=於ケル砂
I	同	内方=於ケル砂
J	寶 木	砂丘ノ頂上=於ケル砂
K	末 恒	砂丘ノ高所=於ケル砂

番 號	産 地	砂 ノ 種 類
L	湖 山	直徑 0.25mm 以下ノ砂粒
M	同	同 0.25-0.5mm ノ砂粒
N	同	同 0.5-1.0mm ノ砂粒
O	同	同 1.0-2.0 mmノ砂粒

上表ニヨツテ砂粒ノ丸サ, 砂粒表面ノ新鮮度及平滑度ノ變化ヲ明亮ニ識別スルコトヲ
得。海岸ノ砂ト砂丘ノ砂トヲ比較スレバ砂丘ノ砂ハ遙ニ丸味ヲ有ス。海岸ノ砂ニモ丸味ヲ
帯ビタル砂粒ハ多少存スレドモ其大部分ハ稜角アル砂粒ナリ。

砂丘ノ表面ニ沿テ移動スル砂ハ絶エズ研磨セラレテ砂粒ハ次第ニ小トナリ能ク丸味ヲ帯
ブルニ至ル。現在ハ埋没セラレテ地下ニアル砂モ或過去ノ時代ニ於テハ砂丘表面ニ存在セ
シモノナルガ故ニ同ジク丸味ヲ有ス。Mackie 氏⁽⁸⁸⁾ハ風力ト水力トニヨツテ砂粒ヲ磨滅セ
シムル力ヲ $\frac{\text{風力}}{\text{水力}} = \frac{(\text{砂ノ比重})}{(\text{砂ノ比重})-1}$ ナル比ヲ以テ表ハセリ。今砂ノ比重ヲ 2.63 トスレバ
此比ハ 1.61 ナリ。即チ風力ハ水力ニ比シ 1.61 倍ノ浸蝕力ヲ有ス。更ニ風ハ速度ヲ増加シ得
ルモノナルガ故ニ此作用ハ一層強大トナル。

又水ノタメニ磨損セラレタル砂粒ハ平滑ニシテ常ニ新鮮ナル外觀即チ眞珠ノ如キ表面ヲ
有スルモノナレドモ風ノ作用ヲ受ケテ稜角ヲ失ヘル砂粒ハ冴ヘザル表面ヲ有シ且窪味アリ。
上表ニヨツテ見ルガ如ク鳥取地方各砂丘ノ砂ハイズレモカカル特徴ヲ有スルモノナ
リ。Cressey 氏⁽¹⁶⁾ニヨレバ Michigan 湖ノ南東岸ニアル砂丘ノ砂ノ著シキ特徴ハ冴ヘザル表
面ヲ有スルコトナリトイフ。海岸ノ砂ノ中ニモ多少冴ヘザル表面ヲ有スル砂粒ノ存在スル
ハ疑モナク海岸線上ニ於テ風ノ作用ヲ受ケタル結果ナリ。

次ニ砂丘ノ砂ヲ大サニヨツテ分類セル直徑 0.25mm 以下ノ砂粒, 直徑 0.25-0.5mm ノ砂
粒, 直徑 0.5-1.0 mm ノ砂粒及直徑 1.0-2.0mm ノ砂粒ニ就テ丸サノ度ヲ見タルニ砂粒大
ナル程其度大ナリ。大ナル砂粒ニシテ稜角アルモノ少シ。又重キ砂粒程丸サノ度大ナリ。

砂丘ノ砂ニ含マルル磁鐵礦ハ概ネ能ク研磨セラレテ丸味ヲ有シ其丸サノ度ハ(3)級乃至
(6)級ニ位セリ。

要スルニ砂丘ノ砂ハ海岸ノ砂ニ比較スレバ丸サノ度大ナリ。且又冴ヘザル表面ト窪ヲ有
スルモノナリ。

第二章 砂ノ礦物的性質及化學的性質

第一節 砂ノ礦物的性質

砂ノ礦物成分ハ主トシテ石英ニシテ多キハ90%以上ニ及ブコトアリ。其他加里長石、曹長石、灰長石等ノ長石類、角閃石、輝石及磁鐵礦ヲ含ムモ何レモ少量ナリ。山陰地方各砂丘ノ砂ハ石英其大部分ヲ占メ其他少量ノ長石、角閃石及磁鐵礦等ヲ含有ス。雲母ハ海砂或ハ河砂ニハ含マルコトアレドモ砂丘ノ砂ニハ存在セズ。長石ノ分量ハ石英ニ次デ多キモ其性質軟ク且破碎シ易キタメ種々ナル自然ノ作用ニヨリ速カニ細粒トナリテ飛散シ去リ比較的磨損シ難ク且輕量ナル石英粒ノミ風ノ長キ運搬作用ヲ受クルモ殘存スルモノナリ。

角閃石ハ稀ニ存在シ顯微鏡下ニ檢スレバ黃綠色或ハ綠色ニシテ角ハスベテ丸味ヲ帶ベル柱狀結晶ヲナス。磁鐵礦ハ砂丘ノ砂ニ含マルル唯一ノ重金屬ニシテ顯微鏡下ニ黑色不透明ナル小粒ヲナス。而シテ之ガ粒ノ大サハ概ネ直徑0.25mm以下ナリ。斯ノ如ク重金屬ニ乏シキコトモ亦砂丘ニ於ケル砂ノ特徴ナリ。

今鳥取縣下各砂丘ノ砂ニ含マルル比重2.98以上ノ礦物成分ノ割合ヲ舉レバ次表ノ如シ。

第5表 砂ニ含マルル比重2.98以上ノ礦物成分

Table with 4 columns: 產地, 砂ノ種類, 比重2.98以上ノ礦物%, 備考. Rows include 湖山, 同, 濱坂, 同, 濱村, 寶木, 末恒.

上表ニヨレバ砂丘ノ砂ニ含マルル比重2.98以上ノ礦物成分ハ0.99-3.42%ナリ。

第二節 砂ノ化學的性質

1. 砂ノ化學成分

著者ハ1928年鳥取高等農業學校土壤學實驗室ニ於テ湖山、濱坂、寶木各砂丘ヨリ採集セル砂ヲ分析シ其化學成分ヲ見タリ。分析結果次表ノ如シ。

[鳥取高農學術報告

第6表 砂ノ化學成分%

Table with 14 columns: 砂ノ種類, SiO2, Al2O3, FeO, Fe2O3, MnO, CaO, MgO, K2O, Na2O, SO3, Cl, H2O, 灼熱損失量, 計. Rows include 湖山, 同, 同, 濱坂, 同, 寶木.

備考 湖山砂丘ノ基土ヲナス火山灰土壤ノ化學成分%

Table with 4 columns: Component, Value. Rows include SiO2, Al2O3, FeO, Fe2O3, MnO, CaO, MgO, K2O, Na2O, SO3, Cl, H2O, 灼熱損失量.

上表ノ示ストコロニヨレバ砂丘ノ砂ハ所謂火成岩ノ8大成分ナル硅酸、礬土、酸化第一鐵、酸化第二鐵、石灰、苦土、加里及曹達ヲ含有シ、相互ノ分量的關係ガHarker氏(90)ノ所謂略一定ノ範圍内ニアリ。唯硅酸ノ含有量ハ比較的多ク湖山砂丘ノ砂ニ於テハ平均79.94%、濱坂砂丘ノ砂ハ平均79.12%、寶木移動砂丘ノ砂ハ78.12%ヲ有シ湖山砂丘ノ下層土ヲナセル火山灰土壤ノ硅酸含有量ニ比スレバ何レモ2倍餘ニ相當ス。之砂丘ノ砂ノ如ク波浪ノタメニ海岸線上ニ打上ラレ風ニヨツテ一定ノ場所ニ集積シテ砂丘ヲツクレルモノハ多クハ水ニ溶ケズ又破碎スルモ甚ダシキ細粉トナラザルモノタルコトヲ要シ從テ8大成分中最モ多ク硅酸ニ富メリ。

而シテ硅酸ノ含有量ニ比スレバ格段ノ差異アルモ之ニ次デ多キハ礬土ナリ。湖山、濱坂及寶木各砂丘ノ砂ノ中礬土ノ最モ多キハ寶木砂丘ノ砂ニシテ11.32%ヲ占メ、最モ少キハ湖山砂丘ニ於ケル内方低地ノ砂ナリ。

各砂丘ノ位置ニ就テ見ルニ概シテ砂丘頂上ノ砂ノ有スル硅酸ノ分量ハ他ノ個所ノ砂ニ比シ少量ナリ。礬土ハ之ニ反シ砂丘頂上ノ砂ニ多ク含有セラル。

砂丘ノ外側ニ於ケル砂ガ少量ノ鹽素ヲ有スルハ海水ノ影響ニヨルモノナリ。灼熱ノ際ニ於ケル損失ハ主トシテ有機物質ニシテ湖山砂丘ノ砂ハ平均1.07%、濱坂砂丘ノ砂ハ平均2.29%、寶木移動砂丘ノ砂ハ1.15%ヲ有シ湖山砂丘ノ下層土タル火山灰土壤ノ有機物含有

第一卷第三號、昭和七年]

量ノ約 $\frac{1}{10}$ 乃至 $\frac{1}{100}$ ナリ。要スルニ化學成分ヨリ見ルトキハ砂丘ノ砂ハ之ト成分ノ甚ダ類似セル花崗岩ノ如キ酸性岩類ノ分解變化ニヨツテ生ジタルモノナリ。

2. 砂ノ酸度

Salisbury氏⁽⁶¹⁾ハ英國Southportニ於ケル年齢ノ異ナル二三ノ砂丘ニ就テ砂ノ酸性度ヲ研究シ砂丘ノ砂ハ年齢ノ増加ト共ニアルカリ性ヨリ酸性ニ變化スルモノナルコトヲ認メタリ。

我國ニ於ケル砂丘ノ酸度ニ就テハ林學士山崎嘉夫氏⁽⁶²⁾ノ研究セルモノアリ。同氏ニレバ我國海岸砂丘ノ酸度ハ Ph 5.6-7.8 ノ範圍ニアリトイフ。

著者ハ砂丘ノ位置ニヨツテ換言スレバ砂丘ニ於ケル砂ノ新古ニヨリ其酸度ガ如何ナル状態ニアルカヲ知ランガタメニ 1928 年 4 月湖山、濱坂、末恒、寶木及濱村ノ各砂丘ヨリ採集セル砂(表砂)ニ就テ之ガ酸度ヲ檢定セリ。

實驗方法: 氣乾砂 5g = 25cc ノ再溜水ヲ加ヘタル混濁液ニ就キ Leed & Northrup 會社製電氣の水素イオン濃度測定器ヲ用ヒ Bülmann 氏 Quinhydrone 電極法ヲ以テ測定セリ。

實驗結果次ノ如シ。

第7表 砂ノ酸度

地名	位置	Ph
湖山	汀線=近キ海岸ノ砂	6.75
同	砂丘ノ頂上=於ケル砂	6.42
同	砂丘ノ谷=於ケル砂	6.24
同	内方砂丘ノ高所=於ケル砂	5.29
同	最モ内方=於ケル砂	5.15
濱坂	汀線=近キ海岸ノ砂	6.78
同	砂丘ノ頂上=於ケル砂	6.38
同	最モ内方=於ケル砂	5.61
末恒	砂丘ノ高所=於ケル砂	6.35
寶木	砂丘ノ高所=於ケル砂	6.35
濱村	汀線=近キ海岸ノ砂	6.26
同	砂丘ノ頂上=於ケル砂	6.00
同	内方=於ケル砂	5.74

上記實驗結果ニヨレバ之等砂丘地方ノ砂ハ Ph ノ値 5.15-6.78 ニシテ弱酸性或ハ酸性ナリ。而シテ同一砂丘ニ於テモ海岸線ヨリノ距離大ナル程其酸性度ヲ増大ス。例ヘバ湖山砂丘ニ於ケル海岸ノ砂ハ Ph ノ値 6.75 ニシテ内陸ニ至ルニ從ヒ漸次其値ヲ減ジ最モ内方ノ砂ハ Ph 5.15 ナリ。又濱村砂丘及濱坂砂丘ニ就テモ同様ノ結果ヲ認メタリ。

此現象ハ雨水ノ洗滌作用及陽光ノ直射ニヨル砂表面ノ強キ乾燥ニ歸スベキモノナリ。一般ニ雨量多キ地方ニアリテハ砂ハ絶エズ雨水ノタメニ洗滌セラレ溶解性鹽類ヲ消失ス。又從來ノ研究ニヨレバ陽光ノ直射ニヨル激シキ乾燥ハ土壤ノ酸性ヲ高ムル作用アリ。而シテ砂丘ノ古キ程之等兩作用ヲ受ケタルコト多ク從テ酸性ノ度ヨリ大ナリ。

要スルニ砂丘ノ砂ハ年ヲ經ルト共ニ益酸性タラントスル傾向アリ。

第三章 砂ト温度トノ關係

砂丘氣候ノ中最モ特色アルハ砂表面ノ温度ナリ。裸出セル砂ノ表面ハ陽光ノ直射ニヨツテ強ク加熱セラレ著シキ高温ニ昇リ忽チ乾燥ス。而シテ固有ノ砂丘植物ハ乾性的ニシテ能ク高熱ノ攻撃ト乾燥ニ耐ヘ得ル機能ヲ有スレドモ普通ノ植物ハ砂丘上ニ於テハ其生育極メテ困難ナリ。

著者ハ此特色アル砂表面温度ト氣温トノ關係ヲ研究スル目的ヲ以テ 1928 年 3 月ヨリ 1929 年 3 月マデ湖山砂丘試驗地ニ於テ氣温、砂表面温度及地中温度ヲ測定セリ。但氣温及砂表面温度ノ測定ニハ棒狀水銀寒暖計ヲ用ヒ地中温度ノ測定ニハ Hilmar Bocks 會社製地中寒暖計ヲ使用セリ。

實驗結果ヲ記スレバ次表ノ如シ。

第8表 砂表面温度ト氣温トノ比較

年	月	日	測定時間	天候	砂表面ノ状態	氣温	砂表面ノ温度	氣温トノ差	地下10cmノ温度	氣温トノ差	
1928	3		2 午前	12	曇	氣乾	19.0	22.0	+3.0	16.8	-2.2
			4 同		同	同	6.5	10.0	+3.5	9.0	+2.5
			5 同		同	同	8.5	14.0	+5.5	11.3	+2.8
			9 同		雨	濕	5.0	10.0	+5.0	7.8	+2.8
			13 同		曇	同	8.8	13.8	+5.0	8.6	-0.2
			18 同		晴	氣乾	15.0	26.5	+11.5	15.0	0

年	月	日	測定時間	天候	砂表面ノ状態	氣 温	砂表面ノ温度	氣温トノ差	地下10cmノ温度	氣温トノ差		
1928			22 午前 11	曇	氣乾	6.2	14.5	+8.3	10.2	+4.0		
			25 同	同	同	17.2	19.5	+2.3	14.0	-3.2		
			28 同	晴	同	10.5	15.2	+4.7	18.0	+7.5		
			4 1 同	同	同	13.5	21.0	+7.5	18.5	+5.0		
			4 同	曇	濕	8.5	12.0	+3.5	9.8	+1.3		
			6 同	晴	氣乾	19.0	37.0	+18.0	12.0	-7.0		
			8 同	同	同	21.5	40.2	+18.7	19.5	-2.0		
			11 同	曇	同	18.8	33.5	+14.7	24.8	+6.0		
			14 同	晴	同	13.2	33.2	+20.0	23.6	+10.4		
			18 同	同	同	25.8	41.0	+15.2	28.0	+2.2		
			21 同	曇	同	17.2	32.5	+15.3	19.8	+2.6		
			26 同	同	同	20.5	31.5	+11.0	19.5	-1.0		
			27 同	9	同	同	同	19.0	24.5	+5.5	18.0	-1.0
			29 同	11	同	同	同	23.0	40.0	+17.0	26.0	+3.0
			5 3 同	晴	同	22.5	35.6	+13.1	19.5	-3.0		
			5 同	同	同	25.5	39.0	+13.5	22.0	-3.5		
			6 同	12	同	同	同	25.0	43.0	+18.0	24.8	-0.2
			9 午後 1	曇	同	13.5	17.5	+4.0	23.0	+9.5		
			12 同	晴	同	25.0	39.5	+14.5	28.2	+3.2		
			16 同	同	同	20.5	32.2	+11.7	25.8	+5.3		
			5 19 同	2	同	同	同	22.3	42.2	+19.9	27.0	+4.7
			23 午前 12	曇	同	25.8	34.6	+8.8	23.8	-2.0		
27 同	晴	同	24.5	37.5	+13.0	28.2	+3.7					
30 午後 1.30	同	同	28.0	51.0	+23.0	32.6	+4.6					
6 4 午前 11	同	同	23.0	36.0	+13.0	23.0	0					
6 午後 1	同	同	25.0	47.0	+22.0	28.0	+3.0					

年	月	日	測定時間	天候	砂表面ノ状態	氣 温	砂表面ノ温度	氣温トノ差	地下10cmノ温度	氣温トノ差		
1928	6		8 午前 11.30	晴	氣乾	32.0	52.8	+20.8	26.5	-5.5		
			12 午後 2	同	同	28.5	36.0	+7.5	28.2	-0.3		
			15 同	同	同	21.8	29.2	+7.4	25.5	+3.7		
			19 同	同	同	26.8	31.2	+4.4	25.6	-1.2		
			22 同	同	同	21.1	32.5	+11.4	30.0	+8.9		
			27 同	同	同	26.5	40.5	+14.0	30.0	+3.5		
			30 同	同	同	23.0	28.5	+5.5	26.0	+3.0		
			7 4 同	同	同	25.7	49.5	+23.8	33.0	+7.3		
			5 同	4	同	同	同	25.0	35.0	+10.0	32.0	+7.0
			7 午前 10.30	同	同	33.0	49.0	+16.0	29.0	-4.0		
			8 午後 2	同	同	33.2	56.0	+22.8	35.0	+1.8		
			11 同	同	同	32.5	55.5	+23.0	38.5	+6.0		
			13 午前 11	同	同	34.0	53.0	+19.0	35.5	+1.5		
			14 同	曇	同	31.8	55.2	+23.4	34.2	+2.4		
			15 同	晴	同	39.0	59.5	+20.5	33.5	-5.5		
			18 午後 2	曇	濕	26.5	31.8	+5.3	28.8	+2.3		
			21 同	1	同	同	同	29.7	31.2	+1.5	28.8	-0.9
			22 午前 8.30	同	同	28.0	30.0	+2.0	26.5	-1.5		
			24 同	12	晴	氣乾	31.8	51.5	+19.7	38.0	+6.2	
			25 同	8.30	同	同	同	33.0	41.5	+8.5	30.0	-3.0
			同	9.30	同	同	同	31.5	45.5	+14.0	31.5	0
			同	10.30	同	同	同	34.5	49.0	+14.5	33.0	-1.5
同	11	同	同	同	38.0	58.5	+20.5	33.5	-4.5			
同	12	同	同	同	35.0	52.0	+17.0	35.5	+0.5			
午後 1	同	同	35.0	49.0	+14.0	36.0	+1.0					
同	2	同	同	同	36.0	52.0	+16.0	37.0	+1.0			

年	月	日	測定時間	天候	砂表面ノ状態	氣 温	砂表面ノ温度	氣温トノ差	地下10cmノ温度	氣温トノ差	
1928	7	25	午後 3	晴	氣乾	36.0	49.0	+13.0	37.2	+1.2	
			同 4	同	同	31.5	44.0	+12.5	37.0	+5.5	
			同 4.30	同	同	33.0	43.0	+10.0	37.0	+4.0	
		27	午前 8.30	同	同	32.1	41.0	+8.9	29.5	-2.6	
			28	同 12	同	同	33.0	55.5	+22.5	37.0	+4.0
				8	1 同 11.30	曇	濕	24.9	26.0	+1.1	26.1
	4 同 12	同	同		26.5	31.0	+4.5	27.1	+0.6		
	8 同 8.30	晴	氣乾		32.5	42.5	+10.0	29.5	-3.0		
	12 午後 2.30	曇	濕		26.4	30.8	+4.4	28.3	+1.9		
	13 午前 12	晴	氣乾		31.0	47.0	+16.0	34.5	+3.5		
	14 同 8.30	同	同		27.0	37.0	+10.0	26.2	-0.8		
	15 午後 2	同	同		37.2	58.5	+21.3	35.6	-1.6		
	16 午前 10.30	同	同		36.5	55.0	+18.5	33.0	-3.5		
	18 午後 3	曇	濕		25.3	27.0	+1.7	26.0	+0.7		
	21	午前 6	晴		同	21.5	22.0	+0.5	23.0	+1.5	
		同 6.30	同		同	22.1	23.0	+0.9	23.0	+0.9	
	同 7	同	同		22.5	23.1	+0.6	23.0	+0.5		
	同 7.30	同	氣乾		25.5	25.5	0	23.5	-2.0		
	同 8	同	同		26.0	29.0	+3.0	24.1	-1.9		
	22	同 8.30	同		同	28.0	39.5	+11.5	26.0	-2.0	
	23	午後 1.30	同		同	28.0	46.6	+18.6	27.2	-0.8	
	24	同 4.30	同		同	29.0	40.0	+11.0	35.1	+6.1	
		同 5	同		同	28.0	35.0	+7.0	34.5	+6.5	
		同 5.30	同	同	27.5	33.0	+5.5	34.0	+6.5		
同 6		同	同	26.5	30.5	+4.0	33.2	+6.7			
同	同 6.30	同	同	25.0	26.5	+1.5	33.0	+8.0			

年	月	日	測定時間	天候	砂表面ノ状態	氣 温	砂表面ノ温度	氣温トノ差	地下10cmノ温度	氣温トノ差	
1928	8	24	午後 7.30	晴	氣乾	24.9	26.0	+1.1	32.1	+7.2	
			同 1.30	同	同	32.0	51.0	+19.0	34.2	+2.2	
			同	同	同	31.0	49.0	+18.0	34.0	+3.0	
		27	同	同	同	33.0	54.0	+21.0	36.0	+3.0	
			29	同 1	同	同	32.5	49.0	+16.5	33.7	+1.2
				31 午前 11	同	同	36.0	47.0	+11.0	31.5	+4.5
		9	1	午後 1	同	同	31.5	48.0	+16.5	36.0	+4.5
				同 1.30	同	同	31.0	47.0	+16.0	34.4	+3.4
				同 2	曇	同	30.5	34.0	+3.5	31.1	+0.6
			6	同 1.30	同	同	29.5	36.3	+6.8	31.5	+2.0
				同 2	晴	同	32.0	49.0	+17.0	36.5	+4.5
				同 9	同	同	35.0	51.0	+16.0	35.0	0
	10		同 1	同	同	32.0	51.0	+19.0	33.0	+1.0	
			13	同	同	濕	25.8	34.2	+8.4	29.5	+3.7
				同	曇	同	26.1	29.9	+3.8	27.1	+1.0
	19		午前 11	曇後雨	同	26.0	28.0	+2.0	25.0	-1.0	
			同 1	晴	氣乾	32.0	47.3	+15.3	28.2	+3.8	
			同 1.30	雨	濕	25.0	27.0	+2.0	29.0	+4.0	
	24	同 1	晴	氣乾	31.5	44.0	+12.5	31.6	+0.1		
		27	午前 11	同	同	25.8	42.0	+16.2	26.0	+0.2	
			30 午後 1.30	曇	同	22.5	27.6	+5.1	22.0	-0.5	
	10	2	午前 12	晴	氣乾	26.0	44.0	+18.0	25.0	-1.0	
			同 1	曇	同	19.5	22.5	+3.0	21.5	+2.0	
		同 4	午前 10.50	同	同	22.5	31.1	+8.6	19.5	-3.0	
同 6		午後 1	晴	同	24.5	49.5	+25.0	26.8	+2.3		
同 9		同 2	同	同	26.0	36.5	+10.5	24.0	-2.0		

年	月	日	測定時間	天候	砂表面ノ状態	氣温	砂表面ノ温度	氣温トノ差	地下10cmノ温度	氣温トノ差	
1928	10	10	午後 2	晴	氣乾	22.5	32.8	+10.3	23.9	+1.4	
			午前 11	同	同	25.5	41.5	+16.0	23.0	-2.5	
			同	同	同	23.3	41.0	+17.7	21.0	-2.3	
			同	晴後曇	濕	17.5	18.0	+0.5	20.0	+2.5	
			同	晴	氣乾	21.3	32.5	+11.2	23.2	+1.9	
			同	同	同	22.0	31.0	+9.0	18.0	-4.0	
			同	曇	濕	18.3	23.8	+5.5	17.6	-0.7	
			午後 2	晴	微乾	22.0	27.5	+5.5	23.0	+1.0	
			同	同	氣乾	25.0	34.0	+9.0	25.0	0	
			午前 11	曇	濕	13.8	14.2	+0.4	14.5	+0.7	
	11	1	午後 1.30	晴	氣乾	24.0	30.5	+6.5	19.5	-4.5	
				同	同	22.5	33.5	+11.0	21.2	-1.3	
				同	曇	濕	19.8	20.5	+0.7	20.1	+0.7
				同	晴	同	21.6	24.8	+3.2	19.8	-1.8
				同	曇	同	10.0	10.8	+0.8	11.5	+1.5
				同	同	同	19.0	22.3	+3.3	19.0	0
				同	同	同	14.7	16.0	+1.3	12.9	-1.8
				同	晴	同	13.0	18.0	+5.0	13.0	0
				同	同	氣乾	17.9	26.3	+8.4	16.7	-1.2
				同	同	同	17.9	25.9	+8.0	18.5	+0.6
	12	1	同	曇後晴	同	15.0	19.0	+4.0	13.2	-1.8	
				同	氣乾	11.1	15.1	+4.0	14.7	+3.6	
				同	雨	8.7	10.2	+1.5	11.3	+2.6	
				同	曇	8.0	11.0	+3.0	9.2	+1.2	
				同	雪-雨	6.0	6.0	0	6.5	+0.5	
				同	曇	11.0	12.2	+1.2	8.5	-2.5	

年	月	日	測定時間	天候	砂表面ノ状態	氣温	砂表面ノ温度	氣温トノ差	地下10cmノ温度	氣温トノ差			
1928	12	10	午後 2	曇	濕	11.2	13.4	+2.2	9.0	-2.2			
			同	雨	同	7.0	9.5	+2.5	9.0	+2.0			
			午後 2	曇	同	9.4	17.0	+7.6	11.0	+1.6			
			同	同	同	9.2	10.5	+1.3	8.6	-0.6			
			同	同	同	8.3	9.8	+1.5	7.6	-0.7			
			同	同	同	8.9	0.2	-8.7	1.5	-7.4			
			同	同	濕	7.0	8.5	+1.5	8.5	+1.5			
			同	同	同	3.7	5.8	+2.1	3.7	0			
			同	同	氣乾	6.0	6.8	+0.8	4.0	-2.0			
			1929	1	3	同	曇	雪ニテ被覆	1.1	0.2	-0.9	1.0	-0.1
						同	晴	同	2.0	2.0	0	1.0	-1.0
						同	曇	同	2.5	0.2	-2.3	1.0	-1.5
						同	同	微乾	1.8	7.6	+5.8	3.2	+1.4
同	同	濕				4.9	7.3	+2.4	4.3	-0.6			
同	同	氣乾				6.5	10.7	+4.2	8.0	+1.5			
同	同	同				7.0	10.9	+3.9	8.5	+1.5			
同	同	同				10.0	21.5	+11.5	9.3	-0.7			
同	同	曇				10.7	18.8	+8.1	9.8	-0.9			
同	同	濕				3.0	2.5	-0.5	2.5	-0.5			
2	3	同	曇-雪	同	0	0	0	2.0	-2.0				
			曇	雪ニテ被覆	0.8	0.2	-0.6	0.5	-0.3				
			同	濕	3.0	1.0	-2.0	1.0	-2.0				
			同	晴	氣乾	12.8	13.0	+0.2	4.0	-8.8			
			同	曇	雪ニテ被覆	3.5	0.2	-3.3	0.2	-3.3			
			同	同	同	2.5	0.2	-2.3	0.3	-2.2			
			同	同	氣乾	5.0	9.0	+4.0	4.6	-0.4			

年	月	日	測定時間	天候	砂表面ノ状態	氣 溫	砂表面ノ温度	氣溫トノ差	地下10cmノ温度	氣溫トノ差
1929	2	7	午後 2	曇	濕	6.6	7.8	+1.2	6.0	-0.6
		9	同	雪	同	0	3.3	+3.3	2.8	+2.8
		10	同	曇	雪ニテ被覆	0.2	0.2	0	0.2	0
		13	同	同	同	0.2	0.2	0	0.1	-0.1
		16	同	同	同	0	0.2	+0.2	0.3	+0.3
		17	同	晴	同	9.0	3.0	-6.0	3.0	-6.0
		21	同	曇	濕	10.0	12.0	+2.0	5.5	-4.5
		23	同	同	氣乾	6.3	9.0	+2.7	8.2	+1.9
		24	同	同	同	7.9	11.3	+3.4	5.6	-2.3
		27	同	晴	同	11.5	29.0	+17.5	9.0	-2.5
	3	2	同	曇	濕	1.5	0.9	-0.6	0.5	-1.0
		3	同	同	同	0.8	3.5	+2.7	3.5	+2.7
		7	同	晴	氣乾	7.8	23.5	+15.7	10.3	+2.5
		8	同	同	同	14.0	34.0	+20.0	15.0	+1.0
		9	同	同	同	7.5	23.2	+15.7	11.2	+3.7
		10	同	同	同	11.0	28.0	+17.0	14.6	+3.6
		14	同	曇	濕	2.0	2.3	+0.3	1.8	-0.2
		16	同	晴	氣乾	12.0	26.5	+14.5	13.0	+1.0
		17	同	同	同	12.5	29.5	+17.0	12.8	+0.3
		21	同	曇	同	11.0	20.2	+9.2	12.0	+1.0
		22	同	曇後雨	濕	10.0	11.0	+1.0	12.0	+2.0
		24	同	曇	氣乾	21.5	22.5	+1.0	18.3	-3.2
		25	同	晴	同	12.0	21.5	+9.5	14.0	+2.0
		28	同	曇	濕	10.7	10.7	0	11.3	+0.6
		31	同	同	同	10.0	13.1	+3.1	11.5	+1.5

第9表 砂丘ニ於ケル地中温度 °C

年	月	日	測定時間	天候	地 中 温 度				備 考
					0.1m	0.5m	1.0m	3.0m	
1928	4	3	午後 2	晴	15.7	10.2	9.4	8.2	氣溫11.0 砂表面温度28.5
		6	午前 11	同	12.0	11.0	9.7	9.0	同 19.0 同 37.0
		14	同	同	22.5	13.4	11.5	9.6	同 24.0 同 38.5
		24	午後 2	曇	15.5	13.7	11.8	9.7	同 22.0 同 24.8
		28	同	晴	25.0	14.5	12.0	11.0	同 22.0 同 35.0
	5	5	同	同	22.0	16.3	14.3	11.6	同 25.5 同 39.0
		11	同	同	26.0	16.5	14.5	11.8	同 21.5 同 40.5
		19	同	同	20.5	17.0	14.5	12.1	同 19.0 同 41.0
		23	同	曇	24.0	19.7	17.5	14.2	同 25.0 同 29.0
		26	同	晴	22.5	20.0	17.8	14.5	同 20.0 同 33.2
	6	4	午前 11	同	23.0	20.9	19.4	15.8	同 23.0 同 36.0
		9	午後 2	同	24.5	21.5	19.8	16.0	同 27.0 同 40.0
		12	同	曇	28.2	23.0	20.3	17.2	同 28.5 同 36.0
		16	同	晴	28.5	23.1	20.4	17.9	同 30.0 同 45.0
		27	同	同	30.0	22.4	21.5	18.5	同 26.5 同 40.5
	7	5	同 4	同	32.0	24.8	22.0	20.0	同 25.0 同 35.0
		7	午前 9	同	28.0	24.7	22.5	19.5	同 31.5 同 42.0
		13	同 11	同	35.5	27.5	24.0	20.5	同 34.0 同 53.0
		15	同	同	33.5	27.5	24.5	20.4	同 39.0 同 59.5
		22	同 8.30	曇	26.5	25.9	24.4	21.5	同 28.0 同 30.0
		24	同 12	晴	38.0	27.0	24.8	22.0	同 31.8 同 51.5
		25	同 8	同	30.0	27.5	24.6	21.7	同 33.0 同 41.5
			同 9.30	同	31.5	27.5	24.6	21.7	同 31.5 同 45.5
			同 10.30	同	33.0	27.5	24.6	21.5	同 34.5 同 49.0

年	月	日	測定時間	天候	地 中 温 度				備 考
					0.1m	0.5m	1.0m	3.0m	
1928	7	25	午前 11	晴	33.5	27.5	24.6	21.5	気温38.0 砂表面温度58.5
			同 12	同	35.5	27.3	24.6	21.4	同 35.0 同 52.0
			午後 1	同	36.0	27.3	24.6	21.4	同 35.0 同 49.0
			同 2	同	37.0	27.3	24.6	21.4	同 36.0 同 52.0
			同 3	同	37.2	27.3	24.6	21.4	同 36.0 同 49.0
			同 4	同	37.0	27.3	24.6	21.4	同 31.5 同 44.0
			同 4.30	同	37.0	27.3	24.6	21.4	同 33.0 同 43.0
	8	8	27 午前 8.30	同	29.5	28.5	25.3	21.9	同 32.1 同 41.0
			同 8	同	29.5	26.9	24.8	22.5	同 32.5 同 42.5
			13 同 12	同	34.5	27.2	25.8	22.6	同 31.0 同 47.0
			14 同 8.30	同	26.2	27.5	25.5	22.7	同 27.0 同 37.0
			16 同 10.30	同	33.0	27.6	25.9	22.9	同 36.5 同 55.0
			21 午後 6	同	23.0	25.5	25.2	22.9	同 21.5 同 22.0
			同 6.30	同	23.0	25.9	25.4	22.9	同 22.1 同 23.0
			同 7	同	23.0	26.2	25.5	22.9	同 22.5 同 23.1
			同 7.30	同	23.5	26.2	25.5	22.9	同 25.5 同 25.5
			同 8	同	24.1	26.3	25.5	23.0	同 26.0 同 29.0
			22 午前 8.30	同	26.0	26.7	25.5	23.0	同 28.0 同 39.5
			24 午後 4.30	同	35.1	26.9	25.7	23.2	同 29.0 同 40.0
			同 5	同	34.5	26.7	25.5	23.0	同 28.0 同 35.0
			同 5.30	同	34.0	26.6	25.5	23.0	同 27.5 同 33.0
			同 6	同	33.2	26.6	25.5	23.0	同 26.5 同 30.5
			同 6.30	同	33.0	26.6	25.5	23.0	同 25.0 同 26.5
			同 7.30	同	32.1	26.6	25.5	23.0	同 24.9 同 26.0
			26 同 1.30	同	34.0	27.2	25.9	23.3	同 31.0 同 49.0

年	月	日	測定時間	天候	地 中 温 度				備 考
					0.1m	0.5m	1.0m	3.0m	
1928	8	27	午後 1.30	晴	36.0	27.1	25.8	23.3	気温33.0 砂表面温度54.0
			31 午前 11	同	31.5	27.0	26.0	23.3	同 36.0 同 47.0
	9	2	午後 1.30	同	34.4	28.0	26.3	23.5	同 31.0 同 47.0
			4 同 2	曇	31.1	27.8	26.2	23.5	同 30.5 同 34.0
			7 同	晴	36.5	27.1	26.1	23.5	同 32.0 同 49.0
			9 同 2	同	35.0	28.3	26.4	23.7	同 35.0 同 51.0
			10 同 1	同	33.0	28.5	26.7	24.0	同 32.0 同 51.0
			19 午前 11	曇-雨	25.0	25.4	25.4	24.0	同 23.0 同 28.0
			20 同 10.30	晴	28.2	25.3	25.3	24.0	同 29.5 同 43.7
	10	2	午後 1.30	雨	29.0	26.2	25.2	24.0	同 25.0 同 27.0
			27 午前 11	晴	26.0	23.9	24.6	23.8	同 25.8 同 42.0
			同 12	同	25.0	22.8	23.5	23.5	同 26.0 同 44.0
			4 同 10.50	曇	19.5	22.1	23.0	23.3	同 22.5 同 31.0
			9 午後 2	晴	24.0	20.4	21.7	22.9	同 26.0 同 36.5
			11 午前 11	同	23.0	20.6	21.3	22.5	同 25.5 同 41.5
			13 同	同	21.0	20.9	21.4	22.4	同 23.3 同 41.0
			17 同	雨	19.5	20.1	20.7	22.0	同 19.0 同 20.0
			18 同	同	20.0	19.5	20.7	21.9	同 17.5 同 18.0
			21 同	晴	18.0	18.6	20.0	21.5	同 22.0 同 31.0
			26 午後 2	同	23.0	18.9	19.5	21.0	同 22.0 同 27.5
	11	2	28 同	同	25.0	19.4	19.6	21.0	同 25.0 同 34.0
			1 同 1.30	曇	19.5	17.4	19.3	20.5	同 24.0 同 30.5
			4 同	晴	21.2	16.5	18.3	20.4	同 22.5 同 33.5
			7 同 2	曇	20.5	17.4	18.0	19.9	同 19.8 同 20.5
			11 同	晴	12.0	15.4	17.7	19.4	同 15.0 同 16.2

年	月	日	測定時間	天候	地 中 温 度				備 考		
					0.1m	0.5m	1.0m	3.0m			
1928	11	14	午後 2	曇	19.0	14.5	16.7	19.3	気温18.0 砂表面温度21.2		
		18	同	同	12.9	13.8	16.4	18.6	同 14.7 同 16.0		
		22	同	晴	13.0	13.3	15.5	18.2	同 13.0 同 18.0		
		25	同	同	18.5	13.7	15.0	18.0	同 17.9 同 25.9		
		28	同	同	13.2	12.8	15.0	17.5	同 15.0 同 19.0		
		12	2	同	雨	11.3	13.2	14.5	17.0	同 8.7 同 10.2	
			6	同	曇	6.5	10.8	13.7	16.7	同 6.0 同 6.0	
			13	同	雨	9.0	9.7	12.0	16.0	同 7.0 同 9.5	
			14	同	曇-雨	11.0	9.7	11.7	15.5	同 9.4 同 15.5	
			22	同	晴	1.5	5.3	9.2	14.4	同 8.9 同 0.2	
			27	同	曇	8.5	6.2	8.0	12.4	同 7.0 同 8.5	
		1929	1	31	同	同	4.0	5.6	8.0	11.5	同 6.0 同 6.8
				5	同	同	1.0	4.6	7.2	11.0	同 2.0 同 2.0
					同	同	3.2	3.3	6.0	10.5	同 1.8 同 7.6
同	同				8.5	5.2	6.5	9.9	同 7.0 同 10.9		
13	同			晴	9.3	5.3	6.6	9.8	同 10.0 同 21.5		
20	同			曇-雪	2.0	4.5	6.9	9.4	同 0 同 0		
26	同			雨-曇	1.0	3.7	5.5	8.9	同 3.0 同 1.0		
30	同			晴	4.0	2.5	4.8	8.5	同 12.8 同 13.0		
2	6			同	曇	4.6	3.2	4.7	7.6	同 5.0 同 9.0	
	9			同	雪	2.8	4.0	4.7	7.4	同 0 同 3.3	
	17	同	晴	3.0	2.7	4.3	7.0	同 9.0 同 3.0			
3	3	同	曇	5.5	3.0	3.9	6.6	同 10.0 同 12.0			
		同	同	8.2	4.2	4.2	6.4	同 6.3 同 9.0			
3	同	同	同	3.5	5.0	5.6	6.1	同 0.8 同 3.5			

年	月	日	測定時間	天候	地 中 温 度				備 考
					0.1m	0.5m	1.0m	3.0m	
1929	3	8	午後 2	晴	15.0	5.5	5.7	6.5	気温14.0 砂表面温度34.0
			同	同	14.6	6.5	6.0	6.5	同 11.0 同 28.0
			同	同	13.0	5.4	5.9	6.7	同 12.0 同 26.5
			同	曇-雨	12.0	7.4	6.9	7.0	同 10.0 同 11.0
			同	曇	18.3	9.0	7.4	7.1	同 21.5 同 22.5
			同	同	同	同	同	同	同

上表(第8表) = ヨレバ1年ヲ通ジテ日中 = 於テハ概シテ砂表面ノ温度ハ気温ヨリ高シ。季節的變化 = 就テ見ル = 3月マデハ砂表面ノ温度ト気温トノ差小ナルモ4月 = 入レバ気温ノ上昇 = 伴ヒ砂表面ノ温度モ亦俄 = 高マリ兩温度ノ差増大ス。砂表面温度ノ最モ大ナルハ7月 = シテ湖山砂丘 = 於テハ最高60°C = 達スルコトアリ気温トノ差屢20度以上 = 及ブ。11月 = 入レバ兩温度ノ差再ビ激シク減少ス。

1日中ノ變化 = 就テ見ル = 盛夏ノ晴レタル日 = 於テモ早朝ハ露ノタメ = 砂表面ハ多量ノ水分ヲ有シ濕潤スルヲ以テ砂表面ノ温度低ク気温トノ差小ナリ。其後時間ノ経過ト共 = 砂表面ハ陽光ノ作用 = ヨツテ漸次乾燥シ從テ温度モ上昇ス。太陽沒スルトキハ砂ハ放熱シテ冷却シ砂表面温度ハ著シク下降ス。而シテ夏期 = 於ケル夜間ノ砂表面温度ハ気温ヨリ稍低シ。

著者ハ気温低キ11月 = 於ケル夜間ノ砂表面温度ノ變化ヲ知ルタメ = 11月26日ヨリ28日 = 至ル3日間午後6時ヨリ1時間毎ノ気温並ビ = 砂表面温度ヲ測定セリ。之 = ヨレバ夜 = 於テハ砂表面ノ温度ハ気温ヨリ稍高キカ或ハ相等シカリキ。而シテ黎明ノ頃砂表面ハ最モ寒冷 = シテ気温ヨリ稍低温ナリキ。12月2日ヨリ7日マデ行ヘル實驗ノ結果 = ヨレバ夜 = 於テハ氣乾セル砂表面ノ温度ハ気温ト相等シキカ或ハ稍高ケレドモ若シ砂表面ノ濕潤セルトキハ砂表面ノ温度ハ午後7時以後 = 於テハ気温ヨリ稍低下セリ。早朝 = 於テハ砂表面ノ乾濕何レノ場合タルヲ問ハズ砂表面ノ温度ハ気温ヨリ稍低カリキ。

砂ノ含水量ハ砂表面ノ温度ト重大ナル關係ヲ有ス。氣乾セル砂 = 於テハ射入セラルル熱エネルギーノ中大氣中 = 放散スルモノノ他ハスベテ砂表面温度ノ上昇ト砂ノ加熱 = 使用セラルルモノナレドモ砂ガ濕潤セルトキハ水分蒸發ノタメ = 尙熱エネルギーノ一部ヲ消費セザルベカラズ。而シテ此熱量ハ甚ダ大ナルモノアリ。例ヘバ1gノ水ガ液體ヨリ瓦斯體 = 變

移スルタメニハ 570 或ハ 610 $\frac{\text{g}}{\text{Cal}}$ ノ熱量ヲ要ス。

Homén 氏⁽²⁵⁾ガ 1896 年 Finland = 於テ各種土壤ノ熱交換ニ就テ實驗セントコロニヨレバ花崗岩ニテハ蒸發ニ殆ド太陽熱ヲ要スルコトナク、地中ニ蓄積セラルル熱量(勿論岩石表面ノ溫度ヲ高ムルニモ使用セラル)ハ大氣中ニ放散セラルル熱量ト略相同ジ。砂地ニ於テハ蒸發ニ多クノ熱量ヲ要スルガ故ニ地中ニ傳導セラルル熱ハ少量ニシテ花崗岩ノ約 $\frac{1}{2}$ ナリ。更ニ濕潤セル沼地ニ於テハ射入セラルル太陽熱ノ大部分ハ蒸發ノタメニ消費セラルベシト謂フ。

斯ノ如ク土壤ノ乾燥状態ハ之ガ表面溫度ノ高低ニ至大ノ關係ヲ有スルモノナリ。故ニ砂表面ガ雨水或ハ露ヲ以テ濕潤セルトキハ氣乾セル場合ニ比シ甚ダ低溫ナリ。湖山砂丘上ニ於テノ觀測ニヨレバ最モ溫度高キ 7 月ニ於テ氣乾セル砂表面ノ溫度ハ概シテ 50°C 以上ニ及ビ氣溫トノ差甚ダ大ナレドモ濕潤セルトキノ砂表面溫度ハ氣溫ト大差ナキヲ認メタリ。

日射モ亦砂表面ノ溫度ニ大イニ影響スルモノナリ。1928 年 10 月 21 日午前湖山砂丘ニ於テ日ノ照ルトキ氣溫 22°C ニシテ砂表面ノ溫度 31°C ナリシガ太陽雲ニ遮ギラレタルニ表面溫度ハ俄ニ低下シ 28.5°C トナレリ。瞬時ニシテ日照リ再ビ 31°C ニ回復セリ。又同月 26 日午後ノ實驗ニヨレバ日ノ照ルトキ氣溫 23°C、砂表面溫度 26.5°C 雲ニテ覆ハレタル瞬間ノ砂表面溫度ハ 25.1°C ヲ測レリ。斯ノ如ク光量ノ大小ハ砂表面溫度ノ高低ニ關係ヲ有スルモノニシテ日中砂表面ノ氣乾セル場合ト雖モ曇天ナルトキハ表面溫度ハ低溫ニシテ氣溫トノ差小ナリ。

砂丘砂ノ如キ粗砂ハ概シテ含有水分ニ乏シク比熱小ニシテ他ノ土壤ニ比スレバ表面溫度ノ上昇速カナリ。1928 年 9 月 27 日湖山砂丘ニ於テ氣溫 23°C ナルトキ氣乾セル砂表面ハ 40°C ニシテ砂丘上ニ露出セル火山灰土壤ノ表面ハ稍濕潤シ其溫度ハ 29.5°C ナリキ。10 月 2 日ノ測定ニヨレバ氣溫 25°C ニシテ氣乾セル砂表面ノ溫度 44.3°C ナルトキ火山灰土壤ノ表面ハ 28°C ヲ示セリ。

冬期砂表面ハ屢雪ヲ以テ被覆セラルルコトアリ。此場合ニハ雪表面ガ事實上ノ表面トシテノ作用ヲナス。而シテ雪ノ表面ハ陽光ノ多クヲ反射シ吸收スルコト少シ。雪ハ雪表面ト砂トノ間ニ殆ド完全ナル熱ノ絶縁層ヲ形成ス。湖山砂丘ニ於テ日中砂表面溫度ガ氣溫ヨリ低キハ砂表面ガ雪ヲ以テ覆ハレタル場合ノミナリ。

植物ノ生ジタル砂表面ノ溫度ト裸地表面ノ溫度トヲ比較スルニ裸地ニ於テハ射入セラルル陽光ノ全部ガ地上ニ達スレドモ植物内ニ於テハ上方ヨリ射入スル陽光ハ地上ニ達スルマデニ漸次吸收セラレテ其強サヲ減ズルモノナリ。而シテ射入光線ノ減少ノ度ハ植物ノ種類

及密度ニヨツテ異ナレリ。Ångström 氏⁽²⁵⁾ノ測定ニヨレバ高サ 1m ノ牧草地ニ於テハ地上ニ達スル光線ハ最初射入セン光線ノ $\frac{1}{3}$ ニ過ズ。然ルニ裸地ニ於テハ射入光線ノ殆ド全部吸收セラレタリ。

故ニ植物ヲ有スル砂表面ノ溫度ハ日中裸地ニ於ケルガ如ク高溫ニ昇ルコトナシ。1927 年 7 月湖山砂丘上ニ於テ觀測シタルニ快晴ニシテ氣溫 30°C、裸出セル砂表面ノ溫度 51-52°C ノトキニせあかちノ樹陰ニテハ砂表面 32°C、ねむのきノ樹陰ニテハ砂表面 36°C、ぼぶらノ樹陰ニテハ砂表面 33.5°C、疎ナルけかものはしノ内部ニテハ 38°C、こうぼうむぎ内 40.5°C、かはらよもぎ内 33°C、はまぼうふう内 35°C、はまごう内ニテハ 33.5°C ヲ測レリ。即チ何レモ裸出セル砂表面ニ比シ 10 度以上低溫ナリ。

又 1928 年 2 月以來引續キ毎月 9 日宛湖山砂丘上ノ鬱閉疎ナル 100 年生くろまつ林内ニ於テ氣溫及砂表面溫度ヲ測定シタルニ盛夏ノ候ニ於テモ砂表面溫度ハ略氣溫ニ近キヲ見タリ。

斯ノ如ク植物ニヨツテ被覆セラルルトキハ砂表面溫度ハ能ク緩和セラル。藁、蘆或ハ落葉等ヲ用ヒテ砂表面ヲ被蓋スルトキハ同様ノ効果ヲ擧ゲ得ルモノニシテ夏期ニ於ケル砂表面溫度ノ過度ノ上昇ト乾燥トヲ防止スルニ極メテ有効ナル方法ナリ。

己ニ叙述セルガ如ク砂ハ其上層ニ於テ強度ニ加熱セラレ日中最高溫度ハ概シテ砂表面ニ存在ス。而シテ砂表面ヨリ遠カリテ上方ニ至レバ氣溫ハ速カニ低下スルモノナリ。1928 年 5 月 5 日午前(晴)湖山砂丘上ニ於テ測定シタルニ砂表面溫度 39°C ナルトキ地上 10cm ニテハ 28°C、20cm 27.5°C、50cm 27°C、70cm 26°C、100cm 26°C ナリキ。又 10 月 17 日午前(曇)砂表面溫度 19.5°C ナルトキ地上 10cm ニテハ 19.3°C、20cm 18.5°C、50cm 18°C、100cm 18°C ヲ測レリ。

上記ノ實驗ニヨレバ砂表面ニ近キ氣層内ニ於ケル氣候的變化ハ下層 50cm 以内ニ於テ最モ激甚ナリ。

一般ニ下方ヘノ熱ノ傳導力ハ土壤ノ種類、構造及含有水分ニ關係スルモノナリ。砂丘砂ノ如ク粗ナル砂粒ヨリ成立シ、容氣性大ニシテ含有水分少ナキ土壤ニアリテハ熱ノ傳導力小ナリ。即チ日中ノ熱ハ花崗岩ニ於ケルガ如ク深ク侵入セズ約 10cm ノ深サマデ影響ヲ及ボスニ過ズ。50cm ノ下層ニ至レバ最早之ガ作用ヲ受クルコト少シ。

深サ 10cm ノ地中ニ於ケル 1 日中ノ溫度ノ變化ヲ見ルニ最高溫度ハ砂表面ノソレヨリ後レテ午後 3 時頃ニアリ。更ニ地中溫度ノ季節的變化ニ就テ見レバ深サ 10cm ノ地中溫度ハ外界ノ影響ヲ受クルコト多クシテ冬期ト雖モ氣溫高キトキハヨリ深キ下層ノ溫度ニ比シ高ナルコトアレドモ概シテ冬期ハ一般的法則ニ從ヒヨリ深キ地中ノ溫度ヨリ低溫ナルガ如

シ。50cm 以上ノ深サニ於テハ概シテ4月以降ハ深キ程低温ニシテ10月ヨリ翌年ノ3月中旬マデハ深キ程高温ナリ。

1年中ノ最高温度ハ深サ50cmノ地中ニ於テハ7月下旬ニ、1mノ深サニテハ8月中旬乃至下旬ニアリ。3mノ深サニ至レバ最高温ハ稍後レテ9月中旬ニアリ。1年中ノ最低温度ハ50cmノ深サニ於テハ1月下旬乃至2月上旬ニ、1mノ深サニテハ2月下旬ニ、3mノ下層ニ於テハ3月上旬ニアリ(第9表参照)。即チ砂丘ノ砂ニ於テハ最高又ハ最低温度ノ起時ハ深サニ比例シテ遅延ス。振幅モ亦深キ程減少ス。

要スルニ砂丘地ニ於テ變化激甚ニシテ且最モ特色アルハ砂表面及砂表面ニ近キ氣層内ノ氣候状態ナリ。

第四章 砂ト水分トノ關係

一般ニ土壤中ノ水分ハ吸濕水、化合水、吸收水及地下水ノ四種ニ區別セラル。其中吸濕水及化合水ハ何レモ少量ニ過ズ。植物ノ生育ニ重大ナル關係ヲ有スルハ主トシテ吸收水及地下水ナリ。地上ニ降下セル水分ノ一部ハ土砂粒ノ粘着力及表面張力ニヨツテ土壤中ニ保持セラルルモノニシテ此吸收水ハ土砂粒ヲ圍繞セル液膜トシテ存在スルコト多ク其中ニ植物養分ヲ溶存シ土壤溶液ヲナス。又降水ノ大部分ハ滲透作用ニヨツテ下層ニ入り不透水層ニ達シ地下水ヲ形成ス。而シテ土壤中ノ水分ハ滲透作用ニヨツテ下層ニ下ルノミナラズ毛細管作用ニヨツテ上昇スルモノナリ。上層ノ水分ガ蒸發或ハ植物ノ吸收ニヨツテ減ズルトキハ毛細管作用ニヨツテ下層ノ水分上昇シ來リ之ヲ補充ス。地下水モ毛細管力ニヨリ上昇シ植物ニ水分ヲ供給ス。而シテ此滲透性及毛細管作用ハ土壤ノ種類、土砂粒ノ大小及組織ノ粗密ニヨツテ異ナレリ。一般ニ砂ハ其性質上滲透性極メテ大ニシテ降水ハ能ク砂中ニ滲透シ砂表面上ヲ流去スルコトナシ。毛細管作用ニヨツテ水ノ上昇スル高サハ砂ニ於テ最小、粘土ニ於テ最大ナリ。然レドモ水ノ上昇スル速度ハ之ニ反シ砂ニ於テ最モ大ナリ。保水性ニ就テ從來ノ實驗ニヨレバ砂最モ小ニシテ腐植質最大ナリ。

砂丘ノ砂ト水分トノ關係ニ就テハ未ダ見ルベキ研究ナキヲ以テ著者ハ砂ノ透水性、毛細管作用及容水量ヲ檢定スルト共ニ湖山砂丘ニ於ケル砂ノ含水量及砂表面ノ乾燥状態ニ就テ實驗的ニ研究セリ。

第一節 砂ノ透水性

著者ハ砂ノ透水性ヲ檢定センガタメニ下端ニ金網ヲ有スル長サ80cm、内徑1.8cmノ硝子

(鳥取高農學術報告

製圓筒管ノ中ニ75cmノ高サマデ豫メ節ヲ用ヒテ分類セル各大サノ砂粒ヲ充シ机上ニ幾回モ叩キテ自然状態ニ近カラシメ上方ヨリ水ヲ注ギ砂上常ニ5cm保タシメ水ガ全砂粒ヲ浸潤スルニ要スル時間及1分間毎ノ速度ヲ測定セリ。但1種類ニ就キ5回實驗ヲ行ヒ其平均値ヲ求メタリ。

其結果全砂粒ヲ浸潤スルニ要セン時間ヲ記スレバ次ノ如シ。

直徑 0.25mm 以下ノ砂粒	15分 22秒
直徑 0.25-0.5mmノ砂粒	6分 19秒
直徑 0.5-1.0mmノ砂粒	3分 30秒
直徑 1.0-2.0mmノ砂粒	46秒
混合砂(1)	6分 49秒
混合砂(2)	7分 41秒

備考 混合砂中ニ含マルル砂粒ノ百分率

混合砂(1)	直徑2mm以上ノ砂粒0.1%、直徑1-2mmノ砂粒1.2%、直徑0.5-1.0mmノ砂粒56.5%、直徑0.25-0.5mmノ砂粒32.4%、直徑0.25mm以下ノ砂粒9.8%。
混合砂(2)	直徑0.5-1.0mmノ砂粒41.6%、直徑0.25-0.5mmノ砂粒38.7%、直徑0.25mm以下ノ砂粒19.7%。

上記ノ實驗結果ニヨレバ砂ノ透水性ハ砂粒ノ大サニ關係スルモノニシテ砂粒大ナル程之ガ透水ノ速度大ナリ。又何レノ大サノ砂粒ニ於テモ最初ノ透水速ハ大ニシテ深サト共ニ其速度ヲ減ズルモノナリ。混合砂ニ於テハ之ガ含有スル粗砂ノ百分率大ナル程透水速増大ス。(1-6圖参照)。

第二節 砂ノ毛細管作用

砂ノ毛細管作用ハ砂粒ノ大サニヨツテ異ナルモノニシテ從來ノ研究ニヨレバ砂粒内ニ於テ水ノ上昇スル高サハ砂粒ノ細カキ程大ニシテ水ノ上昇スル速度ハ砂粒ノ細カキ程小ナリ。又同ジ大サノ砂粒ニ於テハ水ノ上昇スル速度ハ水ノ温度ニ關係ス。即チ水ノ温度大ナル程速度大ナリ。而シテ水ノ上昇スル高サハ低温ナルトキ却テ大ナルコトヲ認メタリ。

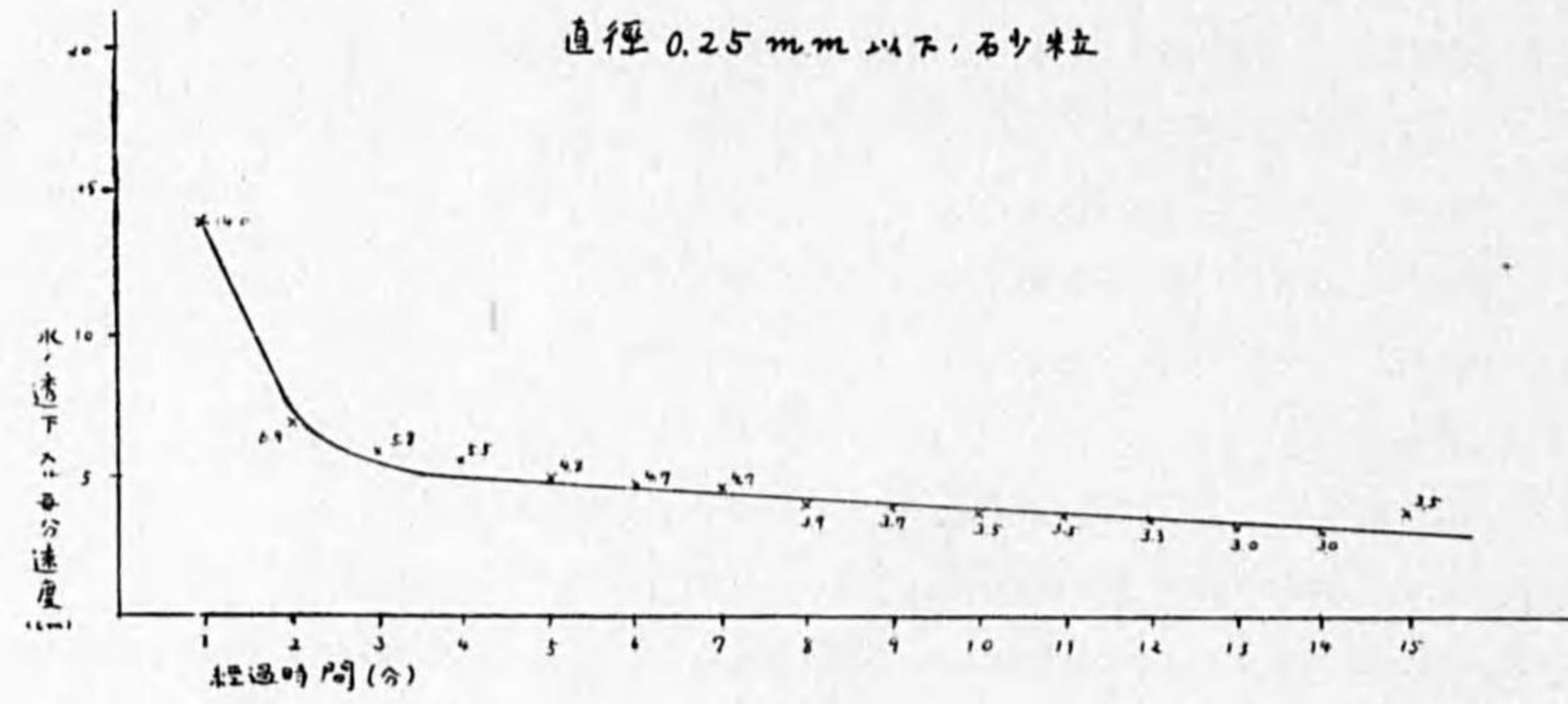
著者ハ土壤吸水試驗裝置ヲ用ヒ豫メ大サニヨツテ分類セル各異ノ砂粒及混合砂ニ就テ之ガ毛細管力ヲ測定シ砂粒ノ大小ト毛細管作用ニヨツテ水ノ上昇スル速度及高サトノ關係ヲ研究セリ。而シテ此裝置ニ用ヒラレタル硝子管ハ長サ80cm、内徑1.8cmノ度盛セル圓筒

第一卷第三號、昭和七年)

砂粒ノ大サト透水速トノ關係

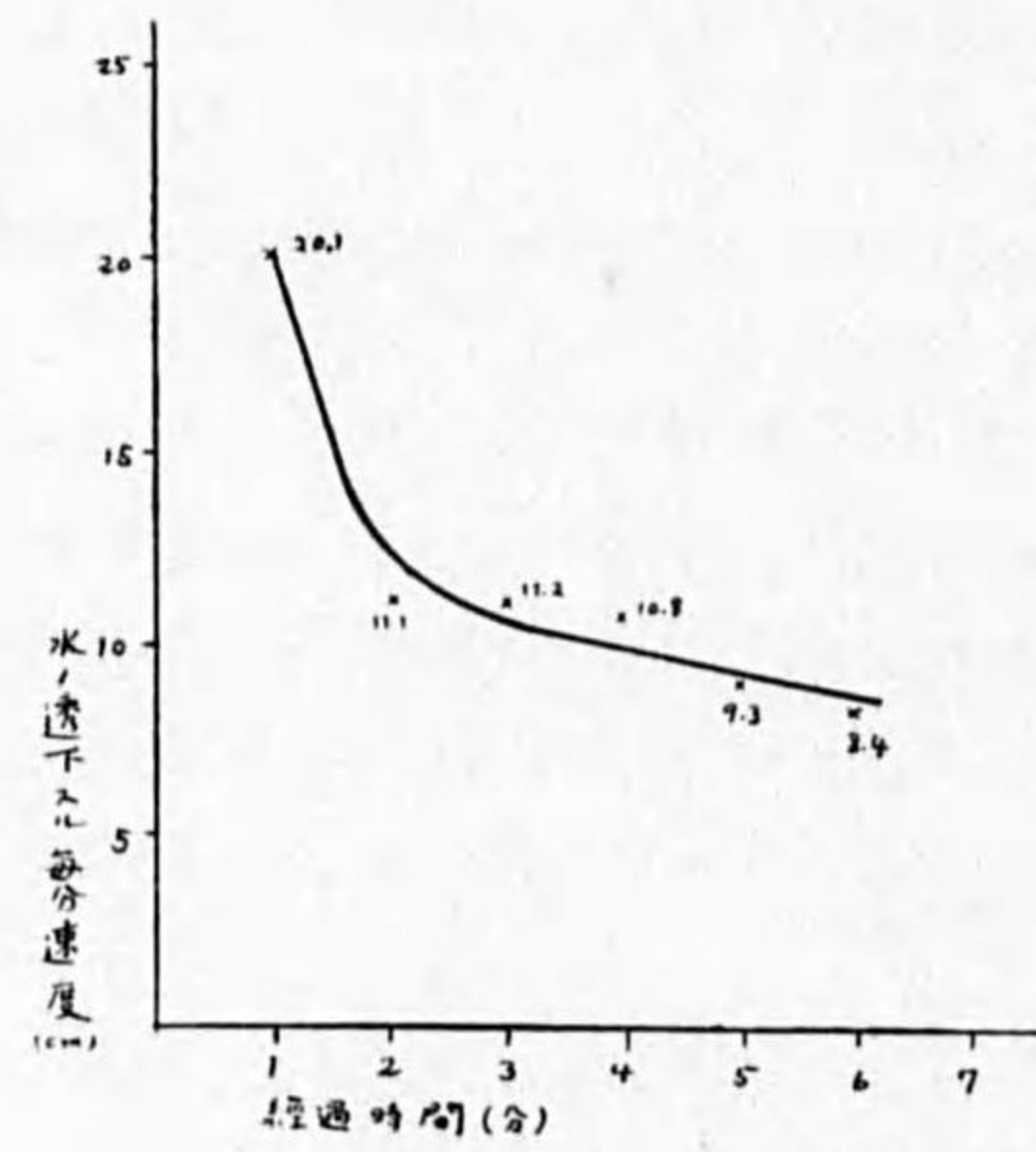
1

直径 0.25 mm 以下, 砂粒



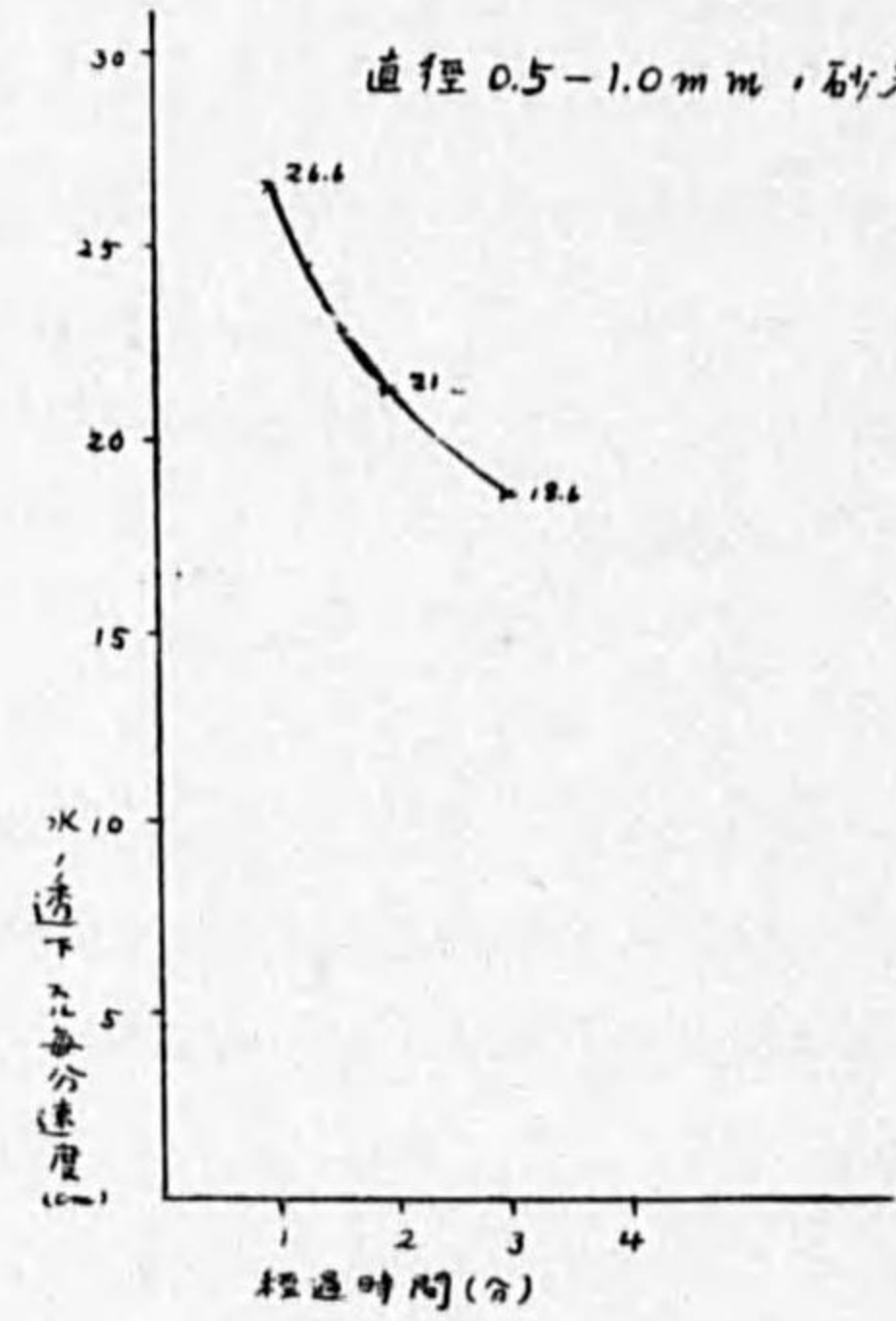
2

直径 0.25-0.5 mm, 砂粒



3

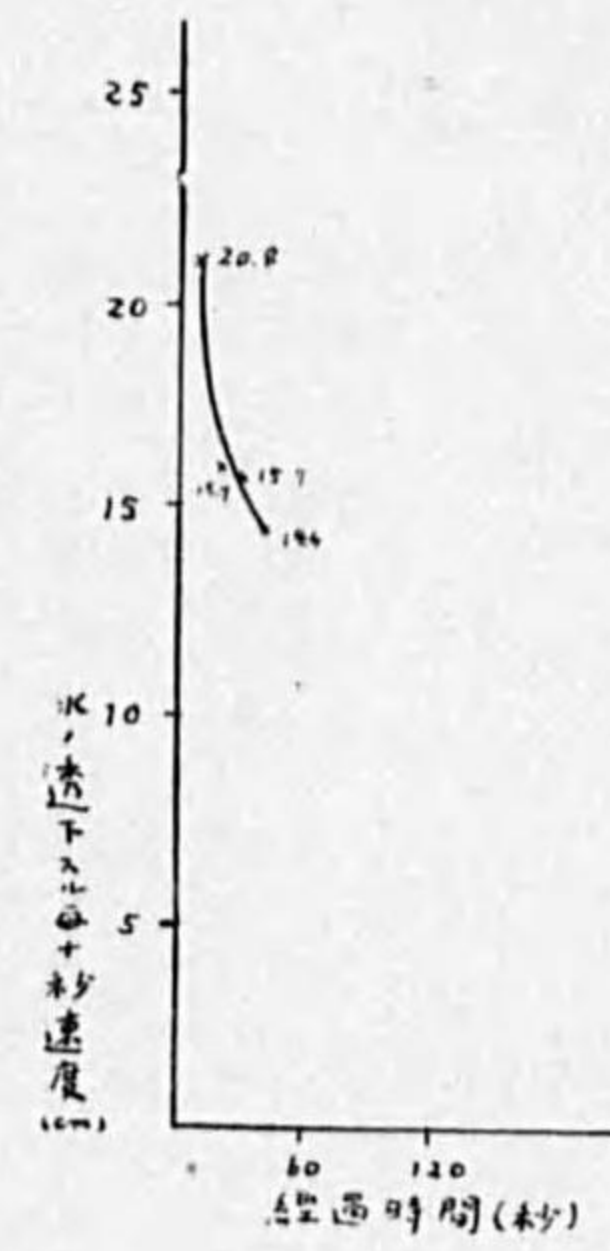
直径 0.5-1.0 mm, 砂粒



砂粒ノ大サト透水速トノ關係

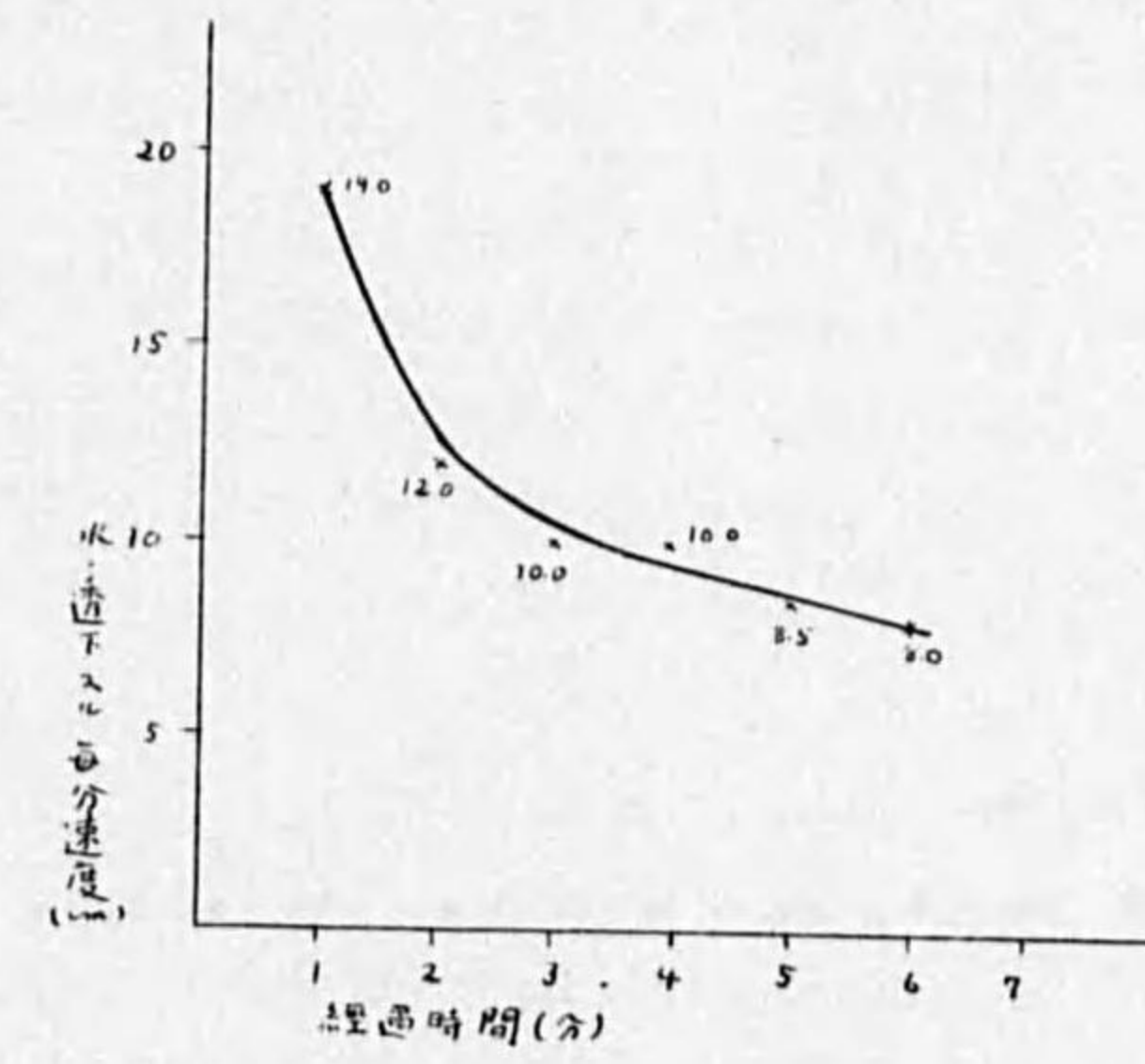
4

直径 1.0-2.0 mm, 砂粒



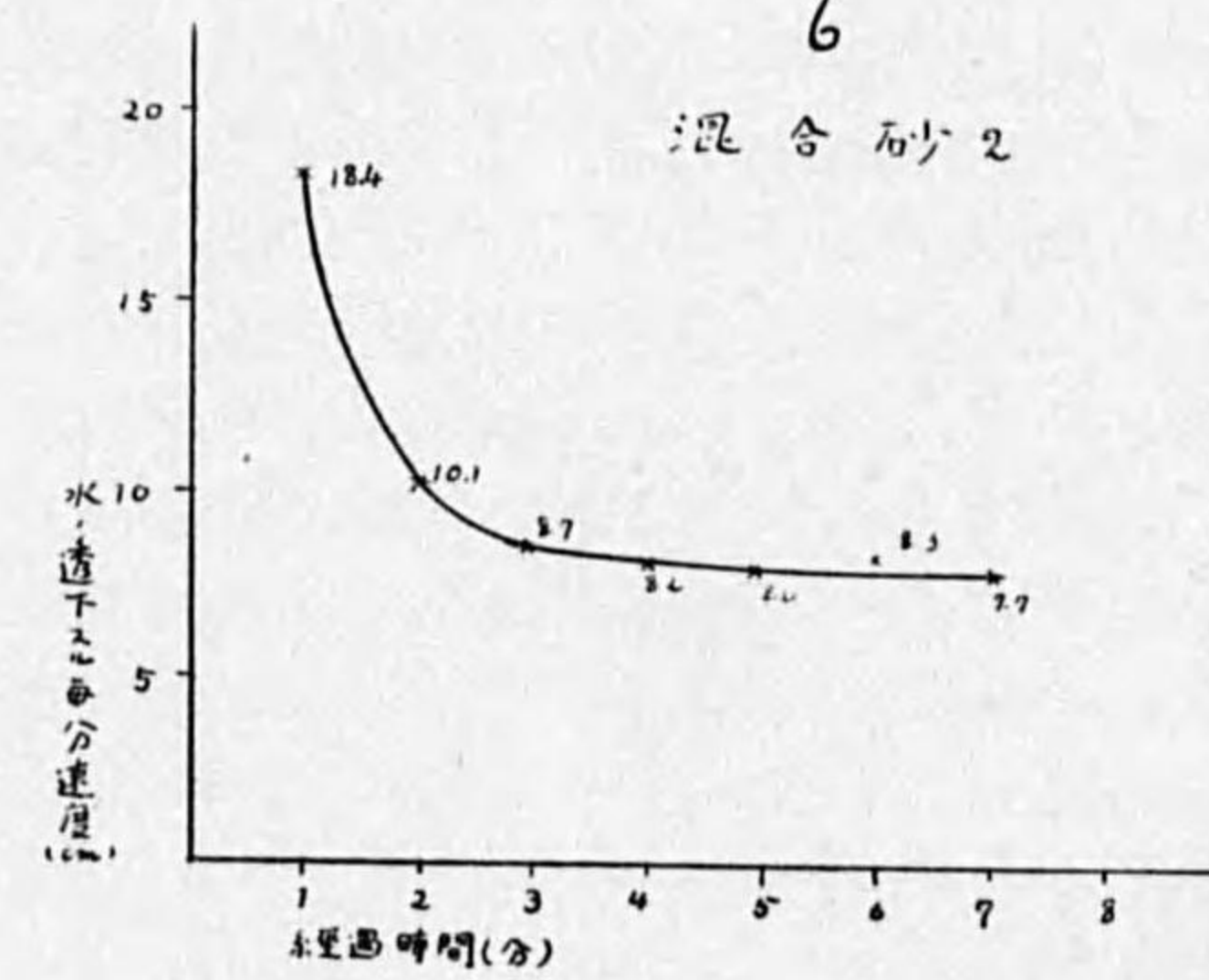
5

混合砂 1



6

混合砂 2



ニシテ下端ハ濾紙及金布ヲ以テ包ミ高サ 80cm マデ砂粒ヲ充タシ能ク机上ニ叩キテ密ナル
状態タラシメ3cm ノ深サニ水ヲ盛レル水槽中ニ装置セリ。

實驗結果ヲ表示スレバ次ノ如シ。

第10表 砂粒ノ大サト水ノ上昇スル高サ及速度(毎時)トノ關係

月 日	測定時間	砂 粒 ノ 大 サ mm										備 考		
		0.25以下		0.25-0.5		0.5-1.0		1.0-2.0		混合砂1			混合砂2	
		上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm	上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm	上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm	上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm	上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm		上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm
6	7 午前 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	表中掲記セルハ	
	同 10	24.0	24.0	19.0	19.0	12.5	12.5	2.0	2.0	18.5	18.5	18.8	1928年6月7日	
	同 11	28.0	4.0	21.0	2.0	13.0	0.5	2.5	0.5	21.0	2.5	20.5	ヨリ同年12月	
	同 12	29.0	1.0	22.0	1.0	13.5	0.5	3.0	0.5	22.0	1.0	21.5	20日マデ連日或	
	午後 1	29.5	0.5	23.0	1.0	13.5	0	3.2	0.2	22.5	0.5	21.5	ハ隔日ニ観測セ	
	同 2	29.6	0.1	23.5	0.5	13.6	0.1	3.5	0.3	22.8	0.3	21.5	シ結果ヨリ拔萃	
	同 3	30.0	0.4	23.7	0.2	13.7	0.1	3.7	0.2	23.0	0.2	21.6	セルモノナリ。	
	同 5	30.1	0.05	23.9	0.1	13.9	0.1	3.8	0.05	23.2	0.1	21.8		
	8 午前 10	32.0	0.11	25.0	0.06	15.0	0.06	5.0	0.07	25.8	0.15	23.0		
	午後 4	32.1	0.017	25.2	0.033	15.1	0.017	5.1	0.017	26.2	0.067	23.2		
	9 午前 10	33.0	0.05	26.0	0.044	15.8	0.039	6.0	0.05	27.5	0.072	24.0		
	11 同 9	34.6	0.034	27.0	0.021	17.0	0.026	6.5	0.011	29.5	0.043	25.5		
	12 同	35.2	0.025	27.2	0.008	17.2	0.008	6.5	0	30.3	0.033	26.3		
	13 同	36.0	0.033	27.9	0.029	17.8	0.025	6.7	0.008	31.0	0.029	27.0		
	14 同	36.3	0.013	28.1	0.008	18.0	0.008	6.8	0.004	32.1	0.046	27.6		
	15 同	37.0	0.029	28.5	0.017	18.3	0.013	7.0	0.008	32.9	0.033	28.2		
	16 同	37.5	0.021	29.0	0.021	18.8	0.021	7.0	0	33.2	0.013	29.0		
	17 同	38.0	0.021	29.0	0	19.0	0.008	7.1	0.004	34.0	0.033	29.5		
	18 同	38.4	0.017	29.4	0.017	19.1	0.004	7.2	0.004	34.5	0.021	30.0		
	19 同	38.5	0.004	29.5	0.004	19.4	0.013	7.5	0.013	35.0	0.021	30.2		
	20 同	39.0	0.021	29.8	0.013	19.8	0.017	7.5	0	35.5	0.021	30.9		
	21 同	39.5	0.021	30.0	0.008	20.0	0.008	7.5	0	36.0	0.021	31.5		
	22 同	39.8	0.013	30.2	0.008	20.2	0.008	7.6	0.004	37.0	0.042	32.0		

月 日	測定時間	砂 粒 ノ 大 サ mm										備 考		
		0.25以下		0.25-0.5		0.5-1.0		1.0-2.0		混合砂1			混合砂2	
		上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm	上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm	上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm	上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm	上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm		上昇 セル 水ノ 高サ cm	毎時 上昇 速度 cm
	23 午前 9	40.2	0.017	30.5	0.013	20.7	0.021	8.0	0.017	37.5	0.021	32.5	同 上	
	25 同	41.0	0.017	31.0	0.010	21.0	0.006	8.4	0.008	38.3	0.017	33.0		
	28 同	41.5	0.007	32.0	0.014	22.0	0.014	8.8	0.006	39.6	0.004	34.0		
	30 同	42.0	0.010	32.3	0.006	22.2	0.004	9.0	0.004	40.5	0.019	34.8		
7	2 同	42.3	0.006	32.6	0.006	22.7	0.010	9.1	0.002	41.5	0.021	35.5		
	7 午前 12	43.4	0.009	33.8	0.010	23.8	0.009	9.7	0.005	43.1	0.013	37.0		
	12 同	44.6	0.010	34.5	0.006	24.5	0.006	10.1	0.003	45.4	0.019	38.2		
	17 同	45.0	0.003	35.5	0.008	25.0	0.013	11.2	0.009	47.0	0.013	39.8		
	23 同	46.0	0.007	37.0	0.010	27.0	0.007	12.0	0.006	49.0	0.014	41.0		
	28 同	47.0	0.008	38.0	0.008	28.0	0.008	12.2	0.002	50.3	0.011	42.0		
8	3 同	47.7	0.005	38.2	0.001	28.3	0.002	13.5	0.009	52.3	0.014	43.2		
	8 同	48.2	0.004	39.0	0.007	29.2	0.008	14.2	0.006	53.5	0.010	44.2		
	13 同	49.0	0.007	40.0	0.008	30.0	0.007	14.2	0	54.0	0.004	45.0		
	18 同	50.0	0.008	40.5	0.004	30.2	0.002	14.3	0.001	56.0	0.017	46.1		
	23 同	51.0	0.008	42.0	0.013	31.3	0.010	15.0	0.006	56.5	0.004	47.0		
	28 同	51.6	0.005	42.6	0.005	32.0	0.006	15.1	0.001	57.5	0.008	48.0		
9	3 同	52.5	0.006	43.0	0.003	32.4	0.003	16.0	0.006	58.5	0.007	48.2		
	8 同	52.5	0	43.1	0.001	33.0	0.005	16.7	0.006	59.2	0.006	49.4		
	13 同	52.7	0.002	43.6	0.004	33.4	0.003	16.8	0.001	59.9	0.006	50.2		
	18 同	53.0	0.003	44.2	0.006	34.0	0.006	17.0	0.002	60.3	0.003	50.8		
	24 同	54.0	0.007	45.3	0.008	34.5	0.003	17.2	0.001	61.5	0.008	51.5		
	29 同	54.2	0.002	45.4	0.001	35.1	0.005	17.6	0.003	62.2	0.006	52.3		
10	4 同	54.2	0	45.5	0.001	35.2	0.001	18.0	0.003	62.3	0.001	52.9		
	9 同	54.5	0.003	46.2	0.006	35.8	0.005	18.2	0.002	63.3	0.008	53.5		
	14 同	55.0	0.004	46.5	0.003	36.0	0.002	19.0	0.007	64.0	0.006	53.8		
	19 同	55.0	0	47.0	0.001	36.2	0.002	19.2	0.002	64.2	0.002	54.0		
	24 同	55.0	0.003	47.4	0.003	36.5	0.003	19.2	0	64.5	0.003	54.6		

月 日	測定時間	砂 粒 ノ 大 小 mm										備 考		
		0.25以下		0.25-0.5		0.5-1.0		1.0-2.0		混合砂1			混合砂2	
		上 昇 セ ル 水 高 サ cm	毎 時 上 昇 速 度 cm	上 昇 セ ル 水 高 サ cm	毎 時 上 昇 速 度 cm	上 昇 セ ル 水 高 サ cm	毎 時 上 昇 速 度 cm	上 昇 セ ル 水 高 サ cm	毎 時 上 昇 速 度 cm	上 昇 セ ル 水 高 サ cm	毎 時 上 昇 速 度 cm		上 昇 セ ル 水 高 サ cm	毎 時 上 昇 速 度 cm
10 29	午前 12	56.0	0.006	48.0	0.006	37.0	0.004	19.4	0.002	65.2	0.006	55.8	0.010	同 上
11 3	同	56.2	0.002	48.5	0.004	37.0	0	19.7	0.003	65.3	0.001	56.0	0.002	
8	同	56.3	0.001	48.6	0.001	37.2	0.002	20.0	0.003	65.6	0.003	56.1	0.001	
13	同	56.5	0.002	48.7	0.001	37.3	0.001	20.1	0.001	66.8	0.010	56.9	0.007	
19	同	57.5	0.007	49.0	0.002	38.0	0.005	20.3	0.001	67.0	0.001	57.5	0.004	
24	同	58.0	0.004	49.2	0.002	39.0	0.008	20.9	0.005	67.5	0.004	58.2	0.006	
29	同	58.3	0.003	49.3	0.001	39.2	0.002	21.0	0.001	68.1	0.005	58.3	0.001	
12 4	同	60.0	0.014	49.5	0.002	39.3	0.001	21.2	0.002	68.5	0.003	58.7	0.003	
10	同	60.5	0.003	50.0	0.003	39.6	0.002	21.3	0.001	68.7	0.001	59.1	0.003	
15	同	60.5	0	50.0	0	39.7	0.001	21.3	0	68.7	0	59.1	0	
20	同	60.6	0.001	50.2	0.002	40.0	0.003	21.3	0	69.1	0.003	59.2	0.001	

上表はヨレバ各大サノ異ナレル砂粒ニヨツテ吸上ララルル水ノ高サハ195日ノ後直径0.25mm以下ノ砂粒ニ於テハ地下水位上60.6cm, 直径0.25-0.5mmノ砂粒ニテハ50.2cm, 直径0.5-1.0mmノ砂粒ニテハ40cm, 直径1.0-2.0mmノ砂粒ニ於テハ21.3cmナリ。即チ砂粒大ナル程水ノ上昇スル高サヲ減少ス。直径1.0-2.0mmノ砂粒ニ於ケル水ノ上昇高ハ直径0.25mm以下ノ砂粒ニ於ケルソレノ約1/3ナリ。直径2.0mm以上ノ砂粒ハ孔隙性過大ニシテ毛细管作用ニヨツテ水ヲ高ムルコト能ハズ。

砂粒中ヲ水ノ上昇スル速度ニ就テ見ルニ小ナル砂粒ニ於ケル程初メノ上昇速度大ナリシモ既ニ3時間ノ後ニハ何レノ砂粒ニ於テモ最早大ナル差ナキヲ認メタリ。換言スレバ小ナル砂粒程水ノ上昇速度ノ減少顯著ナリ。

實驗ノ當初直径0.25mm以下ノ砂粒ニ於テハ上昇速度ハ毎時24cm, 直径0.25-0.5mmノ砂粒ハ19cm, 直径0.5-1.0mmノ砂粒ハ12.5cm, 直径1.0-2.0mmノ砂粒ハ2.0cmナリシガ其後逐次減少シ8時間ノ後ニ於ケル水ノ毎時上昇速度ハ直径0.25mm以下ノ砂粒ニ於テハ0.05cm, 直径0.25-0.5mmノ砂粒ハ0.1cm, 直径0.5-1.0mmノ砂粒ハ0.1cm, 直径1.0-2.0mmノ砂粒ハ0.05cmトナレリ。更ニ102日ノ後ニハ直径0.25mm以下ノ砂粒内ニ於ケル水ノ上昇速度ハ毎時0.003cm, 直径0.25-0.5mmノ砂粒0.006cm, 直径0.5-1.0mmノ砂粒

0.006cm, 直径1.0-2.0mmノ砂粒ニ於テハ0.002cmニ減少セリ。

種々ナル大サノ砂粒ノ混合セル砂ニ就テノ實驗結果ハ水分上昇ノ高サハ必ズシモ細カキ砂粒ノ混淆歩合多キモノニ於テ大ナラザルコトヲ示セリ。直径0.5-1.0mmノ砂粒41.6%, 直径0.25-0.5mmノ砂粒38.7%, 直径0.25mm以下ノ砂粒19.7%ヨリ成立スル混合砂(2)ニ於ケル水ノ上昇高ハ實驗ノ當初ニハ直径0.25mm以下ノ砂粒及直径0.25-0.5mmノ砂粒ヨリ小ナルモ10日ノ後ニハ直径0.25-0.5mmノ砂粒ヨリ大トナリ140日ノ後ニハ直径0.25mm以下ノ砂粒ニ於ケル水ノ上昇高ニ著シク接近セリ。混合砂(2)ニ於ケル毎時上昇ノ速度ハ直径0.25mm以下ノ砂粒ニ略近シ。直径2.0mm以上ノ砂粒0.1%, 直径1.0-2.0mmノ砂粒1.2%, 直径0.5-1.0mmノ砂粒56.5%, 直径0.25-0.5mmノ砂粒32.4%, 直径0.25mm以下ノ砂粒9.8%ヨリ成レル混合砂(1)ニ於ケル水ノ上昇高ハ30日ノ後直径0.25mm以下ノ砂粒ヨリ大トナリ195日ノ後ニハ其高サ69.1cmニ及ベリ。混合砂(1)ニ於ケル水ノ毎時上昇速度ハ實驗ノ當初數時間ハ直径0.25mm以下ノ砂粒ヨリ稍小ナレドモ6時間ノ後ニハ後者ニ比シ概シテ大ナル。斯ノ如ク比較的粗大ナル砂粒ヨリ成立スル混合砂(1)ガ直径0.25mm以下ノ細カキ砂粒及細砂ノ百分率大ナル混合砂(2)ニ比較シ水ノ上昇スル高サノ大ナル所以ノモノハ大ナル砂粒ノ間ニ介在スル空隙ガ能ク小砂粒ヲ以テ填充セラレ孔隙ノ容積ヲ減少スルニ歸セザルベカラズ。

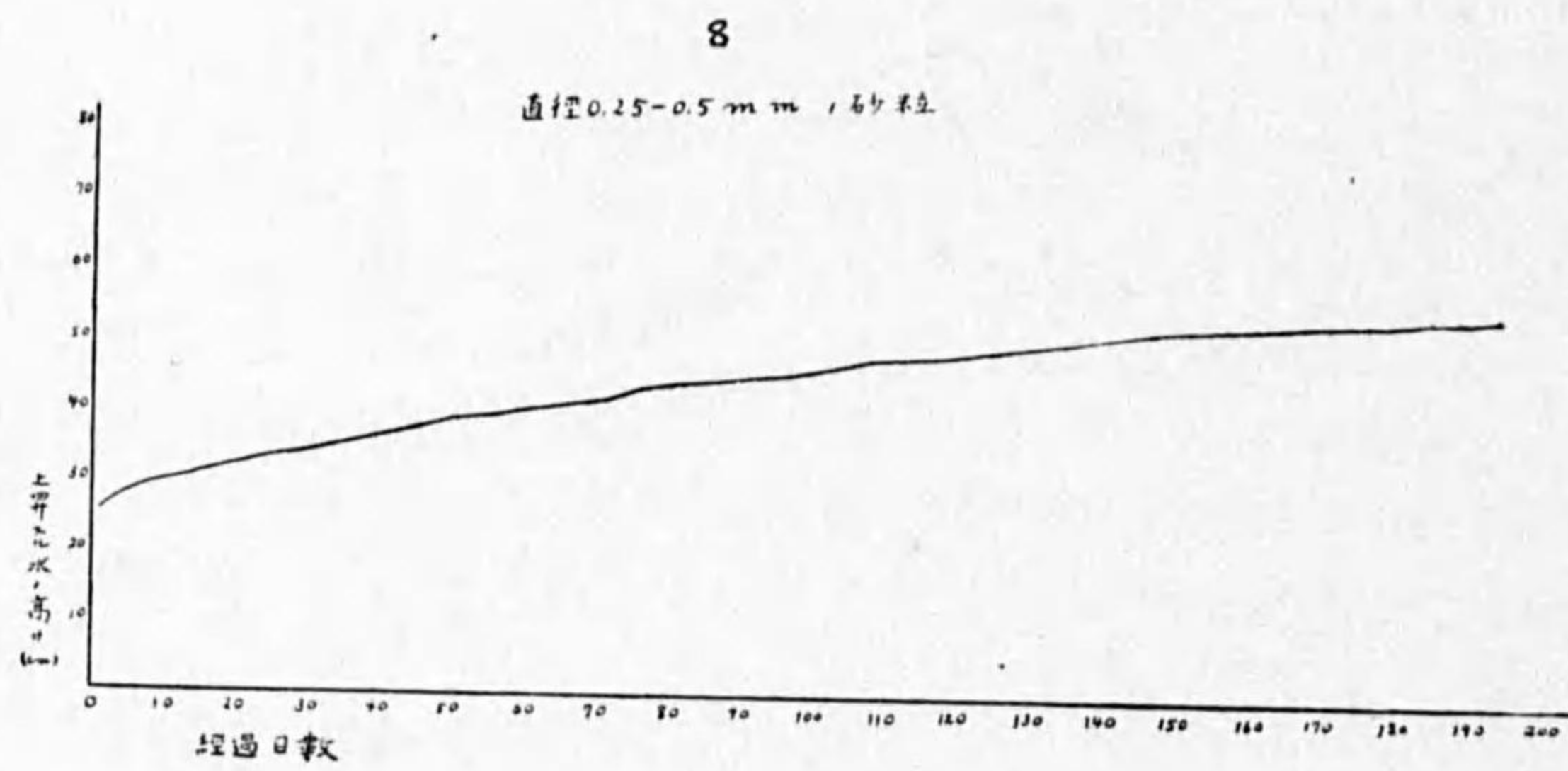
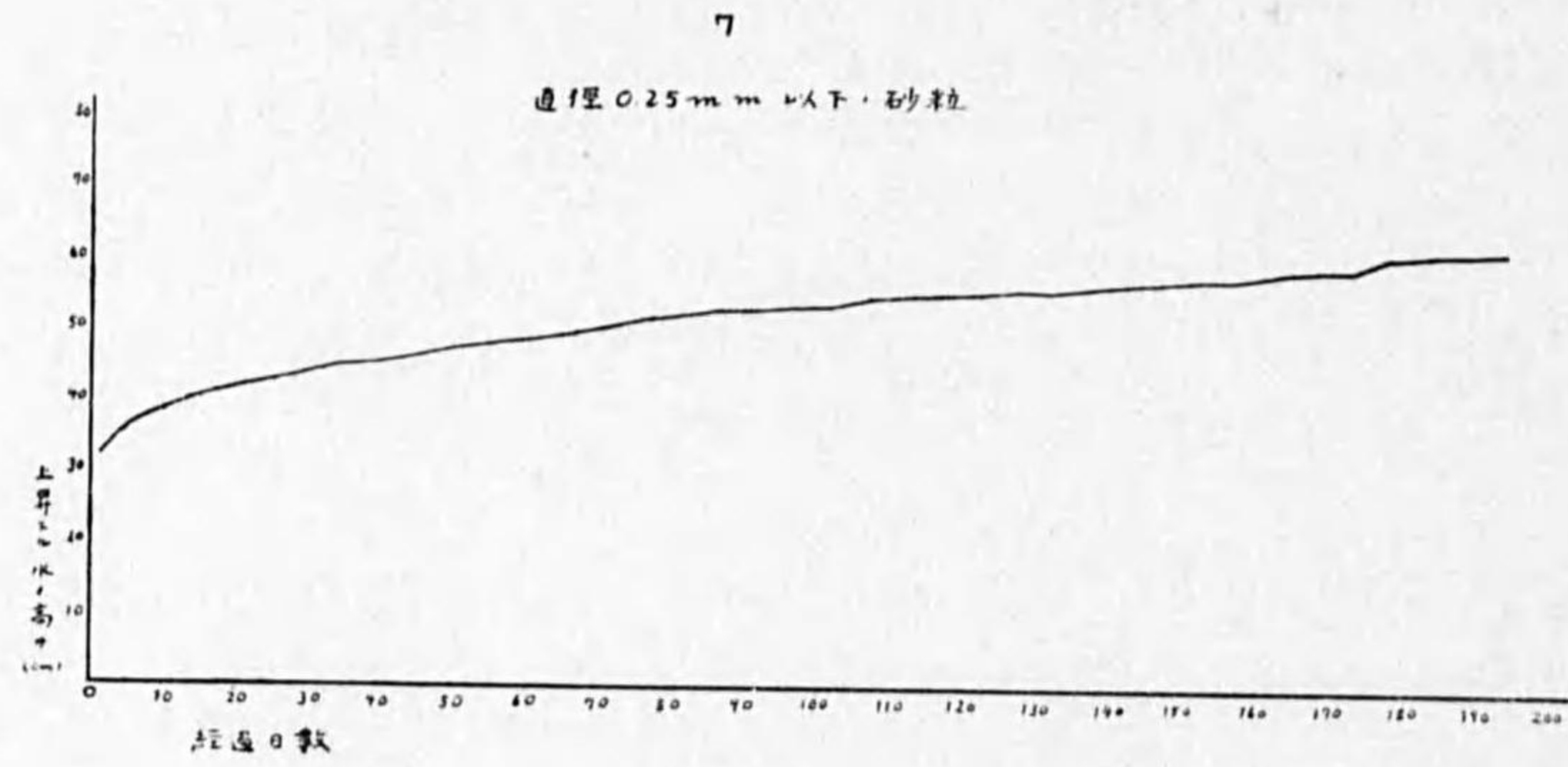
次ニ此實驗ニ使用セシ各大サノ砂粒及混合砂ガ密状態ニ於テ100g中ニ有スル孔隙量ヲ記スレバ下ノ如シ。

	孔隙量%
直径0.25mm以下ノ砂粒	40.10
同 0.25-0.5mmノ砂粒	40.20
同 0.5-1.0mmノ砂粒	44.15
同 1.0-2.0mmノ砂粒	47.65
混合砂(1)	38.32
混合砂(2)	40.12

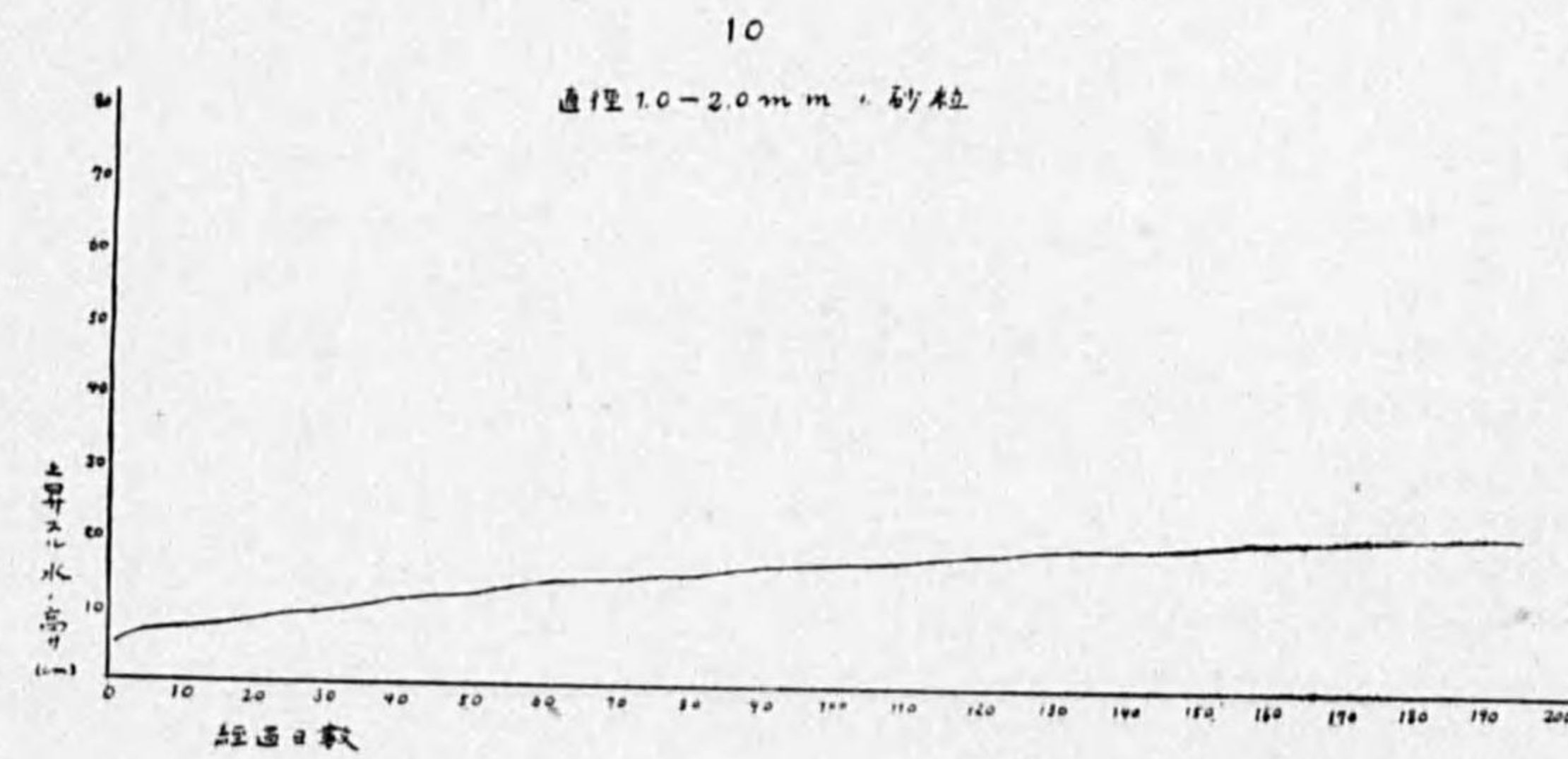
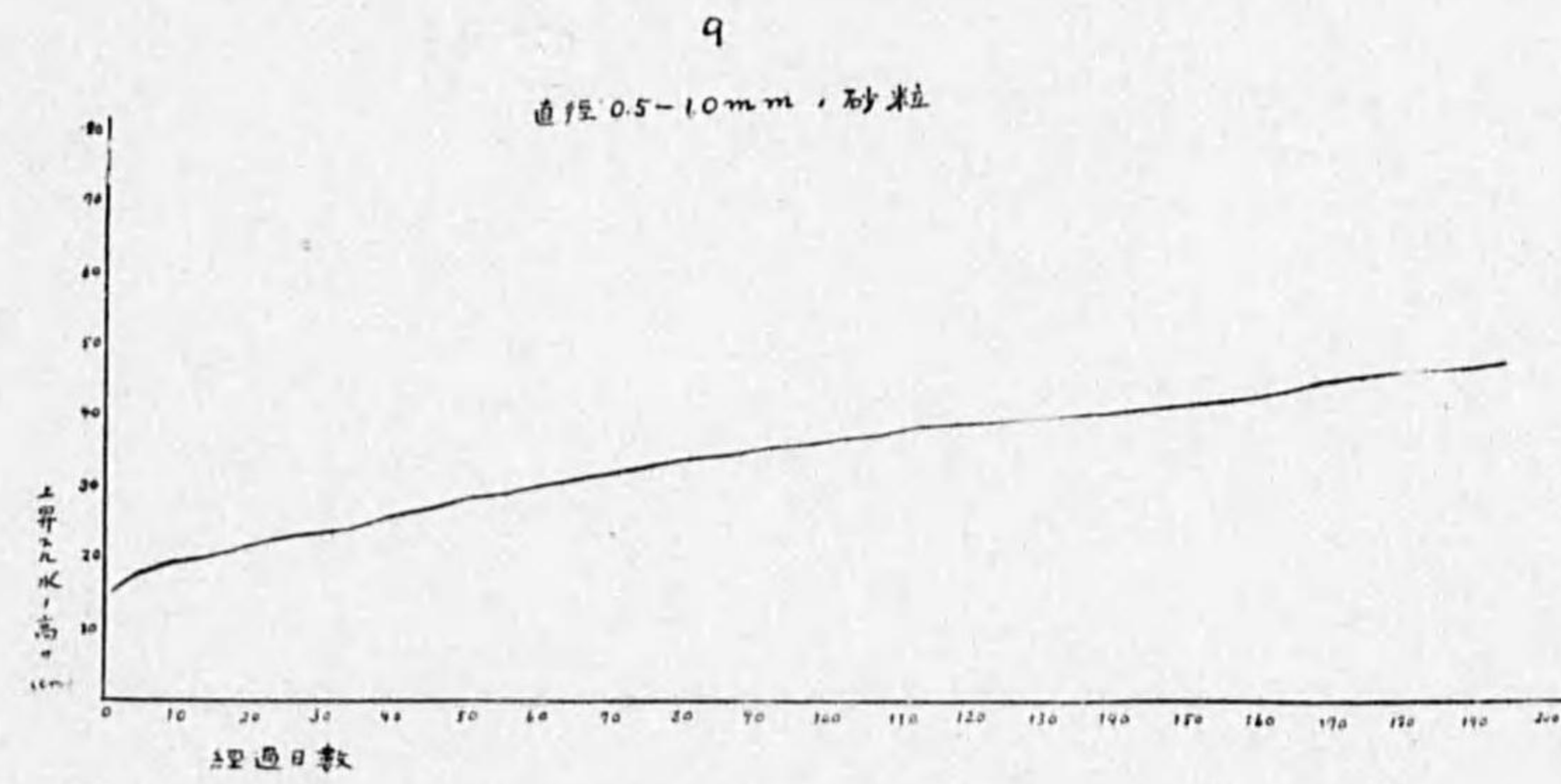
即チ大サノ異ナレル各砂粒ニ於テハ砂粒ノ細カキ程孔隙量小ナリ。混合砂ノ孔隙量ハ細カキ砂粒ノ含有多キモノニ於テ必ズシモ小ナラズ種々ナル砂粒ノ混淆ニヨツテ孔隙量ヲ減少スルコトアリ。而シテ前記ノ水ノ上昇スル高サト孔隙量トヲ比較スレバ孔隙量小ナル砂粒程水ノ上昇高ナルコトヲ知ル。

又高サ10cm, 直径5.5cmノ硝子圓筒ノ下端ヲ濾紙及金布ニテ包ミ上記各砂粒及混合砂ヲ

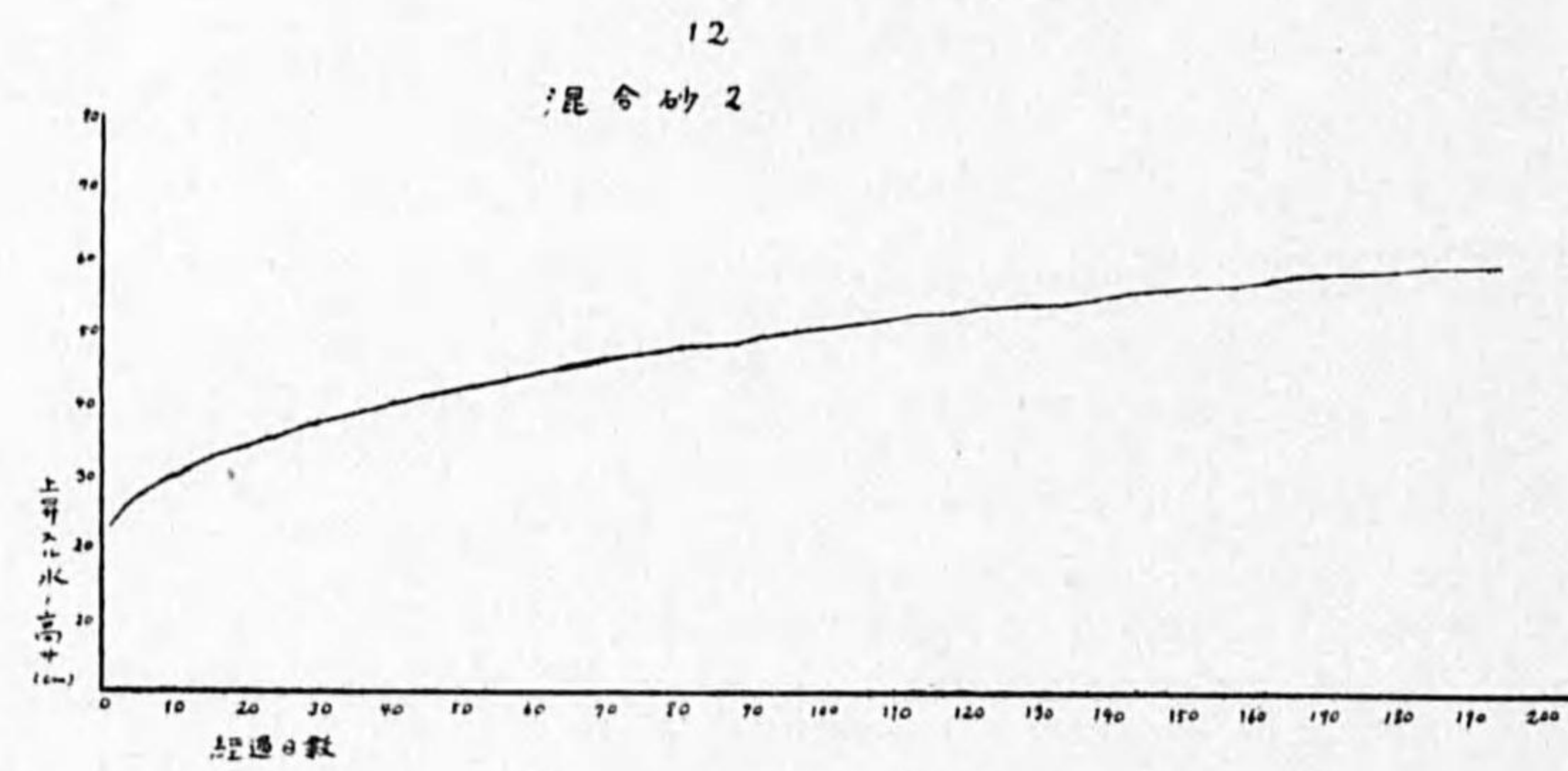
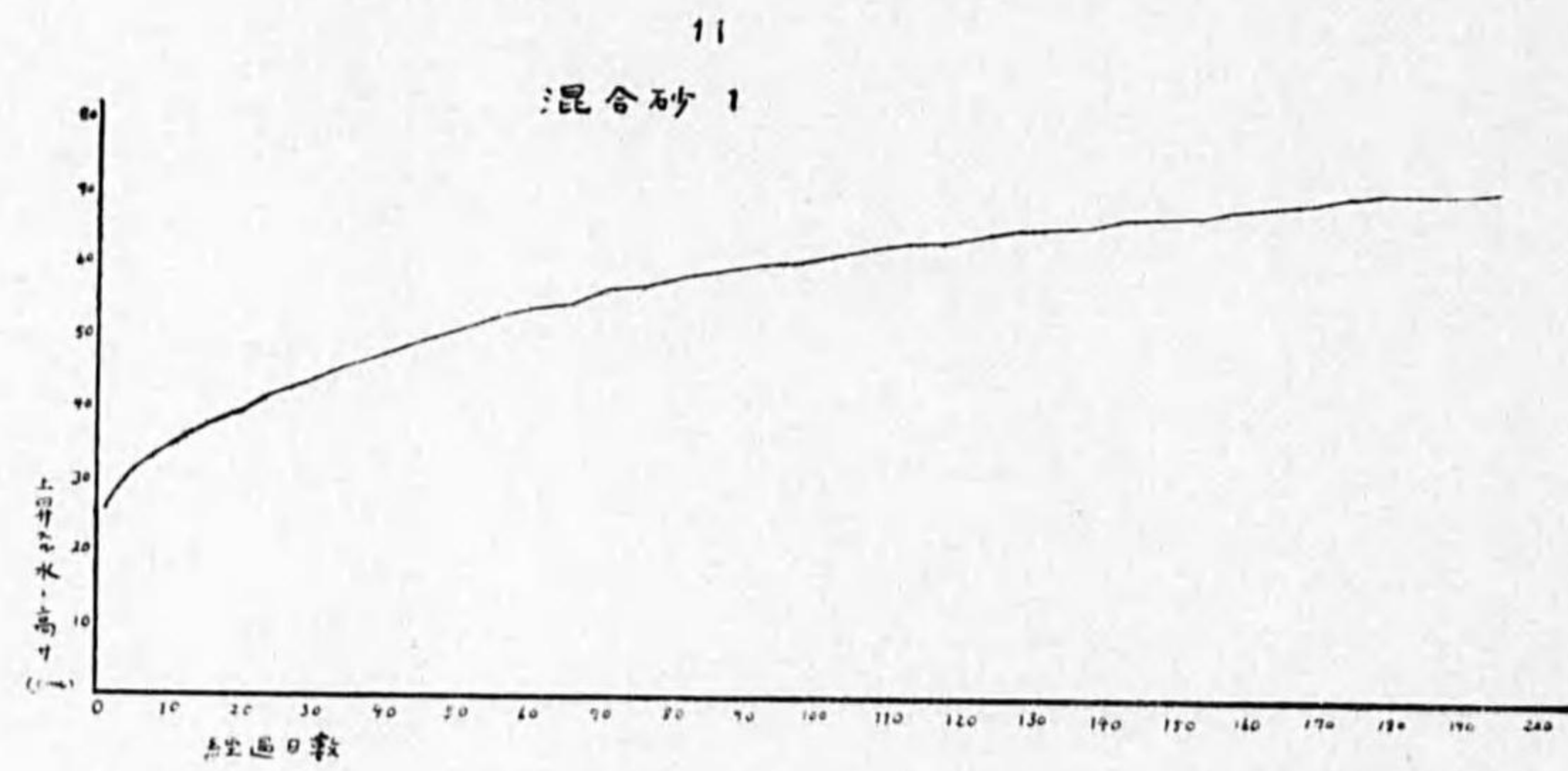
砂粒ノ大サト水ノ上昇スル高サトノ關係



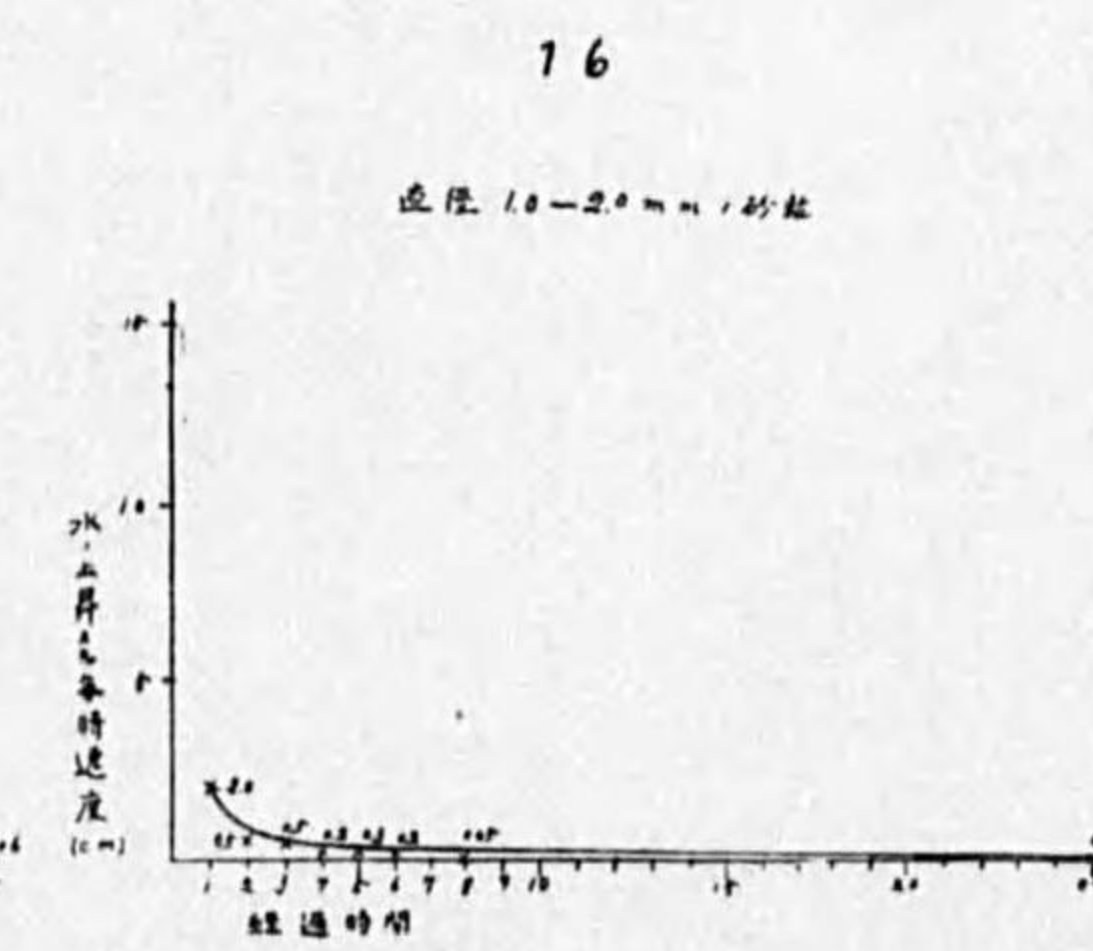
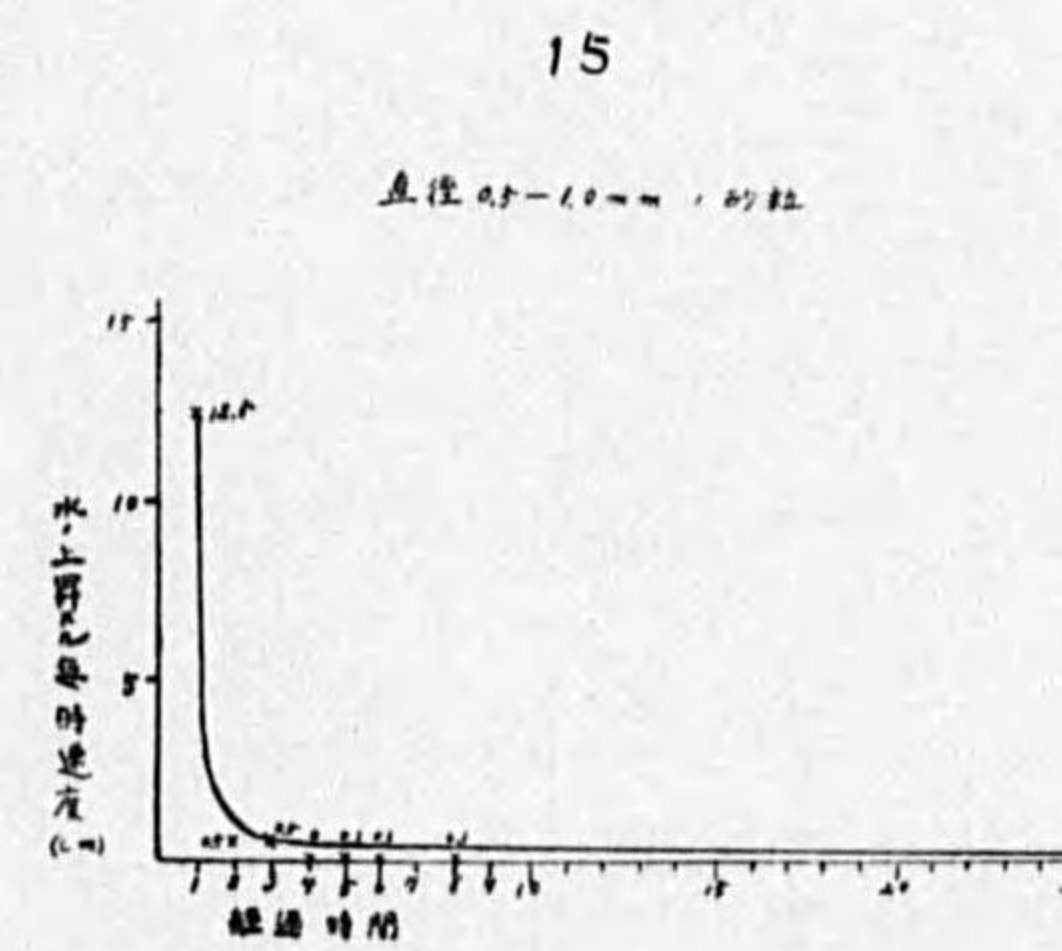
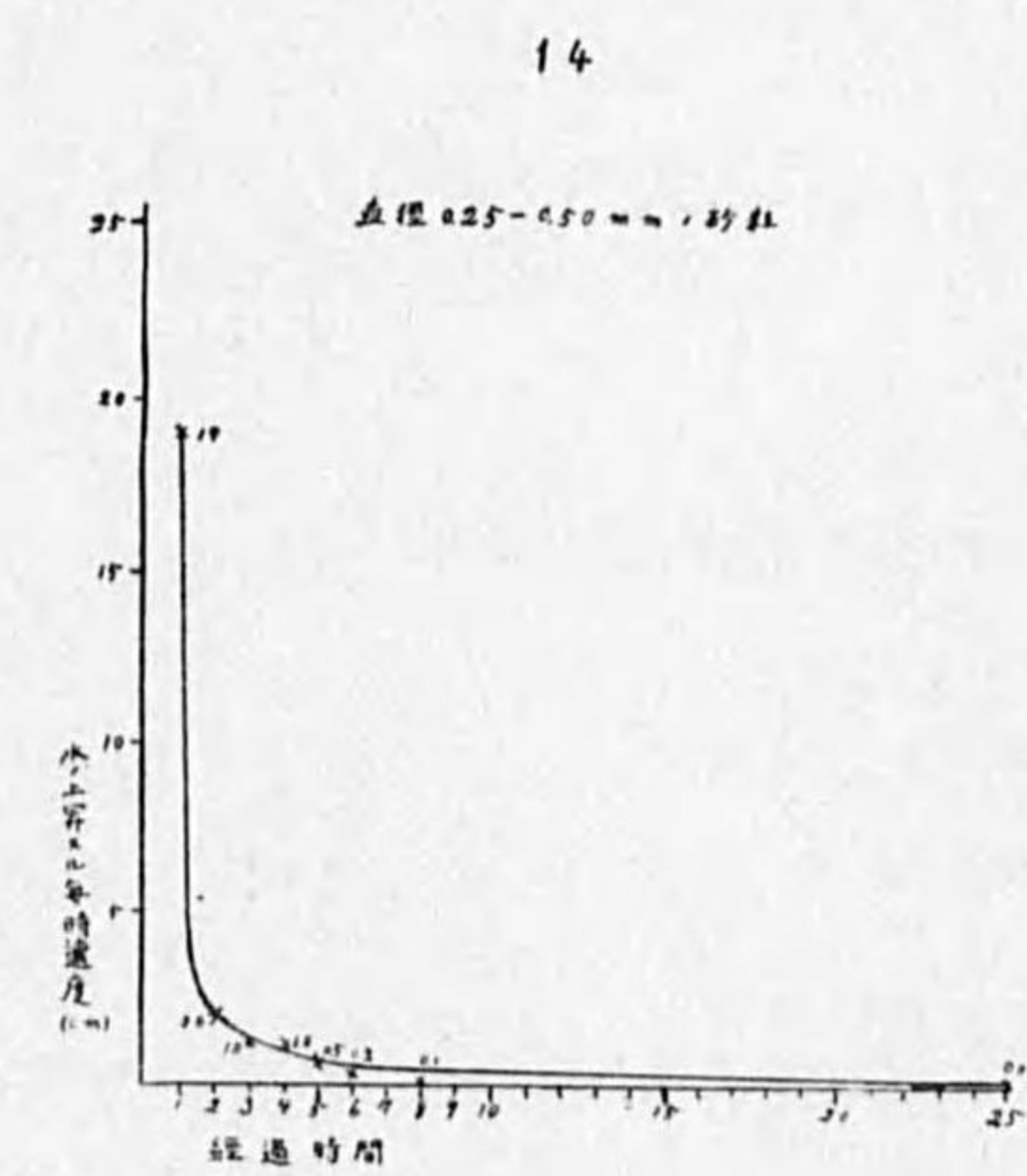
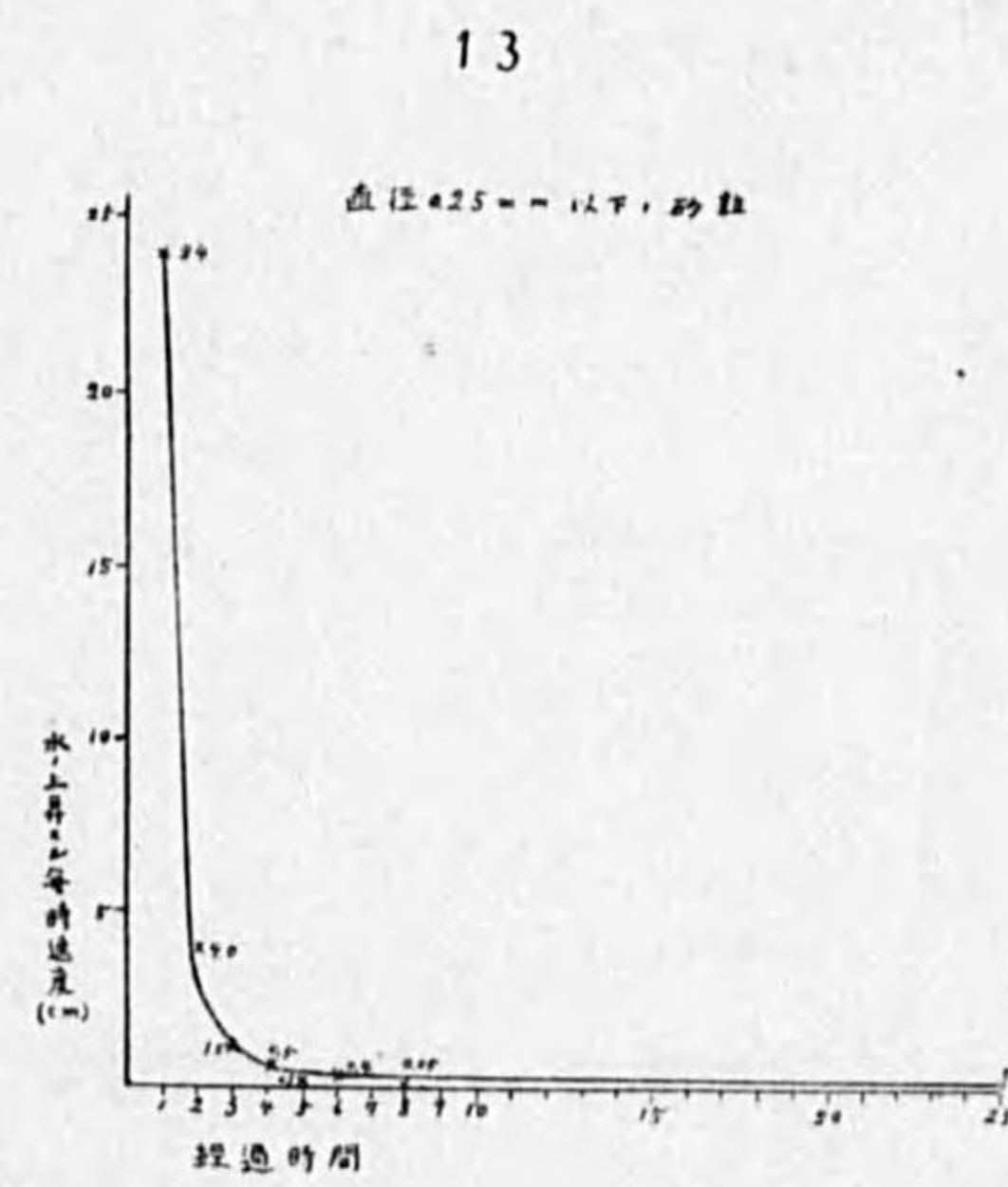
砂粒ノ大サト水ノ上昇スル高サトノ關係



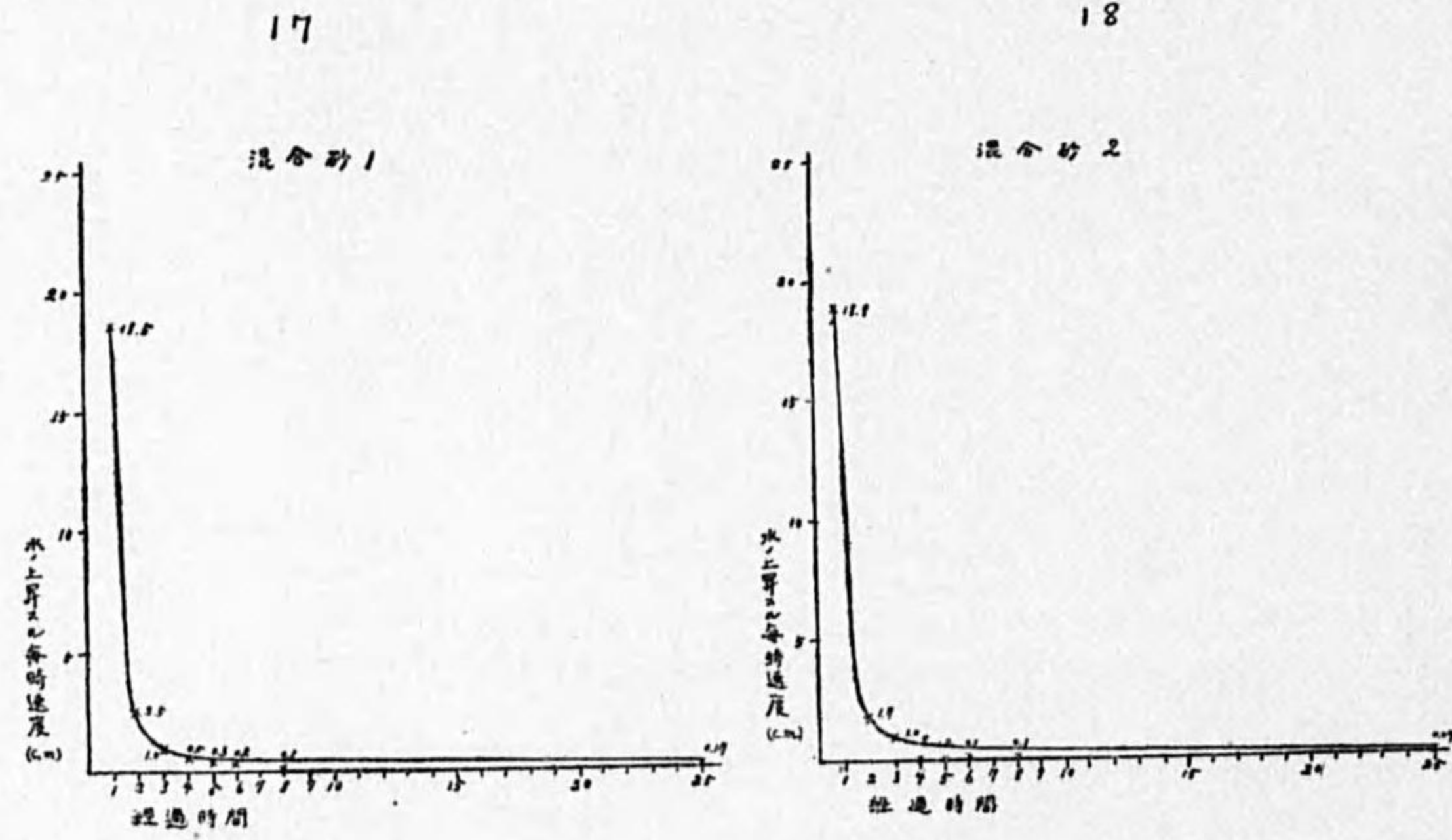
砂粒ノ大サト水ノ上昇スル高サトノ關係



砂粒ノ大サト水ノ上昇スル速度トノ關係



砂粒ノ大サト水ノ上昇スル速度トノ關係



填充シ 0.5cm ノ深サニ水ヲ盛レル硝子皿内ニ安置シ水ガ上昇シテ砂表面ニ達シタル時間ヲ測定セルニ次ノ結果ヲ得タリ。

直徑 0.25mm 以下ノ砂粒	2分 18秒
同 0.25-0.5mm ノ砂粒	3分 29秒
同 0.5-1.0mm ノ砂粒	7分 9秒
同 1.0-2.0mm ノ砂粒	456時間
混合砂(1)	2分 15秒
混合砂(2)	2分 32秒

此實驗ニヨツテ見ルモ砂ノ毛細管作用ハ孔隙量小ナル砂ニ於テ大ナリ。(7-18圖參照)

第三節 砂ノ容水量

砂ノ容水量ハ砂ノ保持スル水分ニ直接關係ヲ有スルモノナルヲ以テ著者ハ各大サ別ノ砂粒及混合砂ノ容水量ヲ檢定セリ。

實驗方法: 直徑 5.5cm, 高サ 10cm ノ硝子圓筒ノ下端ヲ濾紙及金布ニテ包ミ器中ニ砂ヲ盛り減容セザルマデ机上ニ叩キテ填充シタル後 0.5cm ノ深サニ水ヲ盛リタル硝子皿内ニ安置シ時々減少セル水ヲ補給セリ。而シテ水ガ上昇シテ砂ノ表面ニ達シタル後 24時間ヲ過ギ之ガ最上部及最下部ヨリ約 5g 宛ノ砂ヲ採出シ其重量ヲ檢シ更ニ之ヲ 110°Cニ於テ乾燥シテ恒量トシ砂 100gノ保持得ベキ容水量ヲ檢出セリ。其結果次ノ如シ。

第 11 表 砂粒ノ大サト容水量トノ關係

砂 粒 ノ 種 類	最大容水量	最小容水量
直徑 0.25mm 以下ノ砂粒	27.19	24.43
同 0.25-0.5mm ノ砂粒	29.46	21.55
同 0.5-1.0mm ノ砂粒	23.92	9.18
同 1.0-2.0mm ノ砂粒	23.69	0.65
混合砂(1)	23.63	19.74
混合砂(2)	27.06	20.62

備考 混合砂(1) 直徑 2.0mm 以上ノ砂粒 0.1%, 直徑 1.0-2.0mm ノ砂粒 1.2%, 直徑 0.5-1.0mm ノ砂粒 56.5%, 直徑 0.25-0.5mm ノ砂粒

32.4%, 直径 0.25mm 以下ノ砂粒 9.8%.

混合砂 (2) 直径 0.5-1.0mm ノ砂粒 41.6%, 直径 0.25-0.5mm ノ砂粒 38.7%, 直径 0.25mm 以下ノ砂粒 19.7%.

植物ノ生育ニ重大ナル關係ヲ有スルモノハ最小容水量即チ絶対容水量ニシテ之ニヨツテ砂ノ保水力ヲ示スコトヲ得ベシ. 而シテ最小容水量ハ砂粒ノ大サニ關係スルモノニシテ上記實驗ノ結果ニヨレバ砂粒大ナル程小ナリ. 混合砂ニ於テハ細カキ砂粒ノ含有多キ程容水量大ナリ.

尙上記實驗結果ノ示スガ如ク各大サ別ノ砂粒ニ於テハ最大及最小兩容水量ノ差ハ小ナル砂粒ニ於ケル程小ナリ. 換言スレバ各大サ別ノ砂粒ヲ充タセル砂柱内ニ於テノ高サノ増加ニ伴フ含有水分ノ減少度ハ砂粒細カキ程小ナリ.

第四節 砂ノ含有水分

砂ノ含有水分ノ如何ハ之ガ利用上極メテ重要ナル關係ヲ有スルモノナルヲ以テ著者ハ 1928 年 4 月ヨリ 1929 年 3 月ニ至ル 1 年間各月 2 回乃至 4 回湖山砂丘ノ各所ニ於テ深サ 1m マデノ砂ノ含水量ヲ檢定セリ.

實驗方法: 砂表面, 地下 0.1m, 0.3m, 0.5m 及 1m ノ個所ニアル砂ヲ秤量管ニ採リ直ニ密閉シテ其重量ヲ檢シ更ニ之ヲ 110°C ニ於テ乾燥シテ恒量トシ砂ノ含有水分ヲ檢出セリ.

實驗結果ヲ記スレバ次ノ如シ.

- 但表中
1. 砂丘ノ頂上
 2. 砂丘ノ谷
 3. 砂丘ノ中腹ニ設ケタル羊齒垣内
 4. 砂丘ノ中腹ニ設ケタル桑枝立工内
 5. 最モ内方ニ於ケル約 100 年生くろまつ林内
- 測定時間 午後 1 時乃至午後 2 時

第 12 表 砂丘ニ

(1)

年	月	深	分 %				備 考
			27 日				
			2	3	4	5	
1928	4		0.26	0.23	0.23	0.31	4 月中ニ於ケル降水量(賀露觀測所) 日 降水量mm 2.....15.0 3.....23.0 18.....12.3 21.....4.5 22.....19.3 23.....1.2 30.....4.1 計 79.4
			3.34	5.38	4.12	4.58	
			3.52	5.61	4.72	4.87	
			4.18	4.66	4.91	4.49	
			5.01	5.27	5.66	4.41	

(2)

年	月	深	分 %				備 考
			26 日				
			2	3	4	5	
1928	5		0.15	0.26	0.24	2.54	5 月中ニ於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 1.....14.0 9.....4.1 11.....5.0 13.....2.0 14.....15.5 23.....23.0 24.....0.5 26.....11.0 計 75.1
			5.34	8.30	11.14	4.44	
			4.21	4.52	5.71	5.24	
			6.72	6.01	6.34	6.10	
			4.74	4.67	5.46	3.55	

(3)

年	月	深	分 %				備 考
			27 日				
			2	3	4	5	
1928	6		0.22	0.40	0.46	6.48	6 月中ニ於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 日 降水量mm 13.....5.0 26.....30.0 14.....25.5 27.....20.0 19.....2.7 28.....19.5 20.....8.3 29.....31.0 23.....20.0 計 214.0 24.....52.0
			4.27	6.88	5.17	5.51	
			4.44	5.82	5.61	4.43	
			4.84	5.91	6.08	6.04	
			6.55	10.18	6.89	8.11	

第12表 砂丘=於ケル砂ノ含水量

(1)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					水分 %					備考
			6 日					14 日					27 日					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1928	4	0	0.23	0.17	0.25	0.21	0.66	0.22	0.15	0.22	0.17	0.35	0.33	0.26	0.23	0.23	0.31	4 月中=於ケル降水量(賀露觀測所) 日 降水量mm 2.....15.0 3.....23.0 18.....12.3 21..... 4.5 22.....19.3 23..... 1.2 30..... 4.1 計 79.4
	0.1	3.91	3.48	5.09	4.54	4.43	4.14	4.36	5.96	3.88	4.88	4.19	3.34	5.38	4.12	4.58		
	0.3	4.52	4.75	6.59	6.85	4.64	3.36	3.86	5.14	5.50	4.19	5.07	3.52	5.61	4.72	4.87		
	0.5	4.96	5.75	6.20	6.71	4.15	4.33	3.79	4.34	4.10	3.83	4.60	4.18	4.66	4.91	4.49		
	1.0	7.96	17.37	5.56	6.35	5.10	5.27	9.19	4.21	4.45	3.62	5.68	5.01	5.27	5.66	4.41		

(2)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					水分 %					備考
			5 日					19 日					26 日					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1928	5	0	0.20	0.10	0.13	0.13	0.42	0.14	0.12	0.21	0.22	0.50	0.26	0.15	0.26	0.24	2.54	5 月中=於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 1.....14.0 9..... 4.1 11..... 5.0 13..... 2.0 14.....15.5 23.....23.0 24..... 0.5 26.....11.0 計 75.1
	0.1	3.79	4.10	5.41	4.02	4.41	3.16	3.43	3.99	4.66	3.32	5.27	5.34	8.30	11.14	4.44		
	0.3	6.04	5.08	7.25	8.87	5.46	4.61	4.08	6.56	5.98	6.69	5.38	4.21	4.52	5.71	5.24		
	0.5	4.03	5.23	5.74	4.80	4.80	4.67	4.57	6.93	5.29	6.12	4.28	6.72	6.01	6.34	6.10		
	1.0	4.00	12.04	5.80	5.51	5.29	5.46	4.62	5.94	5.32	5.32	4.63	4.74	4.67	5.46	3.55		

(3)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					水分 %					備考
			4 日					12 日					27 日					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1928	6	0	0.17	0.13	0.17	0.16	0.40	0.18	0.12	0.16	0.17	0.24	0.25	0.22	0.40	0.46	6.48	6 月中=於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 日 降水量mm 13..... 5.0 26..... 30.0 14..... 25.5 27..... 20.0 19..... 2.7 28..... 19.5 20..... 8.3 29..... 31.0 23..... 20.0 計 214.0 24..... 52.0
	0.1	3.78	4.27	5.52	4.44	4.26	2.67	2.65	2.78	3.61	3.64	4.30	4.27	6.88	5.17	5.51		
	0.3	3.97	4.10	4.56	4.98	4.51	4.46	3.70	3.24	4.32	3.86	6.50	4.44	5.82	5.61	4.43		
	0.5	3.19	3.82	4.45	4.16	5.02	4.09	3.45	3.64	4.33	4.16	6.45	4.84	5.91	6.08	6.04		
	1.0	5.39	4.51	5.12	5.07	4.35	3.95	3.69	4.14	4.42	4.31	6.56	6.55	10.18	6.89	8.11		

(4)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					水分 %					水分 %					備 考
			7 日					13 日					22 日					27 日					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1928	7	0	0.21	0.12	0.10	0.14	0.48	0.13	0.06	0.09	0.08	0.38	0.70	0.69	0.91	0.86	1.42	0.21	0.17	0.18	0.18	0.49	7 月中 = 於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 17.....21.0 18.....0.1 計 21.1
		0.1	3.14	3.20	3.50	4.10	4.06	1.95	1.79	2.64	2.48	3.33	3.83	4.98	4.19	4.85	6.10	2.44	1.92	3.77	3.81	4.63	
		0.3	4.65	4.40	3.89	5.44	4.83	3.44	3.59	2.87	7.60	5.40	6.24	6.07	5.99	3.76	4.19	4.67	6.33	3.53	3.99	5.89	
		0.5	4.30	3.15	4.36	4.18	6.21	3.82	4.44	3.00	5.34	5.08	3.83	3.63	6.64	3.55	4.97	4.87	4.83	3.52	3.10	5.93	
		1.0	4.74	5.54	5.26	5.04	4.54	6.01	7.51	4.47	4.30	4.30	3.30	7.80	3.80	3.34	4.81	4.26	4.63	3.45	3.95	6.58	

(5)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					水分 %					水分 %					備 考
			8 日					14 日					22 日					27 日					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1928	8	0	0.26	0.13	0.19	0.21	0.55	0.28	0.20	0.28	0.23	0.56	0.25	0.45	0.59	0.45	1.54	0.19	0.12	0.16	0.15	0.43	8 月中 = 於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 日 降水量mm 219.7 20.....14.6 32.9 30.....14.3 44.9 31.....8.3 58.0 計 129.6 628.0 70.1 11.....8.6 19.....20.2
		0.1	3.17	3.11	4.50	3.37	5.18	3.93	3.18	3.26	3.63	4.34	3.70	3.81	4.59	4.24	3.75	3.57	2.43	2.49	4.09	4.30	
		0.3	4.04	4.22	6.93	5.51	4.82	4.22	4.10	3.27	7.72	4.72	7.43	4.71	6.38	5.26	5.21	3.94	3.82	3.06	4.34	5.37	
		0.5	5.59	12.89	5.16	5.82	5.88	4.24	3.74	4.68	4.41	5.02	6.04	7.26	7.37	5.82	6.43	3.77	4.55	3.71	7.14	5.35	
		1.0	5.84	5.66	5.23	6.52	6.79	5.90	5.28	4.34	5.04	6.69	5.68	4.16	3.42	2.57	5.34	6.78	4.45	4.40	4.77	5.29	

(6)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					水分 %					水分 %					備 考
			4 日					10 日					20 日					27 日					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1928	9	0	0.81	0.15	0.23	0.24	0.99	0.27	0.10	0.23	0.16	0.45	0.28	0.19	3.34	2.07	3.65	0.18	0.07	0.21	0.31	0.84	9 月中 = 於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 日 降水量mm 4.....5.5 18.....2.5 5.....0.6 19.....1.0 12.....51.2 24.....11.7 13.....4.0 25.....10.8 15.....11.3 29.....0.2 16.....2.0 30.....1.4 17.....0.8 計 103.0
		0.1	3.91	4.66	3.77	3.61	2.30	2.66	4.00	2.96	1.63	3.39	3.96	3.85	4.66	6.02	3.88	3.47	5.16	5.95	3.30	4.59	
		0.3	3.38	3.57	4.30	3.69	3.45	3.52	3.60	3.07	4.32	4.99	5.69	4.69	5.48	6.18	5.57	5.86	4.10	5.84	5.24	4.79	
		0.5	5.12	4.82	4.87	4.33	4.51	4.75	4.22	3.59	4.38	5.16	4.57	5.60	6.17	4.89	5.28	5.33	5.77	4.69	5.28	4.97	
		1.0	3.50	4.74	5.93	3.39	3.06	3.51	4.31	7.00	3.81	4.24	3.47	4.00	4.64	3.60	4.84	4.81	4.04	3.90	4.27	5.99	

(7)

年	月	深サ m	水分		
			1	2	3
			1928	10	0
		0.1	3.02	2.86	4.04
		0.3	4.29	3.80	3.54
		0.5	4.04	4.15	3.44
		1.0	2.73	3.52	4.54

(8)

年	月	深サ m	水分		
			1	2	3
			1928	11	0
		0.1	5.29	4.14	5.07
		0.3	5.01	4.45	3.07
		0.5	5.15	4.36	5.07
		1.0	4.73	4.83	5.07

(9)

年	月	深サ m	水分		
			1	2	3
			1928	12	0
		0.1	3.70	3.84	3.84
		0.3	5.35	4.55	4.55
		0.5	3.65	3.59	4.55
		1.0	3.97	4.75	5.07

(7)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					水分 %					水分 %					備	考
			4 日					13 日					18 日					28 日						
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1928	10	0	0.21	0.28	0.24	0.28	0.69	0.10	0.14	0.19	0.29	0.98	0.27	0.28	0.43	0.43	1.72	0.28	0.15	0.23	0.22	0.52	10月中=於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 日 降水量mm 8..... 54.7 30..... 12.5 9..... 17.0 31..... 5.0 12..... 0.7 計 109.1 14..... 8.5 19..... 4.0 25..... 4.5 26..... 2.2	
		0.1	3.02	2.86	4.04	3.26	4.30	3.38	3.35	3.84	4.38	3.82	4.16	4.76	3.55	4.81	3.72	3.83	4.00	4.43	5.87	4.88		
		0.3	4.29	3.80	3.54	3.96	4.47	4.07	4.37	3.97	4.70	4.83	3.80	4.52	5.42	4.41	3.65	4.02	5.29	4.20	5.76	4.36		
		0.5	4.04	4.15	3.44	4.36	6.03	4.41	4.08	4.80	5.39	4.90	5.70	4.19	3.32	4.70	3.68	3.14	4.59	4.19	4.33	4.80		
		1.0	2.73	3.52	4.54	3.77	4.95	6.24	4.09	4.54	5.83	6.93	3.92	3.52	4.66	4.39	4.06	5.41	3.70	3.63	4.85	4.47		

(8)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					水分 %					備	考
			7 日					18 日					25 日						
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1928	11	0	3.07	2.13	3.89	2.84	8.92	0.41	0.55	2.31	1.12	3.39	0.29	0.28	0.25	0.29	0.87	11月中=於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 日 降水量mm 日 降水量mm 1.....11.5 12..... 4.0 22..... 6.7 3.....13.7 14..... 6.5 27..... 1.5 6..... 1.0 15..... 1.5 28..... 1.6 7..... 6.0 16.....11.1 計 149.3 8.....20.0 17..... 8.3 9.....14.6 18..... 1.5 10.....14.5 19.....17.4 11..... 6.0 20..... 1.9	
		0.1	5.29	4.14	5.43	4.82	6.04	7.89	3.82	6.91	6.55	5.03	3.34	3.28	4.39	6.43	3.42		
		0.3	5.01	4.45	3.88	3.99	3.62	6.40	5.39	6.88	7.39	4.41	4.76	4.42	4.79	6.90	2.03		
		0.5	5.15	4.36	5.57	4.67	4.77	4.35	5.48	5.71	6.54	4.35	5.62	4.31	6.11	4.57	4.82		
		1.0	4.73	4.83	5.77	5.52	5.44	3.81	3.98	4.73	4.94	3.36	5.13	3.62	5.14	7.34	4.05		

(9)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					水分 %					備	考
			2 日					14 日					22 日						
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1928	12	0	0.66	0.26	0.50	0.51	1.13	3.72	1.86	3.87	3.82	9.86	7.82	7.82	7.39	7.49	15.03	12月中=於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 日 降水量mm 日 降水量mm 4..... 8.1 15..... 0.2 23..... 2.0 6..... 8.1 16.....15.8 25..... 38.8 7..... 2.9 17.....15.2 26..... 6.3 8..... 7.6 18.....10.0 27..... 0.8 11.....14.5 19.....11.5 29..... 14.3 12..... 6.0 20.....18.5 30..... 25.4 13.....10.0 21.....26.5 31..... 1.3 14..... 6.4 22..... 4.0 計 254.2	
		0.1	3.70	3.84	3.68	3.12	4.11	5.19	5.47	5.85	7.13	6.26	6.13	4.81	6.75	5.72	7.69		
		0.3	5.35	4.55	4.40	3.92	4.20	5.74	6.43	6.09	5.68	5.64	7.18	5.52	5.89	5.74	7.83		
		0.5	3.65	3.59	4.04	4.37	4.37	9.33	7.00	7.40	3.96	6.08	6.65	8.38	7.43	5.20	6.38		
		1.0	3.97	4.75	5.08	3.42	5.73	4.66	7.60	7.69	7.15	5.05	4.40	6.10	6.02	5.15	6.80		

備	考
7 月中=於ケル降水量(同上)	
日 降水量mm	
17.....21.0	
18..... 0.1	
計 21.1	

備	考
8 月中=於ケル降水量(同上)	
日 降水量mm 日 降水量mm	
219.7 20.....14.6	
3 2.9 30.....14.3	
4 4.9 31..... 8.3	
5 8.0 計 129.6	
628.0	
7 0.1	
11..... 8.6	
19.....20.2	

備	考
9 月中=於ケル降水量(同上)	
日 降水量mm 日 降水量mm	
4..... 5.5 18..... 2.5	
5..... 0.6 19..... 1.0	
12.....51.2 24..... 11.7	
13..... 4.0 25..... 10.8	
15.....11.3 29..... 0.2	
16..... 2.0 30..... 1.4	
17..... 0.8 計 103.0	

(10)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					水分 %					備 考
			8 日					13 日					30 日					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1929	1	0	0.62	4.47	0.76	0.98	7.43	0.26	0.20	0.23	0.21	0.53	1.40	7.01	1.24	4.48	1.78	1 月中ニ於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 日 降水量mm 日 降水量mm 1.....15.0 11..... 4.5 25..... 7.0 2.....15.0 17.....10.8 26..... 1.2 3.....24.7 19.....11.0 27..... 15.3 4.....12.8 20.....10.0 28..... 5.0 5.....14.2 21.....17.0 29..... 5.2 6..... 6.2 22.....14.2 計 231.2 7.....16.7 23..... 8.5 10..... 8.9 24..... 8.0
		0.1	3.87	5.08	3.95	4.78	5.13	4.46	5.12	4.84	4.61	5.57	4.10	8.91	4.19	4.56	4.43	
		0.3	4.76	5.56	4.49	7.81	5.31	4.76	4.02	4.67	5.10	5.32	7.92	4.35	5.14	4.49	5.66	
		0.5	4.90	4.66	5.89	6.95	5.44	4.79	5.26	5.00	6.03	4.83	7.45	6.78	6.69	5.11	5.05	
		1.0	6.46	5.78	7.32	6.23	6.63	5.93	15.83	5.41	6.82	7.04	6.54	21.67	6.14	6.69	5.85	

(11)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					備 考
			9 日					23 日					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1929	2	0	3.45	6.61	8.70	5.83	10.44	0.48	0.87	0.38	0.41	1.48	2 月中ニ於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 日 降水量mm 日 降水量mm 1.....14.0 11.....23.0 28..... 4.3 2.....27.0 12..... 3.0 計 235.6 3..... 4.5 13.....23.0 5..... 1.0 14.....49.5 6..... 9.0 15.....58.7 7..... 0.1 16..... 8.2 9..... 7.9 19..... 2.4
		0.1	7.43	6.30	8.27	9.81	7.49	4.84	8.20	4.86	5.73	6.67	
		0.3	4.06	5.63	6.59	5.89	6.29	5.36	6.80	4.88	7.53	5.57	
		0.5	3.25	7.41	4.83	6.14	6.38	6.48	7.05	4.84	8.20	6.63	
		1.0	8.68	18.06	5.02	4.68	5.77	11.92	21.70	6.85	7.37	5.43	

(12)

年	月	深サ m	水分 %					水分 %					水分 %					備 考
			3 日					10 日					24 日					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1929	3	0	2.46	2.19	1.93	2.08	1.51	3.08	0.65	0.28	0.30	1.49	0.24	0.20	0.27	0.25	0.64	3 月中ニ於ケル降水量(賀露ニテハ缺測ニツキ鳥取ニテ測リタルモノヲ掲グ) 日 降水量mm 日 降水量mm 日 降水量mm 1.....20.5 19..... 2.8 28..... 10.9 3..... 2.7 20.....10.8 29..... 1.0 5.....22.0 22.....21.0 30..... 7.5 11.....12.6 24.....26.0 31..... 13.0 14..... 9.8 25..... 8.2 計 196.0 15..... 4.0 26.....16.2 18..... 1.6 27..... 5.4
		0.1	4.21	6.95	5.69	6.07	5.57	3.70	6.39	4.20	4.17	4.72	6.73	7.41	4.35	4.95	4.36	
		0.3	5.50	17.41	5.49	6.14	7.32	4.52	15.62	4.19	5.56	6.10	5.40	16.41	4.05	6.65	4.97	
		0.5	8.36	20.08	7.04	5.75	6.07	5.25	18.97	4.59	4.35	5.77	10.99	17.33	7.81	4.42	8.75	
		1.0	5.52	22.96	5.32	5.83	6.98	5.08	22.28	4.35	4.98	5.04	4.51	21.52	6.44	7.83	6.29	

砂ノ表面ハ陽光ト風ノ作用ニヨツテ忽チ乾ニシテ湖山砂丘ニ於ケル調査ニヨレバ上表ノ旬ノ長キ乾燥後ヲ除ケバ其含水量ハ2%以テ持セリ。

一般ニ砂丘ノ砂ハ深サト共ニ含水量ヲ増加シテ混濁歩合ヲ異ニスル砂層ガ帯狀ニ相重ナリ之ヲ構成スル砂粒ノ性質上各其保水力ヲ異ニスルアリテハ水分ハ必ズシモ深サト共ニ増加スルヲ保持スルコトアリ。又少量ノ雨水ハ上層ニ

小雨後ニハ概ネ上層ノ水分ガ下層ヨリ大ナル湖山砂丘ニ於テ砂ノ含有水分ニ變化ノ大ナル最モ強ク乾燥シ冬期下層ニ最モ水分ヲ増加セ

テ水分ノ蒸發ヲ阻止セラルルヲ以テ林内上層ノ藪垣及桑枝立工内ノ砂ノ含水量ハ乾燥期ニ於テヨツテ地下10-50cmノ比較的淺キ砂層内ニ

凡ソ砂丘ニ於ケル砂ノ水分ハ降水ノ多少ニ依リテ長キ乾燥ノ後ニハ砂ノ含水量ハ減少シ、夏期スルヲ以テ季節的ニ之ヲ見ルコト困難ナレド

大部分最小限度ニ低下シ爾後再ビ漸次増大スルノ含有水分最モ小ナリキ。冬期就中1月ニ於テ谷ニテハ深サ1mノ個所ニ於ケル砂ノ水分ハ

シテ2月下旬21.7%ニ及ビ3月上旬最大ニシテ22.96%ヲ保有セリ。之ニヨツテ湖山砂丘ノ上昇シ乾燥セル夏期ニ於テ下降スルコトヲ水面ノ状態、海拔30mノ高所ニアル砂丘ノ

至3月砂丘ノ外側ニ生ズル數條ノ水流ニ就テ凸狀彎曲ヲナスモノニシテ土地ト共ニ昇降シ粘土層ノタメニ局所的變化ヲ生ズルハ免レ

要スルニ砂ノ含有水分ハ季節的ニ多少ノ差アリ所ノ砂ハ冬期著シク水分ヲ増加スルモノナ

第一卷第三號, 昭和七年)

(10)

年	月	深サ m	分 %			備 考
			3	4	5	
1929	1	0	1.24	4.48	1.78	1 月中ニ於ケル降水量(同上) 日 降水量mm 日 降水量mm 日 降水量mm 1.....15.0 11..... 4.5 25..... 7.0 2.....15.0 17.....10.8 26..... 1.2 3.....24.7 19.....11.0 27..... 15.3 4.....12.8 20.....10.0 28..... 5.0 5.....14.2 21.....17.0 29..... 5.2 6..... 6.2 22.....14.2 計 231.2 7.....16.7 23..... 8.5 10..... 8.9 24..... 8.0
		0.1	4.19	4.56	4.43	
		0.3	5.14	4.49	5.66	
		0.5	6.69	5.11	5.05	
		1.0	6.14	6.69	5.85	

(11)

年	月	深サ m	備 考
1929	2	0	ケル降水量(同上) 量mm 日 降水量mm 日 降水量mm 0.10 11.....23.0 28..... 4.3 0 12..... 3.0 計 235.6 0.35 13.....23.0 0 14.....49.5 0.50 15.....58.7 1 16..... 8.2 1.09 19..... 2.4

(12)

年	月	深サ m	分 %			備 考
			3	4	5	
1929	3	0	0.27	0.25	0.64	3 月中ニ於ケル降水量(賀露ニテハ缺測ニ ツキ鳥取ニテ測リタルモノヲ掲グ) 日 降水量mm 日 降水量mm 日 降水量mm 1.....20.5 19..... 2.8 28..... 10.9 3..... 2.7 20.....10.8 29..... 1.0 5.....22.0 22.....21.0 30..... 7.5 11.....12.6 24.....26.0 31..... 13.0 14..... 9.8 25..... 8.2 計 196.0 15..... 4.0 26.....16.2 18..... 1.6 27..... 5.4
		0.1	4.35	4.95	4.36	
		0.3	4.05	6.65	4.97	
		0.5	7.81	4.42	8.75	
		1.0	6.44	7.83	6.29	

砂ノ表面ハ陽光ト風ノ作用ニヨツテ忽チ乾燥スレドモ下層ニハ常ニ水分ヲ保存スルモノニシテ湖山砂丘ニ於ケル調査ニヨレバ上表ノ示スガ如ク地下10cmノ深サニ於テハ7月中旬ノ長キ乾燥後ヲ除ケバ其含水量ハ2%以下ニ減少スルコトナク概ネ3-5%ノ水分ヲ保持セリ。

一般ニ砂丘ノ砂ハ深サト共ニ含水量ヲ増加スルモノナレドモ場所ニヨツテハ種々ナル砂粒ノ混淆歩合ヲ異ニスル砂層ガ帶狀ニ相重ナリテ存在スルコトアリ。而シテ之等ノ砂層ハ之ヲ構成スル砂粒ノ性質上各其保水力ヲ異ニセリ。從テ斯ノ如キ砂層ノ存在セルトコロニアリテハ水分ハ必ズシモ深サト共ニ増加スルコトナク比較的淺キ砂層内ニ却テ多量ノ水分ヲ保持スルコトアリ。又少量ノ雨水ハ上層ニ抑留セラレテ下層ニ透下スルコトナキヲ以テ小雨後ニハ概ネ上層ノ水分ガ下層ヨリ大ナルコトヲ認メタリ。

湖山砂丘ニ於テ砂ノ含有水分ニ變化ノ大ナルハ砂丘ノ谷 Düentalニシテ夏期ニハ上層最モ強ク乾燥シ冬期下層ニ最モ水分ヲ増加セリ。砂丘林内ノ砂ハ樹冠ノタメニ被覆セラレテ水分ノ蒸發ヲ阻止セララルルヲ以テ林内上層ノ砂ノ水分ハ他ニ比較シ概シテ稍大ナリ。羊齒垣及桑枝立工内ノ砂ノ含水量ハ乾燥期ニ於テ裸地ヨリ概シテ大ナリ。殊ニ之等ノ工事ニヨツテ地下10-50cmノ比較的淺キ砂層内ニ於ケル砂ノ水分ヲ増加セリ。

凡ソ砂丘ニ於ケル砂ノ水分ハ降水ノ多少ニヨツテ大イニ影響セララルルモノニシテ一般ニ長キ乾燥ノ後ニハ砂ノ含水量ハ減少シ、夏期ト雖モ多量ノ降雨ノ後ニハ著シク水分ヲ増加スルヲ以テ季節的ニ之ヲ見ルコト困難ナレドモ概シテ春雨ノ終ルト共ニ水分ヲ減ジ夏期ノ大部分最小限度ニ低下シ爾後再び漸次増大スルモノナリ。湖山砂丘ニ於テハ6月及7月砂ノ含有水分最モ小ナリキ。冬期就中1月ニ於テ砂ノ含水量ハ著シク増大セリ。殊ニ砂丘ノ谷ニテハ深サ1mノ個所ニ於ケル砂ノ水分ハ1月中旬一躍15.83%トナリソレヨリ漸次増大シテ2月下旬21.7%ニ及ビ3月上旬最大ニ達シ深サ50cmニ於テ20.08%、1mノ深サニ於テ22.96%ヲ保有セリ。之ニヨツテ湖山砂丘ニ於ケル地下水ハ降水量大ナル冬期ニ於テ上昇シ乾燥セル夏期ニ於テ下降スルコトヲ知り得ベシ。而シテ冬期砂丘ノ谷ニ於ケル地下水ノ状態、海拔30mノ高所ニアル砂丘平原 Dünenebeneニ於ケル地下水位及毎年1月乃至3月砂丘ノ外側ニ生ズル數條ノ水流ニ就テ考察スレバ湖山砂丘ニ於ケル地下水位ノ形ハ凸狀彎曲ヲナスモノニシテ土地ト共ニ昇降セリ。然レドモ地下ニ存在スル火山灰土壤或ハ粘土層ノタメニ局所的變化ヲ生ズルハ免レザルトコロナリ。

要スルニ砂ノ含有水分ハ季節的ニ多少ノ變化アルモノニシテ殊ニ地下水位ニ近キ砂丘低所ノ砂ハ冬期著シク水分ヲ増加スルモノナレドモ砂ハ其性質上透水性大ナルト含水量小ナ

ルトニ基キ概シテ含有水分ニ乏シク特ニ乾燥期ニ於テハ上層ニ於ケル砂ノ水分ハ著シク低下シ深サ0.1-1mニアル砂ノ平均水分ハ4-5%ニシテ7%ヲ超ユルコトナシ。

第五節 砂ノ乾燥

1. 砂粒ノ蒸發性

砂丘ノ砂ハ其性質上滲透作用大ニシテ表面ニ大量ノ水分ヲ保持スルコトヲ得ズ砂表面ハ陽光ノ直射或ハ風ニヨツテ速カニ乾燥ス。而シテ此乾燥ノ度ハ水分ノ多少及砂粒ノ大小ニ關係スルモノニシテ一般ニ砂粒小ナル程保水力大ニシテ常ニ多量ノ水分ヲ有スルヲ以テ乾燥ノ度遅シ。之砂丘上ニ於テ屢實見スルトコロナリ。

第13表 砂粒ノ大サト蒸發トノ關係

經過時間	砂ノ水分%				混合砂	備考
	直徑1-2mmノ砂粒	直徑0.5-1.0mmノ砂粒	直徑0.25-0.5mmノ砂粒	直徑0.25mm以下ノ砂粒		
0	17.25	17.15	17.12	16.92	16.68	混合砂
10	15.45	15.25	15.50	15.13	14.93	直徑1-2mmノ砂粒1.3%
20	14.57	14.28	14.64	14.22	14.02	直徑0.5-1.0mmノ砂粒49.9%
30	13.23	12.85	13.42	12.91	12.74	直徑0.25-0.5mmノ砂粒43.8%
40	12.01	11.50	12.28	11.65	11.50	直徑0.25mm以下ノ砂粒5.0%
50	11.10	10.57	11.47	10.71	10.51	
60	9.99	9.38	10.47	9.61	9.50	
70	8.88	8.17	9.50	8.52	8.42	
80	8.17	7.36	8.88	7.73	7.75	
90	7.24	6.32	8.05	6.74	6.80	
100	6.06	4.94	7.02	5.51	5.62	
110	4.63	3.43	5.79	4.01	4.21	
120	2.01	0.70	4.17	1.12	1.38	
130	0.50	0.35	1.23	0.38	0.40	
140	0.25	0.30	0.35	0.35	0.25	

若シ砂ガ略等量ノ水分ヲ有スルモノトスレバ之ガ乾燥ノ遲速ハ必ズシモ砂粒ノ大小ニヨツテノミ判定スベカラズ。著者ハ此關係ヲ知ルガタメニ各大サ別ノ砂粒100gヲ直徑8.5cm高サ2cmノ硝子皿ニ盛り略等量ノ水ヲ加ヘ直接日光ノ射入セザル室内ニ於テ同一狀態ノ下ニ放置シ2時間毎ニ屢秤量シテ水分ノ損失量ヲ測定セリ。

第13表ハ著者ガ1928年6月11日ニ着手シ7月14日マデニ行ヘル140時間ノ實驗結果ヲ記セルモノナリ。

上記ノ實驗ニヨレバ含有水分1%以上ナルトキハ砂ハ濕潤セルモ水分1%以下ナレバ氣乾狀態ヲ呈ス。17%内外ノ水分ヲ有スル各大サ別ノ砂粒ノ中比較的大サノ一様ナル直徑0.25-0.5mmノ砂粒最モ長時間水分ヲ保有シ直徑0.5-1.0mmノ砂粒最モ速カニ氣乾セリ。直徑1-2mmノ粗大ナル砂粒ハ水分ヲ保持スルコト第二位ニシテ直徑0.25mm以下ノ最小砂粒ヨリモ却テ長時間濕潤セリ。混合砂ノ水分損失ノ狀態ハ直徑0.25mm以下ノ砂粒ト略同シ。

尙直徑1-2mm, 0.5-1.0mm, 0.25-0.5mm及0.25mm以下ノ砂粒ニ夫々18%, 17.66%, 17.36%及18.07%ノ水分ヲ加ヘ同様ノ實驗ヲ行ヒタルニ最モ速カニ氣乾セルハ直徑0.5-1.0mmノ砂粒ニシテ137時間ヲ要セリ。直徑0.25mm以下ノ砂粒之ニ次ギ149時間ニテ氣乾シ、直徑1-2mmノ砂粒ハ氣乾スルニ151時間ヲ要シ直徑0.25-0.5mmノ砂粒最モ長ク水分ヲ保持シ157時間ニシテ漸ク氣乾セリ。之ニヨツテ見ルトキハ若シ各大サ別ノ砂粒ガ略等量ノ水分ヲ有スルモノトスレバ湖山砂丘ノ砂ヲ構成スル各砂粒ノ中最モ長ク水分ヲ保有スルハ直徑0.25-0.5mmノ砂粒ニシテ最モ速カニ水分ヲ失フハ直徑0.5-1.0mmノ砂粒ナリ。(19-23圖參照)

2. 氣乾砂層ノ深サ

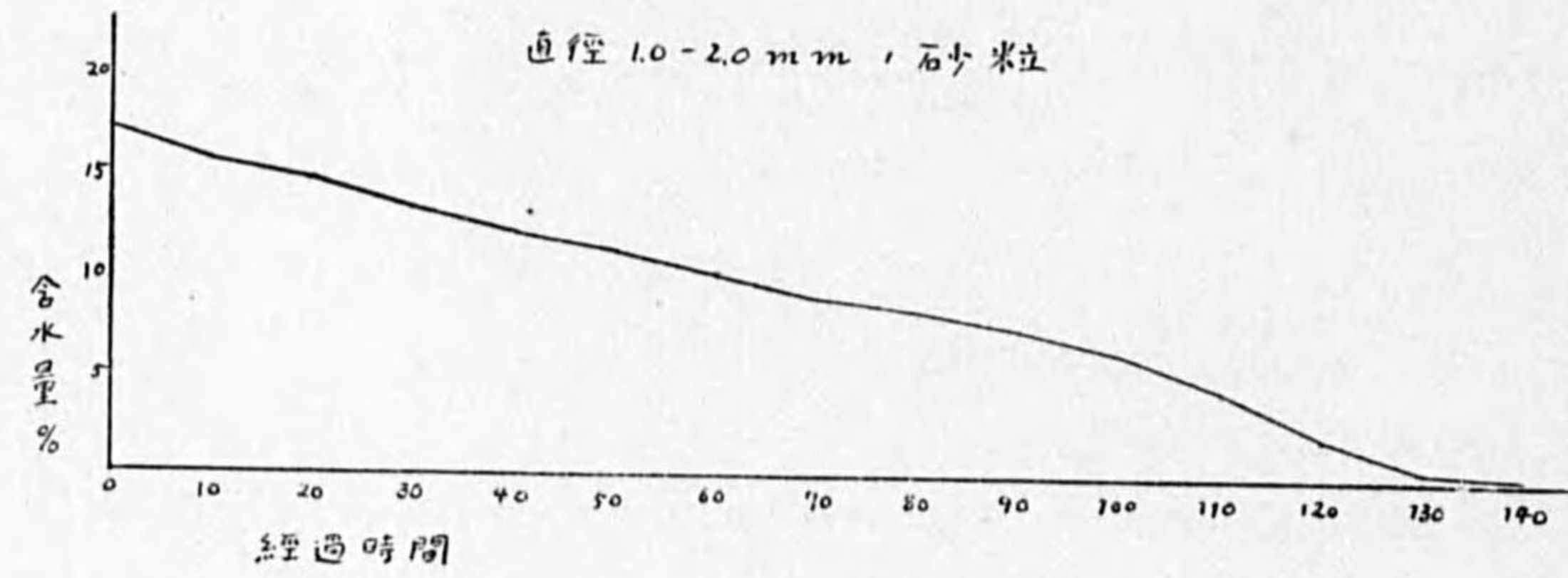
土壤表面ニ於ケル水分ノ蒸發ハ土壤表面ノ性質ニ關係ヲ有スルノミナラズ土壤ノ毛細管力ニ關係スルモノナリ。微細ナル粒子ヨリ成ル土壤ニ於テハ毛細管力強大ニシテ上層ノ水分蒸發スルトキハ下層ノ水上昇シテ之ヲ補充スルヲ以テ強キ乾燥ニハ全水量ヲ蒸發セシムルモノニシテ比較的深クマデ氣乾ス。之ニ反シ砂丘ノ砂ノ如キ粗大ナル砂粒ヨリ成ル土壤ニ於テハ毛細管力小ニシテ蒸發セル上層ノ水分ヲ下層ヨリ補充スル作用ニ乏シキガ故ニ強キ乾燥ノ際ト雖モ概シテ上層ハ下層ニ關係ナク蒸發シ下層ハ常ニ濕潤セリ。

著者ハ湖山砂丘上ニ於テ1927年5月ヨリ1929年4月ニ至ル2ケ年間引續キ氣乾セル砂層ノ深サヲ測定セリ。各月ニ於ケル最大ノ氣乾砂層ノ深サヲ擧レバ次表ノ如シ。

砂粒ノ大サト蒸發トノ關係

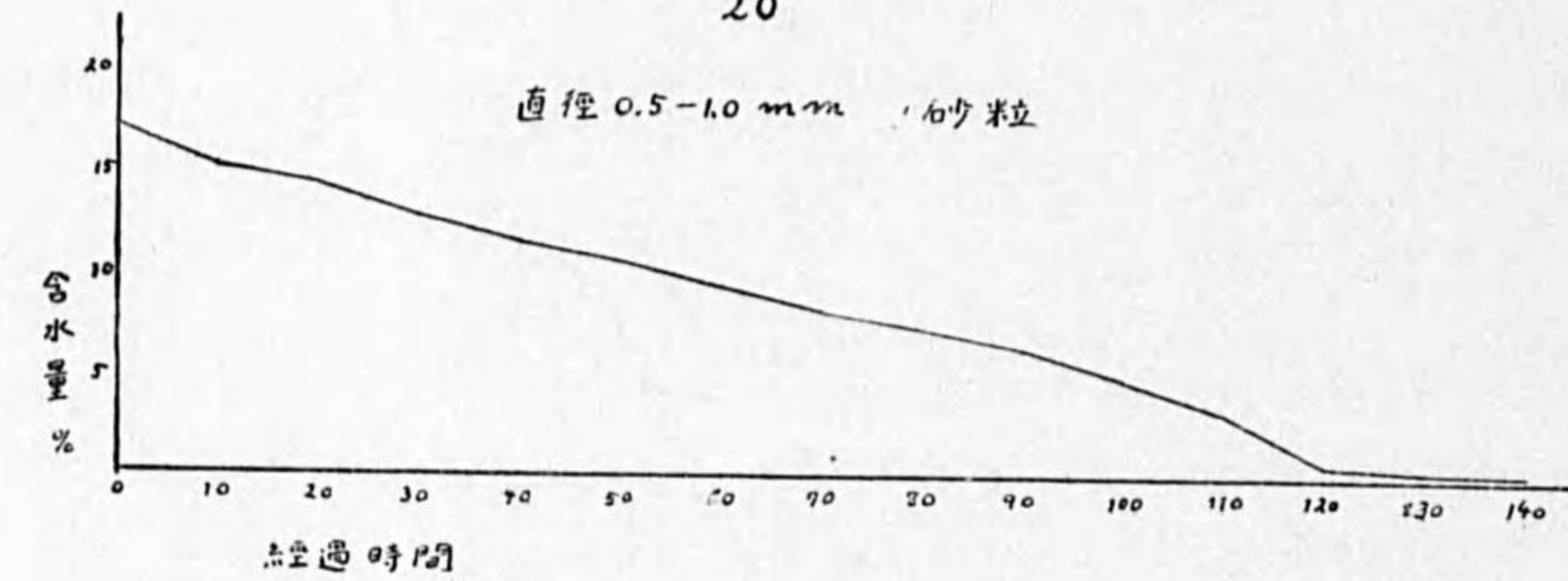
19

直径 1.0-2.0 mm 石少粒



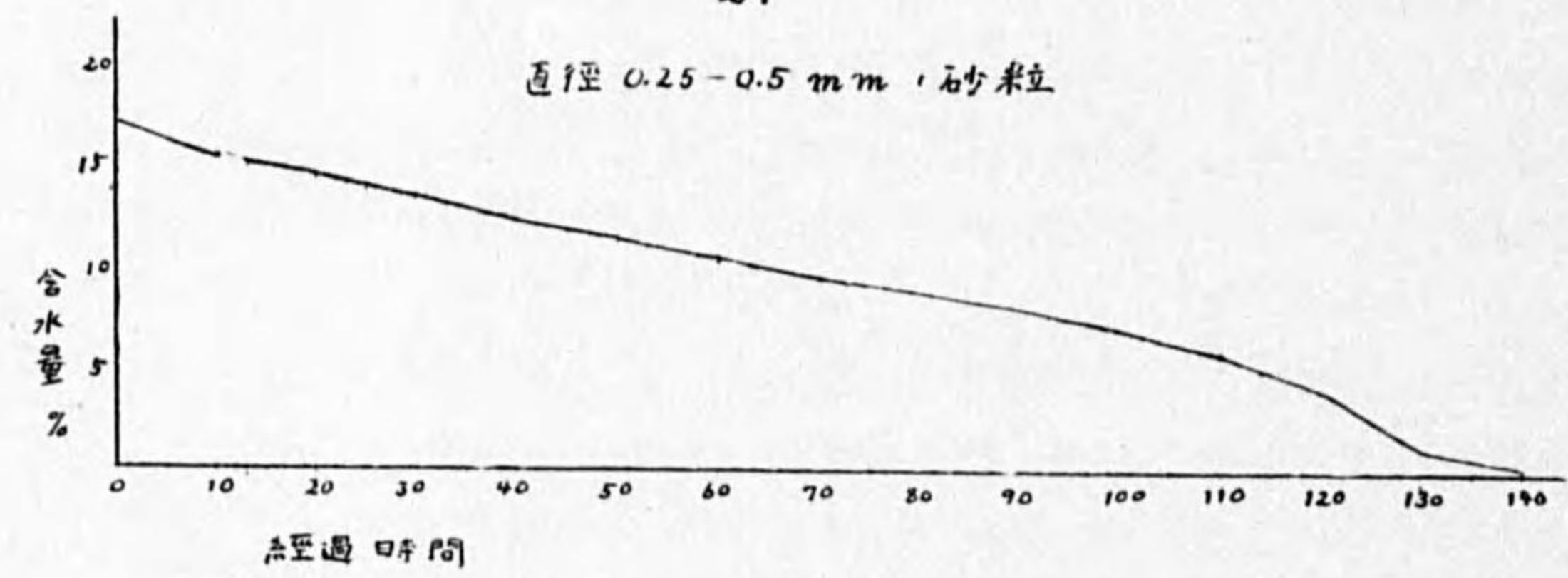
20

直径 0.5-1.0 mm 石少粒



21

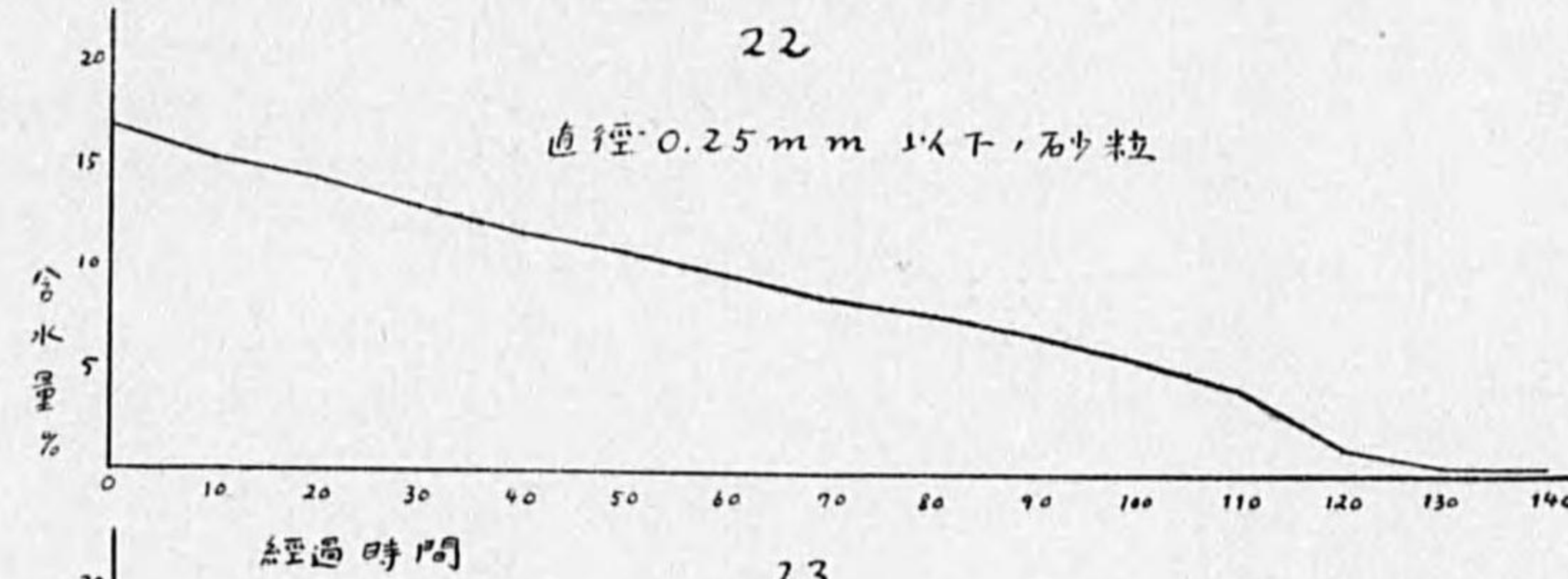
直径 0.25-0.5 mm 石少粒



砂粒ノ大サト蒸發トノ關係

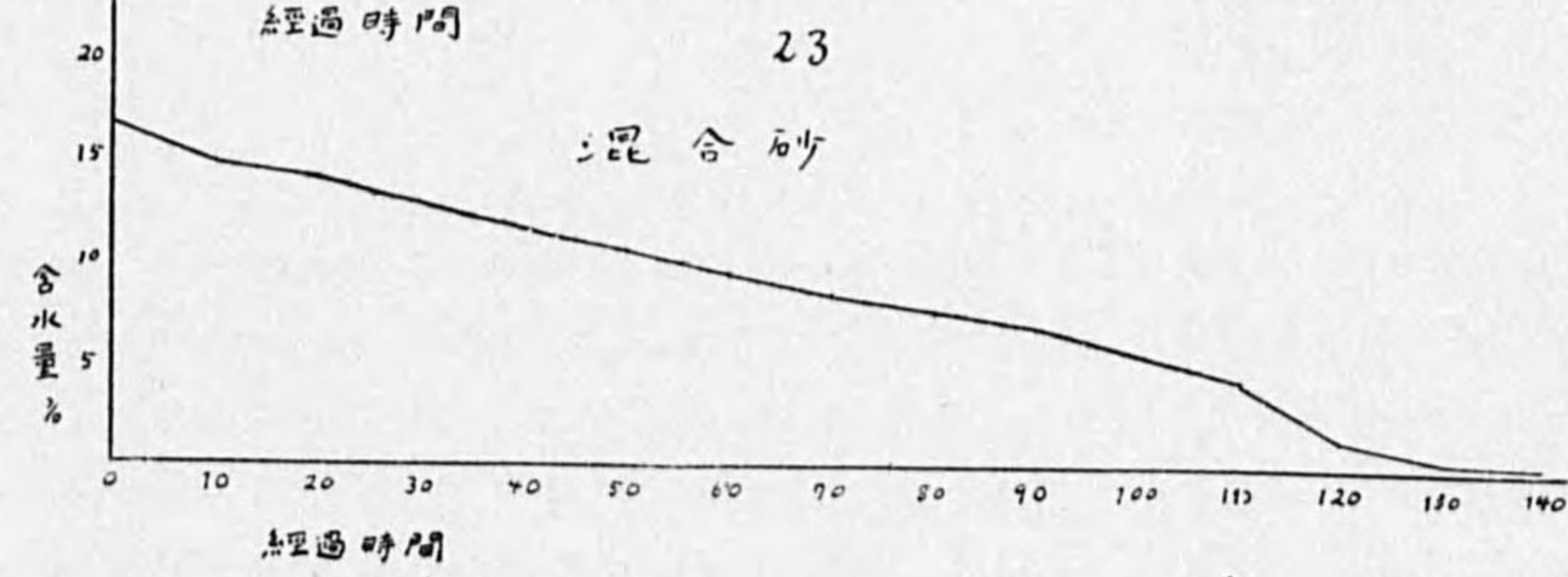
22

直径 0.25 mm 以下 石少粒



23

混合砂



第14表 氣乾砂層ノ深サ(最大)

年 月	氣乾砂層ノ深サ cm	年 月	氣乾砂層ノ深サ cm	年 月	氣乾砂層ノ深サ cm	備 考
6	7.0	2	-	10	4.0	
7	9.0	3	2.5	11	1.5	
8	5.5	4	5.0	12	1.0	
9	1.0	5	4.0	1929 1	1.0	
10	2.5	6	5.0	2	1.0	
11	1.5	7	6.0	3	1.5	
12	0.5	8	5.5	4	3.0	

氣乾砂層ノ深サハ天候ニヨツテ支配セラルルモノニシテ乾天長ク續ク程大ナリ。季節的ニ之ヲ見レバ湖山砂丘地方ニ於テハ4月乃至8月ハ概シテ氣溫高ク降水量ニ乏シキヲ以テ砂ハ深クマデ氣乾ス。7月ニ於テ氣乾セル砂層ノ深サ最大ニ達ス。平年9月ハ雨量甚ダ大ニシテ乾燥スルコト少ナケレドモ1928年ノ9月ハ降雨少量ニシテ乾燥セシガ故ニ砂ハ比較的深クマデ氣乾セリ。11月以降ハ晴天稀ニシテ且氣溫著シク低下スルヲ以テ假令降水量少ナキ場合ト雖モ氣乾砂層ノ深サ小ナリ。殊ニ1月及2月ハ雪ヲ以テ被覆セラルルコト多ク從テ全砂丘表面ノ氣乾スルコト甚ダ稀ナリ。

今湖山砂丘地方ニ於ケル1924年以降5ケ年間ノ降水量ヲ舉レバ次表ノ如シ。

第15表 湖山砂丘地方ニ於ケル降水量
(自1924年至1928年) 賀露觀測所

月	降 水 量 mm					
	1924	1925	1926	1927	1928	平均
1	156.5	128.2	156.5	146.5	118.6	141.3
2	147.2	68.6	59.9	102.0	132.2	102.0
3	131.3	141.6	152.2	175.8	122.5	144.7
4	102.6	74.5	57.1	94.7	79.4	81.7

月	降 水 量 mm					
	1924	1925	1926	1927	1928	平均
5	62.9	132.4	87.5	34.2	75.1	78.4
6	91.7	102.7	53.7	15.2	214.0	95.5
7	14.3	79.0	124.7	147.1	21.0	77.2
8	49.7	101.8	78.2	190.4	129.6	109.9
9	189.1	198.9	141.7	208.2	103.0	168.2
10	92.0	148.2	103.6	53.2	109.1	101.2
11	185.1	74.2	70.4	21.6	149.3	100.1
12	212.1	167.3	179.8	187.9	254.2	200.3
年	1434.5	1417.4	1265.3	1376.8	1508.0	1400.5

即チ平均1ケ年ノ總降水量ハ1400.5mmニ及ビ各月ノ中最多ナルハ12月ニシテ9月之ニ次デ多シ。4月乃至7月ハ概シテ乾燥シ降水量ハ何レモ平均100mm以下ナリ。

氣乾砂層ノ深サハ上述ノ如ク季節ニヨツテ異ナルノミナラズ同一砂丘ニ於テモ位置ニヨツテ氣乾砂層ノ深サ及砂表面ニアル砂ノ水分關係ヲ異ニスルモノナリ。

著者ハ1928年3月ヨリ1929年3月マデ湖山砂丘上ノ各位置ニ於テ氣乾砂層ノ深サ及表砂ノ水分ヲ測定セリ。但此測定ハ午後1時ヨリ同1時30分マデノ間ニ於テ殆ド同時刻ニ施行セリ。

測定結果次ノ如シ。

第16表 砂丘ノ位置ニヨル氣乾砂層ノ深サ及表砂ノ水分

年 月 日	天 候	位 置	氣乾砂層ノ深サ cm	表砂ノ水分%	備 考
1928 3 4	曇	内方砂丘ノ谷	1.0	0.36	乾天6日ノ後
		砂丘ノ頂上	2.0	0.41	
18	晴	内方砂丘ノ谷	2.0	0.51	乾天4日ノ後
		砂丘ノ頂上	2.0	0.29	
4 6	同	内方砂丘ノ谷	2.5	0.17	乾天2日ノ後

年	月	日	天候	位 置	氣乾砂層 ノ深サ cm	表砂ノ 水分%	備 考
1928	4	6	晴	砂丘ノ頂上	2.0	0.28	
		14	同	内方砂丘ノ谷	3.0	0.15	乾天10日ノ後
				砂丘ノ頂上	2.0	0.22	
		27	曇	内方砂丘ノ谷	2.5	0.26	乾天4日ノ後
				砂丘ノ頂上	2.5	0.33	
	5	5	晴	内方砂丘ノ谷	3.0	0.10	乾天3日ノ後
				砂丘ノ頂上	4.5	0.20	
		19	同	内方砂丘ノ谷	3.5	0.12	乾天4日ノ後
				砂丘ノ頂上	3.0	0.14	
	6	12	同	内方砂丘ノ谷	5.0	0.12	乾天16日ノ後
				砂丘ノ頂上	4.0	0.18	
		21	同	内方砂丘ノ谷	2.5	0.13	降雨2日ノ後
				砂丘ノ頂上	2.5	0.17	
		27	同	内方砂丘ノ谷	0.7	0.22	前日降雨アリ
				砂丘ノ頂上	0.5	0.25	
	7	7	同	内方砂丘ノ谷	4.0	0.12	乾天7日ノ後
				砂丘ノ頂上	4.0	0.21	
		13	同	内方砂丘ノ谷	5.0	0.06	乾天13日ノ後
				砂丘ノ頂上	4.5	0.13	
		27	同	内方砂丘ノ谷	4.0	0.17	乾天8日ノ後
				砂丘ノ頂上	4.0	0.21	
	8	8	同	内方砂丘ノ谷	2.5	0.13	前日マデ6日間引續キ 小雨
				砂丘ノ頂上	2.5	0.26	
		14	同	内方砂丘ノ谷	1.0	0.20	乾天2日ノ後
				砂丘ノ頂上	1.5	0.28	

年	月	日	天候	位 置	氣乾砂層 ノ深サ cm	表砂ノ 水分%	備 考
1928	8	22	晴	内方砂丘ノ谷	0.5	0.45	前々日マデ2日間降雨 アリ
				砂丘ノ頂上	1.5	0.25	
		27	同	内方砂丘ノ谷	5.0	0.12	乾天6日ノ後
				砂丘ノ頂上	3.5	0.19	
	9	4	同	内方砂丘ノ谷	2.5	0.15	乾天3日ノ後
				砂丘ノ頂上	2.5	0.18	
		10	同	内方砂丘ノ谷	5.0	0.10	乾天4日ノ後
				砂丘ノ頂上	4.0	0.27	
		20	同	内方砂丘ノ谷	0.5	0.19	前日マデ小雨
				砂丘ノ頂上	0.5	0.28	
		27	同	内方砂丘ノ谷	2.0	0.07	前日乾天
				砂丘ノ頂上	2.0	0.18	
	10	4	曇	内方砂丘ノ谷	2.0	0.28	乾天3日ノ後
				砂丘ノ頂上	2.5	0.21	
		13	晴	内方砂丘ノ谷	1.0	0.14	前日小雨
				砂丘ノ頂上	1.5	0.10	
				汀線=近キ海岸	2.0	0.24	
		18	曇	内方砂丘ノ谷	0.2	0.28	乾天3日ノ後
				砂丘ノ頂上	0.8	0.27	
				汀線=近キ海岸	2.0	0.24	
	11	7	同	内方砂丘ノ谷	-	2.13	雨模様、前日降雨
				砂丘ノ頂上	-	3.07	
				汀線=近キ海岸	0.1	0.39	
		18	同	内方砂丘ノ谷	0.1	0.55	前日マデ引續キ降雨
				砂丘ノ頂上	0.3	0.41	

年	月	日	天候	位 置	氣乾砂層ノ深サ cm	表砂ノ水分%	備 考
1928	11	18	曇	汀線=近キ海岸	0.3	0.36	
		25	晴	内方砂丘ノ谷	0.8	0.28	乾天2日ノ後
				砂丘ノ頂上	2.0	0.28	
				汀線=近キ海岸	2.5	0.22	
	28	曇	内方砂丘ノ谷	-	1.10	前日小雨	
			砂丘ノ頂上	0.2	0.38		
				汀線=近キ海岸	1.5	0.16	
	12	6	同	内方砂丘ノ谷	-	1.29	午前中降雨アリ
				砂丘ノ頂上	-	0.91	
				汀線=近キ海岸	0.1	0.54	
	22	晴	内方砂丘ノ谷	-	7.82	前日マデ降雪、谷及頂上ハ雪ヲ以テ被覆セラル	
			砂丘ノ頂上	-	7.82		
			汀線=近キ海岸	0.1	0.38		
1929	1	8	曇	内方砂丘ノ谷	-	4.47	前日マデ降雪
				砂丘ノ頂上	0.3	0.62	
				汀線=近キ海岸	0.4	0.54	
	13	晴	内方砂丘ノ谷	0.8	0.20	前日快晴	
			砂丘ノ頂上	1.5	0.26		
				汀線=近キ海岸	1.5	0.35	
	30	同	内方砂丘ノ谷	-	7.01	前日マデ降雪、谷ハ雪ニテ被覆セラル	
			砂丘ノ頂上	-	1.40		
				汀線=近キ海岸	0.5	0.39	
	2	9	曇-小雪	内方砂丘ノ谷	-	6.61	谷ハ雪ニテ被覆セラル
砂丘ノ頂上				-	3.45		
汀線=近キ海岸				-	1.61		

年	月	日	天候	位 置	氣乾砂層ノ深サ cm	表砂ノ水分%	備 考
1929	2	23	曇	内方砂丘ノ谷	0.3	0.87	乾天3日ノ後
				砂丘ノ頂上	0.5	0.48	
				汀線=近キ海岸	1.5	0.64	
	3	3	曇-小雪	内方砂丘ノ谷	-	2.19	
				砂丘ノ頂上	-	2.46	
				汀線=近キ海岸	0.1	0.63	
	10	晴	内方砂丘ノ谷	0.3	0.65	乾天3日ノ後	
			砂丘ノ頂上	1.0	0.38		
				汀線=近キ海岸	2.0	0.21	
	24	曇	内方砂丘ノ谷	1.0	0.20	前日晴天	
			砂丘ノ頂上	0.5	0.24		
			汀線=近キ海岸	2.0	0.35		

上表ノ示スガ如ク4月乃至9月殊ニ長キ乾燥ノ後ニハ砂丘ノ谷ノ砂ハ頂上ノ砂ヨリ深ク氣乾シ表砂ノ含有水分モ亦後者ヨリ減少ス、即チ此季節ニハ内方ニアル砂丘ノ谷ハ概シテ無風ナルコト多ク陽光ノ直射ニヨツテ砂表面ノ温度ハ著シキ高温ニ昇リ表砂ハタメニ水分ヲ失フコト大ナレドモ砂丘ノ高所ハ常ニ濕潤ナル海風ノ影響ヲ受ケテ谷ニ於ケルガ如ク高温ニ達セズ表砂ノ含水量モ谷ニ比スレバ稍大ナリ、但此季節内ト雖モ雨後ニ於テハ風當リ強キ高所程砂ハ速カニ氣乾スルモノナリ、10月ニ入レバ之ト反對ノ現象ヲ呈シ砂丘ノ頂上ニ於ケル砂ハ砂丘ノ谷ノ砂ヨリモ概シテ深クマデ氣乾シ表砂ノ水分モ谷ノ砂ヨリ小トナル、就中12月乃至2月ニ於テハ此現象著シキモノアリ、之頂上ノ砂ハ風ノ作用ヲ受クルコト大ニシテ速カニ水分ヲ蒸發セシメラルルガ故ナリ、

既ニ述ベタルガ如ク砂表面ノ乾燥ニ對シテハ砂粒ノ大サモ亦大ナル關係ヲ有スルモノニシテ長キ乾燥ノ後ニハ毛細管力強キ稍小ナル砂粒ヨリナレル谷ノ砂ハヨリ深ク氣乾スルモノナレドモ雨後或ハ冬期ニ於テハ常ニ多量ノ水分ヲ保有スルヲ以テ粗大ナル頂上ノ砂ニ比シ風ニヨル水分ノ損失小ナリ、汀線ニ近キ海岸ノ砂ハ極メテ粗大ナル砂粒ヨリ成立スルガ故ニ砂丘ノ谷及頂上ノ砂ニ比較シ更ニ乾燥ノ度大ナリ、

3. 風力と砂表面ノ乾燥トノ關係

冬期陰曇ナル天候ニ於テモ雨水ノタメ濕潤セル砂表面ハ風ニヨツテ速カニ乾燥ス。而シテコレガ乾燥ノ度ハ風力ニ關係スルモノナリ。1928年11月24日著者ハ砂表面ノ乾燥ト風力トノ關係ヲ知ランガタメニ13°Cノ密閉セル室内ニ於テ1/16馬力ヲ有スルプロペラ付電動機ヲ用ヒテ風ヲ起シメーソン會社製風力計ニテ幾回モ風速ヲ測リ次ノ如キ風速ヲ有スル個所ヲ定メタリ。(1) 5.4 m/s (2) 4.5 m/s (3) 3.3 m/s

上記ノ個所(1)(2)及(3)ニ同量ノ水分即チ3.46%ノ水分ヲ有スル砂ヲ盛レル硝子皿ヲ置キ砂表面ノ乾燥状態ヲ觀測セリ。而シテ此實驗ニ用ヒタル砂ノ含有スル砂粒ノ百分率ハ直徑1-2mmノ砂粒1.3%、直徑0.5-1.0mmノ砂粒49.9%、直徑0.25-0.5mmノ砂粒43.8%、直徑0.25mm以下ノ砂粒5%ナリ。

(1)ノ個所即チ5.4 m/sノ風力ヲ用フレバ砂表面ハ1.5分ニシテ乾キ始メ4分後ニハ全砂表面ハ一様ニ氣乾セリ。36分ノ後ニハ氣乾セル表砂ノ動搖ヲ生ゼリ。4.5 m/sノ風力ニテハ同シク1.5分ニシテ乾燥ヲ始メ全表面氣乾ノ状態ヲ呈スルニ6分ヲ要セリ。3.3 m/sノ風力ニテハ2分ノ後乾キ始メ全表面氣乾スルニ10分ヲ要シタリ。1時間40分ヲ經過シタル後各個所ニ置キタル砂ノ表面ノ含水量ヲ見タルニ(1)0.3%(2)0.4%(3)0.44%ノ水分ヲ保有セリ。

11月30日同様ノ方法ヲ以テ第2回ノ實驗ヲ行ヘリ。而シテ使用セシ砂ノ最初ノ水分ハ8.36%ニシテ風力ハ(1)5.6 m/s (2)3.8 m/s (3)3.3 m/s (4)2.8 m/sナリ。砂ハ含水量大ナルガタメニ氣乾スルニ長時間ヲ要シ5.6 m/sノ風力ニ於テスラ2時間10分ノ後漸ク砂表面ハ白色ヲ呈シ始メタリ。2時間30分ノ後各個所ノ表砂ノ水分ヲ檢シタルニ(1)1.36%(2)1.79%(3)2.39%(4)2.43%ナリキ。

著者ハ尙湖山砂丘上ニ於テ濕潤セル砂表面ノ乾燥状態ニ就キ實驗セリ。其結果次表ノ如シ。

第17表 砂表面ノ乾燥ト風力トノ關係

經過時間分	第1回 11月22日	備 考	第2回 11月28日	備 考
0	3.64	天候………曇	3.95	天候………曇
15	1.31	氣溫………13°C	1.80	氣溫………13°C
30	0.71	風速………2.1-3.2 m/s	1.10	風速0.91-1.31 m/s
60	0.49		0.87	

以上ノ實驗結果ヲ綜合スレバ風力加ハルト共ニ砂表面ノ乾燥度モ亦増大スルコトヲ認メ得ベシ。尙上記ノ實驗ニ附隨シテ一度濕レル砂ハ氣乾シタル後ト雖モ能ク固定シテ5 m/s内外ノ風力ニテハ長ク飛砂ヲ生ズルコトナキモ砂表面ニ或種ノ衝動ヲ與フルトキハ直ニ飛砂シ始ムルコトヲ認メタリ。

4. 日射ト砂表面ノ乾燥トノ關係

夏期ニ於テハ雨後ト雖モ強烈ナル陽光ノ射入ニヨツテ砂表面ハ忽チ乾燥スルモノナレドモ寒冷ナル冬期ニ於テハ日射ノ強サ著シク減少スルヲ以テ砂ハ陽光ニヨツテ水分ヲ失フコト少ナク乾燥ノ度遅シ。

1928年12月5日著者ハ冬期ニ於ケル陽光ノ強サガ砂表面ノ乾燥ニ幾何ノ効果アリヤ又陽光ニ加フルニ風ヲ伴ヘバ何程之ガ乾燥ヲ促進セシメ得ルモノナルヤヲ見シガタメニ湖山砂丘上ニ於テ次ノ如キ實驗ヲ行ヘリ。但陽光ノ強サヲ測ルニハBolometerヲ使用セリ。此Bolometerハ日射ノ際ニ生ズル抵抗ニヨツテ熱線ノ強サヲ測ルニ用ヒラルモノニシテ抵抗ノ變化ハWheatstonesche Brückenordnungヲ用ヒテ測定セリ。

(1) 風速0, 氣溫15°-20°C, 熱量45-67 g/Calナルトキ

(a) 含水量3.61%ノ砂ハ9分ニシテ砂表面少シク氣乾シ始メタリ。35分後ニ於ケル表砂ノ水分ハ1.54%。

(b) 含水量6.03%ノ砂ハ35分後ニ於テモ砂表面ハ毫モ氣乾スルコトナク濕潤セリ。35分後ニ於ケル表砂ノ水分ハ5.05%。

(2) 風速0.8-1.6 m/s, 氣溫11°-17°C, 熱量90 g/Calナルトキ

(a) 含水量2.3%ノ砂ハ2分ニシテ全表面略氣乾セリ。35分後ニ於ケル表砂ノ水分ハ1.05%。

(b) 含水量4.73%ノ砂ハ3分ニシテ砂表面氣乾シ始メ7分後ニハ全表面略氣乾セリ。35分後ニ於ケル表砂ノ水分ハ1.38%。

上記ノ實驗結果ニヨレバ冬期ニ於テハ陽光ハ其強サ小ニシテ砂表面ノ乾燥ニ寄與スルトコロ少ク主トシテ風力ニヨツテ氣乾スルモノナリ。

5. 砂表面ノ乾燥度ト飛砂トノ關係

砂表面ノ乾燥度ノ如何ハ飛砂ニ大ナル關係ヲ有ス。一般ニ飛砂ヲ生ズルニハ表砂ノ氣乾セルヲ必要トスレドモ其乾燥度ハ大ナルヲ要セズ。唯微乾ヲ以テ足レリトス。

冬期砂丘ノ低所ガ未ダ濕潤セルトキ砂丘ノ頂上或ハ砂丘上ニ散生スル舌狀砂丘ノ脊部ハ既ニ乾燥シ飛砂スルヲ見ル。又12月乃至2月ニ於テ湖山砂丘一帶10-20cmノ積雪ヲ以テ

被覆セラルトキ砂ノ供給根源地ナル海岸線附近ニ於テハ砂ハ既ニヨク氣乾シ強キ北西風ヲ受ケテ飛散シツツアルハ屢見ルトコロナリ。或ハ砂丘ノ頂上及風當リ大ナル砂丘ノ小高キ個所ハスベテ露出シ砂ハ氣乾シ風ニヨツテ飛散シ後方ノ雪ヲ被覆セルコト多シ。1929年2月6日湖山砂丘上ニ於テ實驗シタルニ砂丘ノ低所ハスベテ雪ヲ以テ被覆セラレタレド高所及海岸線附近ノ砂ハ能ク氣乾セリ。即チ砂丘頂上ニ於ケル表砂ノ水分ハ0.48%、海岸線附近ニ於テハ既ニ0.8cmノ深サマデ氣乾シ表砂ノ水分ハ0.33%ニシテ強キ西風ニヨツテ激シク飛散セリ。2月21日ノ觀測ニヨレバ砂丘一帯ノ表面ハ全ク濕潤セルニ拘ハラズ砂丘ノ高所ニアルハまごうノ作レル圓錐形砂丘上ノ表砂ハ水分0.39%ニシテ能ク氣乾シ且移動セリ。斯ノ如ク冬期砂丘上ニ於テ最モ速カニ乾燥スルハ汀線ニ近キ海岸及高所ニ於ケル砂ニシテ砂表面微乾スルヤ風ノタメニ忽チ飛砂ヲ生ズルモノナリ。

第六節 摘 要

砂丘ノ砂ト水分トノ關係ニ就テ行ヘル研究結果ノ大要ヲ記スレバ次ノ如シ。

1. 砂ノ透水性ハ砂粒ノ大サニ關係スルモノニシテ砂粒大ナル程透水ノ速度大ナリ。而シテ透水速ハ深サヲ増スト共ニ減少ス。混合砂ニ於テハ粗砂ノ百分率大ナル程透水速大ナリ。
2. 砂ノ毛細管作用ハ砂ノ有スル孔隙量ノ大小ニ關係ス。一般ニ孔隙量ノ小ナル砂程毛細管作用大ナリ。而シテ大サ別ノ砂粒ニ於テハ砂粒ノ細カキ程孔隙量小ナリ。混合砂ノ孔隙量ハ細カキ砂粒ノ百分率大ナルモノニ於テ必ズシモ小ナラズ大小種々ナル砂粒ノ混淆スルトキ大ナル砂粒ノ間ニ介在スル空隙ガ能ク小砂粒ヲ以テ填充セラレ孔隙量ヲ減少スルコトアリ。
3. 砂ノ容水量ハ砂粒ノ大サニヨツテ差違アリ。砂粒小ナル程容水量大ナリ。混合砂ニ於テハ小ナル砂粒ノ百分率大ナル程容水量ヲ増大ス。又小ナル砂粒ニ於ケル程最大及最小兩容水量ノ差小ナリ。
4. 砂表面ノ乾燥セル場合ニ於テモ下層ハ常ニ濕潤ス。地下10cmノ深サニ於テハ1年ヲ通ジテ概ネ3-5%ノ水分ヲ保有セリ。一般ニ砂ハ深サト共ニ水分ヲ増加スルモノナレドモ種々ナル砂粒ノ混淆歩合ヲ異ニスル砂層ガ相重ナリテ存在スルトキハ砂ノ水分ハ必ズシモ深サニ比例シテ増大スルコトナク比較的淺キ砂層内ニ却テ多量ノ水分ヲ保持スルコトアリ。又少量ノ雨水ハ上層ニ抑留セラレテ下層ニ透下スルコトナキヲ以テ小雨後ニハ概シテ上層ハ下層ヨリ水分大ナリ。砂丘ニ於テ砂ノ含有水分ニ變化ノ大ナ

ルハ砂丘ノ谷ニシテ夏期ニ於テハ上層最モ強ク乾燥シ冬期ハ下層ニ最モ水分ヲ増大ス。砂丘ニ於ケル砂ノ水分ハ降水ノ多少ニヨツテ大イニ影響セラルルヲ以テ季節的ニ之ヲ見ルコト困難ナレドモ概シテ春雨ノ終ルト共ニ水分ヲ減ジ6月及7月ノ頃最小トナリ爾後再ビ漸次増大シ1月乃至3月ニ於テ最大ニ達ス。湖山砂丘地方ニ於テハ地下水水面ハ冬期ニ於テ上昇シ雨量小ニシテ蒸發大ナル夏期ニ於テ下降ス。而シテ地下水位ハ凸狀彎曲ヲナシ土地ト共ニ昇降セリ。

5. 砂ハ1%以上ノ水分ヲ有スルトキハ濕潤セルモ水分1%以下ナルトキハ氣乾状態ヲ呈ス。自然ノ状態ニ於テハ概シテ砂粒小ナル程水分ヲ保持スルコト多ク從テ乾燥ノ度遅キモノナレドモ氣乾砂粒ニ略同量ノ水分ヲ與ヘタル場合ハ必ズシモ然ラズ湖山砂丘ノ砂ニテハ直徑0.25-0.5mmノ砂粒最モ長時間水分ヲ保持シ直徑0.5-1.0mmノ砂粒最モ速カニ氣乾セリ。
6. 氣乾砂層ノ深サハ天候ニヨツテ支配セラルルコト多ク乾天長ク續ク程大トナル。湖山砂丘ニ於テハ7月最モ深クマデ乾燥シ1927年7月ニハ最大9cmニ及ベリ。4月、5月、6月及8月ニ於テモ砂ハ比較的深ク氣乾シ最大4-5.5cmニ達ス。冬期ハ降水量少ナキ場合ト雖モ氣乾砂層ノ深サ小ニシテ12月乃至2月ニ於テハ最大0.5-1.0cmナリ。而シテ同一砂丘ニ於テモ位置ニヨツテ氣乾砂層ノ深サ及表砂ノ含水量ヲ異ニスルモノニシテ湖山砂丘ニ於テハ4月乃至9月殊ニ長キ乾燥ノ後ニハ砂丘ノ谷ノ砂ハ頂上ノ砂ヨリ深ク氣乾シ表砂ノ含有水分モ後者ニ比シ小ナリ。10月ニ入レバ之ト反對ノ現象ヲ呈シ砂丘頂上ノ砂ハ谷ノ砂ヨリモ概シテ深クマデ氣乾シ表砂ノ含有水分モ谷ノ砂ヨリ小ナリ。汀線ニ近キ海岸ノ砂ハ極メテ粗大ナル砂粒ヨリ成立スルガ故ニ砂丘ノ谷及頂上ノ砂ニ比較シ更ニ乾燥ノ度大ナリ。
7. 冬期ニ於ケル砂表面ノ乾燥ハ陽光ヨリモ寧ロ風力ニ原因スルモノニシテ陰曇ナル天候ニ於テモ濕潤セル砂表面ハ風ノ作用ヲ受ケテ速カニ氣乾ス。而シテ風力大ナル程表砂ノ乾燥一層速カナリ。
8. 砂表面ノ極メテ僅少ナル乾燥ハ飛砂ヲ生ズルニ充分有効ナリ。冬期砂丘ノ低所ガ未ダ濕潤セルカ或ハ雪ヲ以テ被覆セラルトキ砂丘ノ高所及海岸線附近ノ砂ハ既ニ氣乾シ飛散スルコト多シ。

第五章 風ニヨル砂粒ノ移動

第一節 風ノ性質ト其強サ

風力ハ氣壓傾度ノ大小ニヨツテ異ナルノミナラズ地表面ノ状態即チ地表面抵抗ノ如何ニ關係ヲ有スルモノナリ。裸出セル砂丘上ニ於テハ空氣ノ運動ニ對スル地表面ノ抵抗小ナルガタメニ風力強大ナレドモ若シ地表ニ植物ヲ有スルトキハ抵抗大トナリ風力ハ著シク減殺セラル。

1927年11月湖山砂丘上ニ於テ裸地及植物内ニメーソン會社製風力計ヲ据付ケ風速ヲ測定シタルニ次ノ如キ結果得タリ。

	風速 ^{m/s}		風速 ^{m/s}
裸地表面	3.7	樹高20cmノくろまつノ直上	2.1
同	3.2	高サ5cmノ簇生セルはまごう内	1.8
同	3.1	こうぼうむぎノ群落内	2.1

風ノ内部的構造ハ極メテ複雑セルモノニシテ空氣ノ單純ナル流れニアラズ風向及速度ハ平均値ヨリ絶エズ増減ス。即チ風ノ少シク強ク吹クトキ其速度ニハ緩急アリテ強キ風ト弱キ風トヲ交互ニ生ズルモノナリ。斯ノ如ク風ガ所謂呼吸ヲナスハ無數ノ小ナル渦動ノ發生シテ流れ來ルガ故ナリ。而シテ渦動ノ發生ハ主トシテ地面或ハ植物ノタメニ阻害セラルル風ノ運動、地表面ガ不同ナルタメニ生ズル不規則ナル昇騰氣流及大氣ノ波動ノ折返作用ニ原因ス。又空氣ノ流動ニ際シ其速度ガ一定ノ限度ヲ越ユルトキハ其中ニ無數ノ渦動ヲ發生シ空氣ハ所謂擾動ヲナシテ流ルルモノナリ。

1日中ノ風速ノ變化ニ就テ從來觀測ノ結果ニヨレバ平地ニ於テハ風速ハ午前7時頃ヨリ漸次増大シテ午後3時頃最大トナリ之ヨリ再ビ速度ヲ減ジ最小風速トナルハ午前5時頃ナリ。高所或ハ山頂ニ於テハ全ク相反シ風速ハ晝間ニ於テ小夜間ニ於テ大ナリ。風速1年中ノ變化ハ緯度ノ高低ニヨツテ多少異ナレルモ概シテ緯度高キ地方或ハ海岸地方ニ於テハ冬期風速最モ大ニシテ6月或ハ7月ニ於テ最小ナリ。内陸ニ於テハ3月乃至7月ノ間ニ最大トナリ8月或ハ9月ニ最小トナル。高サト風速トノ關係ニ就テ從來ノ觀測ニヨレバ風速ハ高サト共ニ増大スルモノナリ。

著者ハ1927年5月濱坂砂丘ニ於テ砂表面及地上8cmノ高サニメーソン會社製風力計ヲ据付ケ風速ノ變化ヲ觀測セリ。實驗結果次ノ如シ。

第18表 砂表面及地上高8cmニ於ケル風速

地名	個所	測時	定間	風速 ^{m/s}	
				砂表面	地上8cm
濱坂	海岸ニ近キ砂丘ノ中腹	午後	2.30	3.4-4.8	5.2-6.9
	同 砂丘ノ頂上	同	3	3.5-5.2	5.4-6.5
	同 内方砂丘ノ高所	同	3.30	4.0-4.8	5.0-6.5

湖山砂丘ニ於ケル實驗ニヨレバ砂表面ノ風速2.2-2.8^{m/s}ナルトキ地上10cmノ高サニ於テハ4.2-4.3^{m/s}、50-100cmノ高サニ於テハ5.2^{m/s}ヲ測レリ。即チ地表ヲ隔タルコト極メテ小ナル高サニ於テモ其風力ハ地表面ニ比スレバ著シク大ナリ。

一般ニ風速ハ初メ急激ニ増加スルモノナレドモ次第ニ其増加率ヲ減少ス。從來ノ研究ニヨレバ16m以上ノ高サニ於テハ地表面或ハ地物ノ抵抗ノ影響殆ドナキヲ以テ風力ノ増加ハ比較的小ニシテ100mヲ超ユレバ唯僅ニ増加スルニ過ズ。

第二節 風ニヨル砂粒ノ運動

1. 砂粒ノ大サト風力トノ關係

砂粒ノ大サト之ヲ動カシ得ル風力トノ關係ニ就テハ Sokolow 氏⁽⁶⁸⁾ガ1883年 Sestrorétk 及 Reval ノ砂地上ニ於テ實驗セシモノアリト雖モ同氏ハ直接砂表面上ノ風速ヲ測ルコトナク地上12cmノ高サニ於ケル風速ヲ測定セルガタメニ實驗結果ハ稍過大ニ失スルノ嫌アリ。又絶エズ風速ニ變化アル野外ニ於テハ到底實驗ノ正確ヲ期シ難シ。

著者ハ1927年11月乃至1928年2月研究室ニ於テ風力ト砂粒ノ大サトノ關係ニ就キ次ノ如キ實驗ヲ行ヘリ。成ルベク摩擦ヲ小ナラシムルタメニ硝子板ヲ用ヒテ作リタル0-20°ノ傾斜面上ニ各大サ別ノ砂粒ヲ置キ1/10馬力プロペラ附電動機ヨリ生ズル風ヲ作用セシメ砂粒ガ動キ始メタルトキノ風速ヲメーソン會社製風力計ニテ測定セリ。

但同大ノ砂粒100個ニツキ10回宛實驗ヲ繰返シテ得タル結果ヲ平均セリ。且又測定セル風速ハ直接斜面上ニ於ケルモノナリ。

實驗結果次ノ如シ。

第19表 砂粒ノ大サト風力トノ關係

傾角 斜度	砂粒ガ動キ始メタルトキノ風速 m/s				
	直徑0.25mm 以下ノ砂粒	直徑0.25-0.5 mmノ砂粒	直徑0.5-1.0 mmノ砂粒	直徑1.0-2.0 mmノ砂粒	直徑2.0mm以 上ノ砂粒
0°	2.9	3.2	3.3	3.6	3.7
1°	2.9	2.9	3.2	3.6	3.7
2°	2.8	2.9	3.2	3.3	3.6
3°	2.8	2.9	3.2	3.3	3.6
4°	2.8	2.9	3.2	3.4	3.6
5°	2.7	2.8	3.1	3.4	3.6
6°	2.7	2.8	3.2	3.5	3.7
7°	2.7	2.8	3.2	3.5	3.7
8°	2.8	2.9	3.2	3.5	3.7
9°	2.8	3.1	3.2	3.5	3.7
10°	2.8	3.2	3.3	3.5	4.0
11°	2.9	3.2	3.7	4.0	4.2
12°	3.3	3.6	3.7	4.2	4.4
13°	3.4	3.7	3.9	4.2	4.5
14°	3.4	3.7	4.0	4.3	4.5
15°	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6
16°	3.5	3.8	4.1	4.3	4.6
17°	3.9	4.1	4.2	4.4	4.7
18°	3.9	4.1	4.2	4.4	4.7
19°	4.0	4.2	4.2	4.5	4.7
20°	4.1	4.2	4.3	4.5	4.8

上表ニヨレバ砂粒ガ氣乾セルトキ各大サノ砂粒ニ相當スル風ノ限界速度ハ極メテ小ニシテ水平面ニ於テハ直徑0.25mm以下ノ砂粒ハ2.9 m/s 、直徑0.25-0.5mmノ砂粒ハ3.2 m/s 、直徑0.5-1.0mmノ砂粒ハ3.3 m/s 、直徑1.0-2.0mmノ砂粒ハ3.6 m/s ノ風力ニテ動キ始メタリ。而

シテ何レノ砂粒モ水平面ニ於ケルヨリハ稍緩キ傾斜面ニ於テ一層可動的ナリ。例ヘバ直徑0.25mm以下ノ砂粒ハ傾斜角 $5^{\circ}-7^{\circ}$ ノ斜面ニ於テ、直徑0.25-0.5mmノ砂粒ハ同ジク $5^{\circ}-7^{\circ}$ ノ斜面ニ於テ、直徑0.5-1.0mmノ砂粒ハ 5° ノ斜面ニ於テ最モ容易ニ動キタリ。ソレ等ノ砂粒ガ動キ始メタルトキノ風速ハ夫々2.7 m/s 、2.8 m/s 、3.1 m/s ナリ。又直徑1.0-2.0mmノ砂粒ハ 2° 及 3° ノ傾斜角ヲ有スル面ニ於テ3.3 m/s ノ風力ニテ動キ始メタリ。湖山砂丘ノ砂中ニ僅ニ存在スル直徑2.0mm以上ノ粗大ナル砂粒ハ傾斜角 $2^{\circ}-5^{\circ}$ ノ面ニ於テ最モ可動的ニシテ動キ始ムルニ3.6 m/s ノ風力ヲ要セリ。而シテ傾斜角 11° ヲ越ユレバ各大サノ砂粒ヲ動カスニ要スル風力ハ著シク増大セリ。(24-28圖參照)

之ニヨツテ見ルトキハ砂粒ノ最モ動キ易キ傾斜角度ト砂丘ニ於ケル風上面ノ傾斜角度トハ略一致スルモノナリ。例ヘバ此實驗ニ用ヒタル砂ヲ採集セル湖山砂丘ノ風上面ノ傾斜角度ハ $3^{\circ}-8^{\circ}$ ナリ。

砂粒ノ運動ニ就テ行ヘル室内ノ實驗ト砂丘上ニ於ケル實驗トヲ比較スルニ自然状態ニ於テハ砂ハ大小種々ナル砂粒ノ混淆ニヨツテ空隙小トナリ比重ヲ増大スルヲ以テ砂粒ヲ動カスニ室内ニ於ケルヨリ稍大ナル風力ヲ要セリ。例ヘバ湖山砂丘上ニテ測定シタルニ直徑0.25-0.5mmノ砂粒ハ緩キ斜面ニ於テ3.1-3.4 m/s ノ風力ニヨツテ動キ始メ直徑0.5-1.0mmノ砂粒ハ動キ始ムルニ3.4-3.9 m/s ノ風力ヲ要セリ。濱坂砂丘上ニテハ極メテ緩キ斜面ニ於テ直徑0.25-1.0mmノ砂粒ハ3.4-3.7 m/s ノ風力ニヨツテ動キタリ。4 m/s ノ風力ニ於テハ湖山、濱坂兩砂丘ノ砂ハ何レモ可ナリ劇シク動キテ波ヲ生ジタリ。

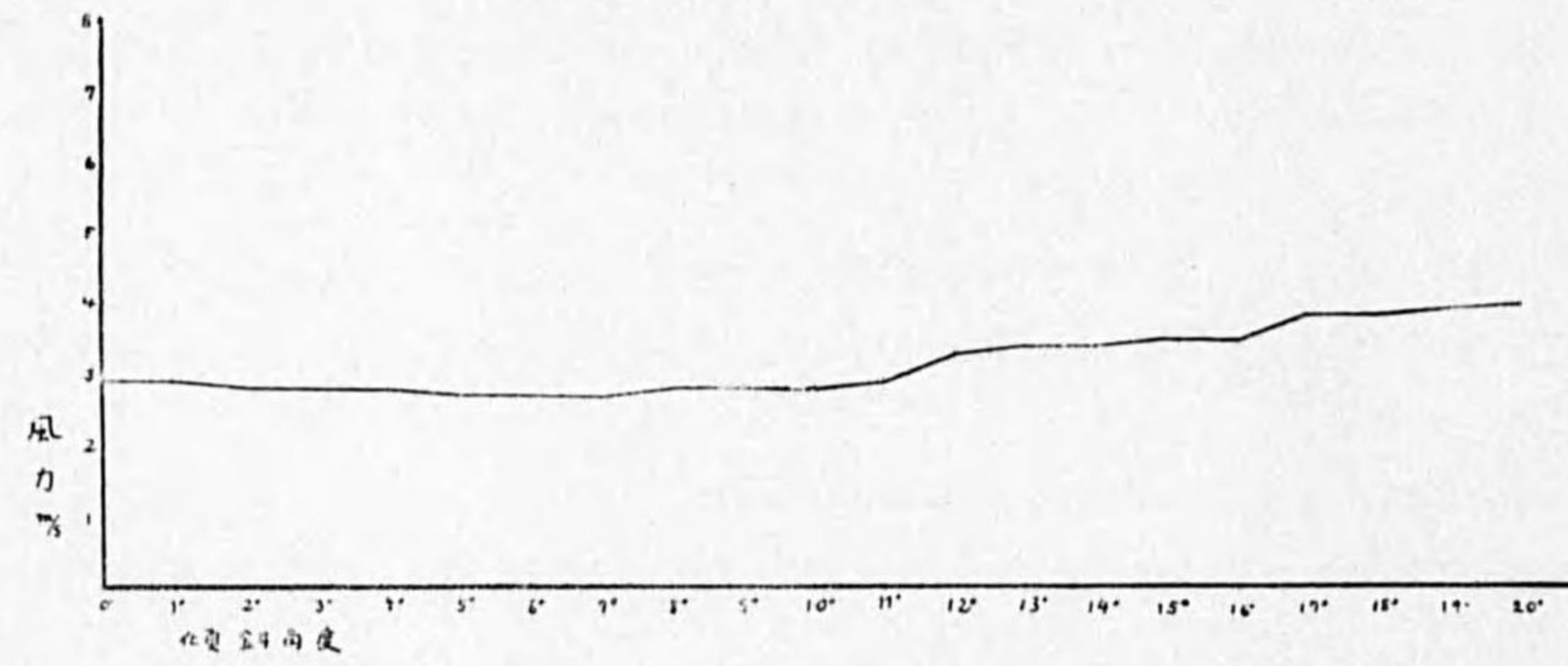
砂粒ノ動ク状態ハ風力及砂粒ノ大サニヨツテ異ル。風力微弱ナルトキハ小ナル砂粒ト雖モ地上ヲ轉進ス。6-7 m/s ノ相當強キ風力ヲ用フレバ直徑1.0mm以上ノ砂粒ハ地上ヲ轉進シ直徑0.25-1.0mmノ砂粒ハ風ノ作用ヲ受ケテ空氣中ニ弧線ヲ畫キテ飛ビ或距離ニ於テ地上ニ落下シ再ビ飛躍ス。斯ノ如キ運動ヲ連續シツツ漸次後方ニ移動ス。極メテ微細ニシテ輕キ砂粒ハ空氣中ニ高メラレ遠ク運搬セラルルモノニシテ冬期風力強大ニシテ飛砂激甚ナルトキ内陸ニアル樹高約20mノくろまつノ葉ガ微細ナル砂ヲ以テ白ク被覆セラルルコトアリ。3-4 m/s ノ風速ニ於テ風上面ニアル小砂粒ガ風ノ作用ニヨツテ先ズ動キ始メ正ニ動搖セントシツツアル大ナル砂粒ニ衝突シテ之ヲ動カスコトアリ。而シテ砂表面ニ人工的ニ或種ノ衝動ヲ加フレバ弱キ風力ニ於テモ砂粒ノ運動ヲ容易ナラシムルモノナリ。

一般ニ海岸ヲ去ルニ從ヒ風力ヲ減ズルヲ以テ初メ波浪ニヨツテ海岸線上ニ打上ラレタル砂ハ風ノタメニ自ラ分類作用ヲ生ジ重ク且大ナル砂粒ハ近距離ニ輕小ナル砂粒ハ遠距離ニ堆積ス。

砂粒ノ大サト風力トノ關係

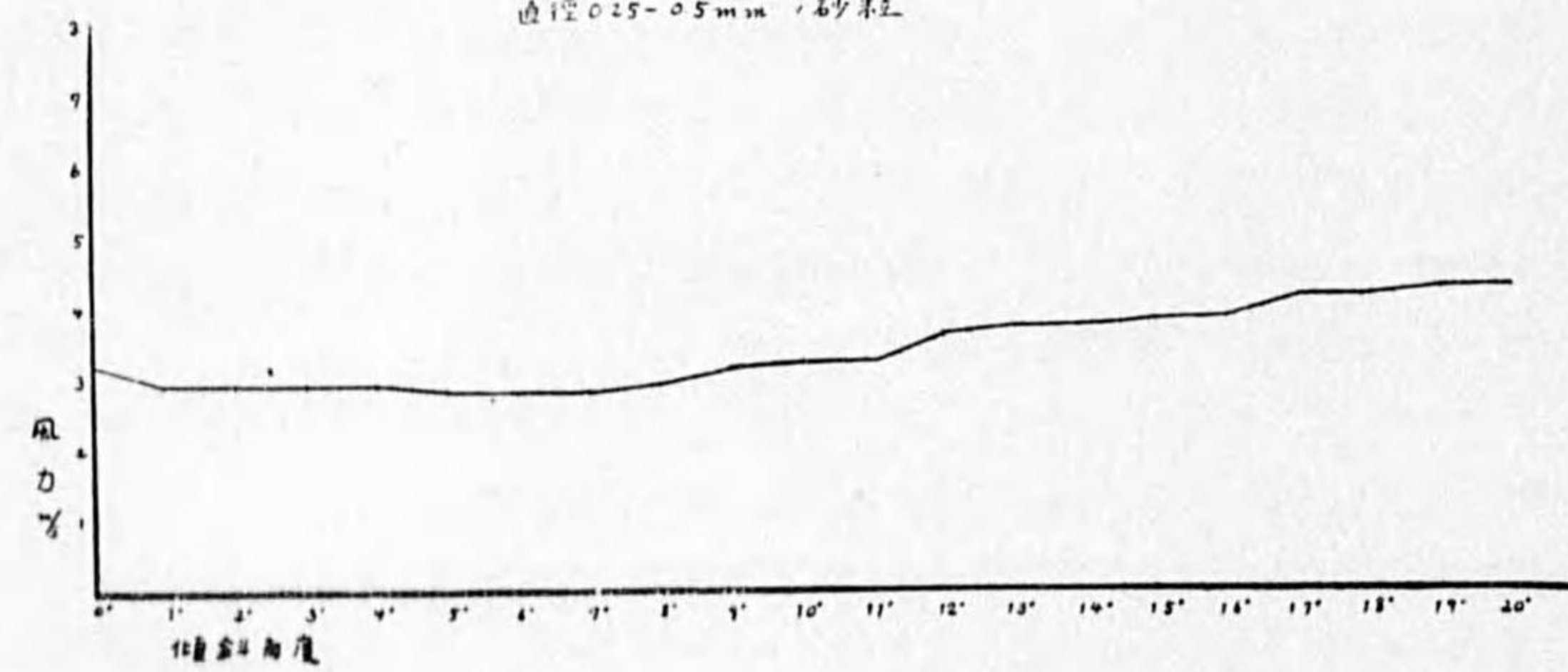
24

直径 0.25 mm 以下ノ砂粒



25

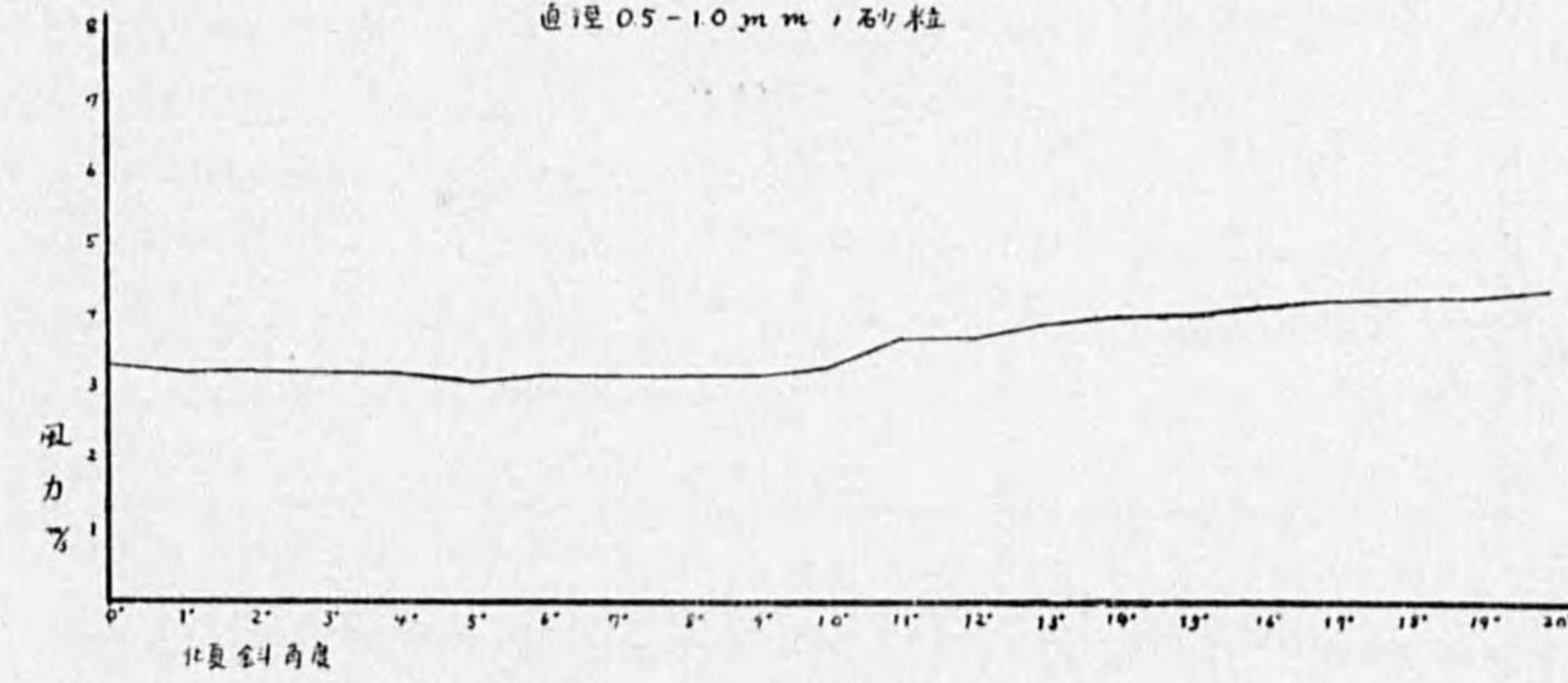
直径 0.25-0.5 mm ノ砂粒



砂粒ノ大サト風力トノ關係

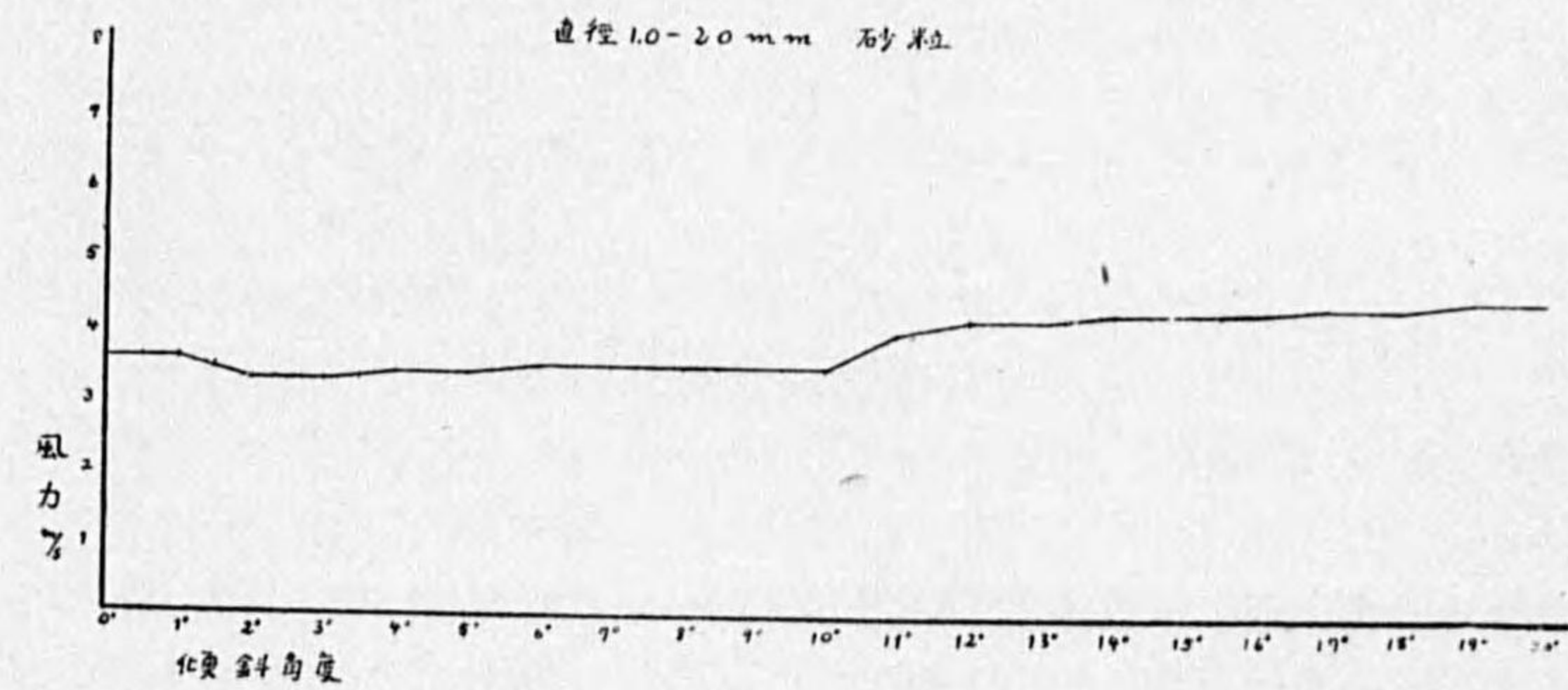
26

直径 0.5-1.0 mm ノ砂粒



27

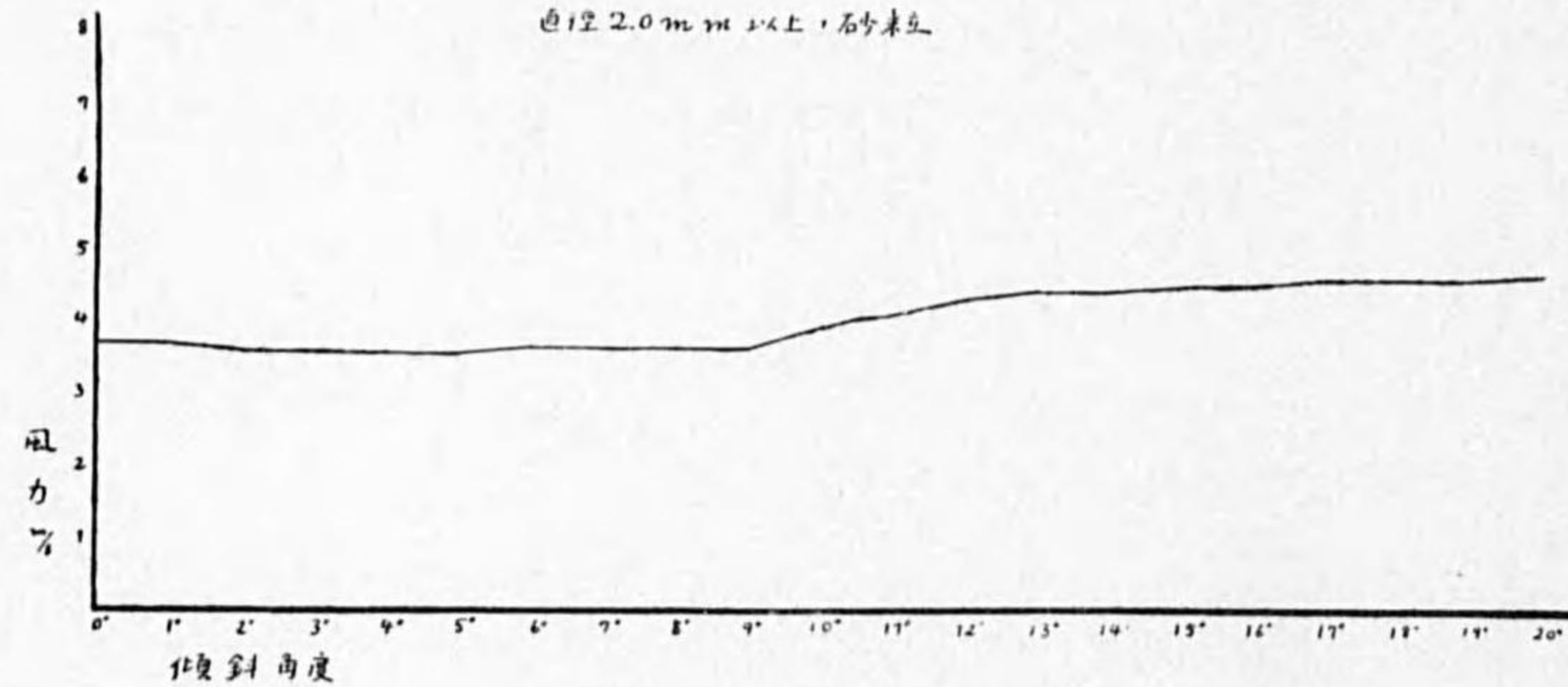
直径 1.0-2.0 mm ノ砂粒



砂粒ノ大サト風力トノ關係

28

直径2.0mm以上ノ砂粒



著者ハ1927年10月研究室ニ於テ1/6馬力プロペラ附電動機ヲ以テ風ヲ起シ風速6.9-4.7m/sノ個所ニ湖山砂丘ノ砂ヲ置キテ飛散セシメタル後風源ヨリ1-2.5mノ距離ニ堆積セル砂ヲ集メ篩ヲ用ヒテ大サニヨツテ分類セリ。

實驗結果次ノ如シ。

第20表 風力ニヨル砂ノ分類

風力m/s	風源ヨリノ距離m	砂粒ノ大サ mm %				比重	備 考
		1.0-2.0	0.5-1.0	0.25-0.5	0.25以下		
6.9-4.7	1.0	-	45.5	48.9	5.6	2.78	實驗ニ使用セシ砂ノ百分率 直径1-2mmノ砂粒 1.3% 同0.5-1.0mmノ砂粒49.9% 同0.25-0.5mmノ砂粒43.8% 同0.25mm以下ノ砂粒5.0%
	1.0-1.5	-	44.2	44.5	11.3	2.67	
	1.5-2.0	-	30.6	53.6	15.8	2.63	
	2.0-2.5	-	0.6	34.2	65.2	2.57	

上表ニヨレバ風ガ連続シテ其速度ヲ減ズルトキ小ニシテ輕キ砂粒程遠距離ニ飛散スルモノナリ。

濕潤セル砂粒ノ運動ニ就テ著者ガ研究室ニ於テ行ヘル實驗ニヨレバ水平面ニ於テ1%ノ水分ヲ有スル直径0.25mm以下ノ砂粒ハ4.0m/sノ風力ニテ微動シ、1%ノ水分ヲ有スル直径0.25-0.5mmノ砂粒ハ4.2m/sノ風力ニヨツテ微動セリ。又直径0.5-1.0mmノ砂粒ガ1%

ノ水分ヲ有スルトキ水平面ニテ微動スルニ5m/sノ風力ヲ要シタリ。

砂粒ノ飛散スルハ概ネ氣乾セル場合ニシテ砂ガ濕潤セルトキハ各砂粒ハ粘着力及表面張力ニヨツテ保持セラレタル水膜ニテ圍繞セラルルヲ以テ強キ風ノ衝突ヲ受クルモ容易ニ動クコトナシ。然レドモ風速11m/s以上ナルトキハ相當濕潤セル砂粒ト雖モ動カサルモノナリ。湖山砂丘上ニ於テハ1929年2月含水量1.61%ノ海岸線附近ノ砂ガ強キ西風ニヨツテ飛散セリ。又3月上旬砂丘ノ頂上ニ於テ強烈ナル北風ニヨツテ1.68-2.38%ノ水分ヲ有スル濕潤セル砂ガ劇シク飛散シ地上50cmニ及ベリ。

2. 砂 波

砂波ノ成因ハ大氣ノ波動的運動ニ歸スベキモノニシテ此大氣ノ波浪ハ大氣中ニ不連続面ヲ有スル上下兩層アリテ下層ガ上層ヨリ空氣ノ密度大ナルトキニ生ズ。一般ニ砂丘上ニ於テハ砂上ヲ流ルル下方ノ氣層ハ渦卷ニヨツテ捲上タル砂粒ヲ含有スルガ故ニ上層ノ空氣ニ比シ重量大ナルベキハ疑ナキトコロナリ。

Exner氏⁽²²⁾ハ氣流ニヨツテ砂ガ運ビ上ゲラルル高サニ就テ研究シ容積比重1.53ヲ有スル氣乾セル Donausandヲ用ヒテ垂直方向ニ於ケル砂ノ密度ノ大サヲ計算的ニ決定セリ。同氏ノ計算ニヨレバ風力10m/sナルトキ

高サm	0	0.01	0.05	0.10	0.5	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0
密度	1.53	1.515	1.455	1.385	0.929	0.563	0.207	0.028	0.005	0.0018

備 考 Exner氏ノ使用セシ密度計算式

$$\rho = \rho_0 (1 - e^{-\alpha z}) + \rho_1 e^{-\alpha z}$$

$$\text{但 } \alpha = \frac{\beta}{\rho_0 v^2}$$

vハ風速、 ρ_0 ハ空氣ノ密度(0.0013)、 ρ_1 ハ砂ノ密度(1.53)、 α ノ大サハ垂直ナル方向ニ於ケル砂ノ密度ノ減少アラハス。

β ハ空氣ニ對スル適當ナル常數(0.123)、zハ高サ。

之ニヨツテ見レバ風力10m/sナルトキ地面上10cmノ高サニ存スル砂ノ密度ハ砂中ニ於ケル密度1.53ト大差ナク2mノ高サニ於テモ尙僅少ノ砂アリ。高サヲ増スニ從ヒ漸次砂ノ密度ヲ減少シ8mノ高サニ及ビテ空氣ハ殆ド砂ヲ有セズ。而シテ砂ガ空氣中ニ捲上ラルル高サハ風力ノ強弱ニヨツテ異レルモノニシテ弱キ風ニテハ地上數cmノ高サニ於テ全ク砂ヲ有セザルニ至ルモノナリ。

上記ノ如キ砂粒ヲ含ムコト多キ空氣ガ不規則ナル運動ニヨツテ極メテ微量ノ砂ヲ含ムカ

或ハ全ク砂ヲ含マザルヨリ上層ノ空氣中ニ上昇シ入ルトキハ之ヲ再ビ下方ニ引戻サントスル作用生ズルガ故ニ下層ニ於テ垂直ナル振動成立ス。且之ト同時ニ空氣ハ水平ナル方向ニ流ルルヲ以テ下方ノ氣層ハ波狀運動ヲ生シ速度大ナル波ノ谷ニ於テ砂表面ヨリ砂ヲ捲上げ速度小ナル波ノ山ノ下部ニ砂ヲ下ス。斯ノ如キ方法ニヨツテ空氣ノ波動的運動ヨリ砂ノ波狀形ヲ生ズルモノナリ。(第二圖版第五圖參照)

砂波ハ風向ニ對シ直角ニ位置シ風上面ハ風下面ヨリ傾斜角度小ナリ。

砂波ノ波長ト振幅トノ關係ニ就テ著者ガ湖山砂丘上ニ於テ實測セン結果ヲ記スレバ

波長cm	振幅cm	波長cm	振幅cm
6.0	0.3	20.0	1.0
8.0	0.4	30.0	1.5
10.0	0.5		

即チ波長ト振幅トハ常ニ一定ノ比ヲ有スルモノニシテ湖山砂丘ニ於テハ砂波ノ大サノ如何ニ拘ラズ其比ハ20:1ナリ。砂波ニ於テハ水ノ作用ニヨツテ生ジタルモノト異ナリ波ノ山ノ砂ハ谷ノ砂ニ比シ粗大ナリ。1927年3月湖山砂丘上ニ生ジタル大ナル砂波ノ砂ヲ分類シタルニ波ノ山ノ砂ハ直徑2.0mm以上ノ砂粒0.7%, 直徑1.0-2.0mmノ砂粒24.6%, 直徑0.5-1.0mmノ砂粒64.9%, 直徑0.25-0.5mmノ砂粒5.6%, 直徑0.25mm以下ノ砂粒4.2%ヨリ成立シ谷ノ砂ハ直徑1.0-2.0mmノ砂粒3.2%, 直徑0.5-1.0mmノ砂粒65.6%, 直徑0.25-0.5mmノ砂粒21.6%, 直徑0.25mm以下ノ砂粒9.6%ヨリ成立セリ。又室内ニ於テ同砂丘ノ砂ヲ用ヒ人工的ニ風ヲ起シ砂波ヲ作りタルニ之ト同様ノ事實ヲ認メタリ。

風ガ吹き始メテヨリ砂波ノ生ズルマデニ必要ナル時間ハ風力及砂粒ノ大サニ關係ス。1927年10月著者ハ研究室内ニ於テ $\frac{1}{10}$ 馬力プロペラ附電動機ヲ以テ風ヲ起シ湖山砂丘ノ砂ヲ用ヒテ砂波ノ生ズルニ要スル時間ヲ檢シタリ。之ニヨレバ4.8-5.9%ノ風力ニテハ砂波ヲ生ズルニ6分, 4.1-4.3%ノ風力ニテハ30分ヲ要セリ。即チ風力大ナル程速カニ波ヲ生ズ。之ト同時ニ風力ト波長トノ關係ニ就テ實驗セリ。其結果第21表ノ如シ。

即チ砂波ヲ生ズルニハ4.0%以上ノ風力ヲ要ス。而シテ砂波ノ波長ノ大サハ風力ニ正比例シ振幅ハ波長ト共ニ増大ス。4.0%以下ノ風力ニテハ砂粒ノ運動ハ緩慢ニシテ波ヲ生ズル程度ニ達セズ。又一度生ジタル砂波ハ風力増大スルニアラザル限リハ其大サ及形ヲ變化スルコトナシ。

次ニ砂粒ノ大サト砂波トノ關係ニ就テ同様ノ方法ヲ以テ實驗シタルニ直徑1.0-2.0mmノ砂粒ハ6%ノ風力ニヨツテ砂粒ハ動クモ波ヲ生ゼズ。直徑0.5-1.0mmノ砂粒ハ5.4%ノ風力

第21表 風力ト波長トノ關係

風力%	波長cm	備 考
5.9	6.0	傾斜角度 0°
4.8	5.0	實驗ニ用ヒタル砂ノ百分率
		直徑1.0-2.0mmノ砂粒 1.3%
		同 0.5-1.0mmノ砂粒 49.9%
4.5	4.0	同 0.25-0.5mmノ砂粒 43.8%
4.3	4.0	同 0.25mm以下ノ砂粒 5.0%
4.1-4.2	3.0	

ニテ6分後ニ波長3.5cmノ波ヲ生ジタルモノ不明亮ナリキ。直徑0.25-0.5mmノ砂粒ハ5%以上ノ風力ニテハ砂粒ノ飛散激甚ニ過ギ波ヲ生ゼザリキ。而シテ4.4%ノ風力ニテ10分後ニ波長4-5cmノ波ヲ生ジタルモノ此砂波ハ更ニ一層不明亮ニシテ振幅極メテ小ク僅ニ波ノ山ト認メラルル個所ヲ有スルニ過ザリキ。上記ノ實驗結果ニヨレバ略同大ノ砂粒ニ於テハ波ヲ生ズルモノ不明亮ナリ。大小種々ナル砂粒ノ混淆セル砂ニシテ初メテ明亮ナル波ヲ生ズルモノナリ。

砂波ハ二ツノ限界速度ノ間ニ於テ形成セラル。第一限界速度ハ砂波ノ生ジ始ムル弱キ風ノ速度ニシテ第二限界速度ハ風力強大ニシテ砂波ノ消失スルトキノ風速ナリ。而シテ限界速度ハ砂粒ノ大サ, 形狀, 砂粒ノ混成状態及砂粒ノ位置等種々ナル要素ニ關係ス。湖山砂丘ノ砂ニ於テハ第一限界速度ハ4%ニシテ第二限界速度ハ8%ナリ。

砂波ノ形成セラレシ後ノ砂粒ノ運動ヲ見ルニ大ナル砂粒ハ風ノ衝突ヲ受ケテ砂表面ヲ轉々シ徐々ニ風上面ニ沿ヒテ上リ風下面ニ落下シテ靜止ス。稍小ナル砂粒ノ中風上面ヲ上リツツ飛躍シテ風下面ヲ越ヘ谷ニ落込ムモノアリ。或ハ第一ノ波ノ風上面ヨリ次ノ波ノ風上面ニ飛ビ再ビ風ニヨツテ前進スルモノアリ。又各砂波ノ谷ニハ氣流ノ渦ヲ生ジ風下面ニ沿ヒテ少シク砂粒ヲ逆進セシムルコトアリ。カクシテ波ハ漸次高サヲ増大スルト共ニ波ノ山ハ風ノ方向ニ押進メラルルモノナリ。而シテ波ノ前進スル速度ハ風力ト砂波ノ大サニ關係スルモノニシテ一般ニ風力大ナル程且砂波小ナル程速カナリ。

砂丘表面ニハ常ニ多クノ砂波ヲ生ズレドモ之ハ一時的現象ニシテ永久ニ埋沒セラレテ保存サルルコトナシ。故ニ砂丘ノ斷面ニ於テ砂波ノ痕跡ヲ認メ難シ。

3. 摘 要

(1) 砂粒ノ風ニヨル運動ハ概シテ砂粒ノ氣乾セルトキニ生ズルモノニシテ何レノ砂

粒モ水平面ヨリハ寧ロ緩キ傾斜面ニ於テ最モ可動ナリ。而シテ砂粒ノ最モ動キ易キ角度ハ砂丘ニ於ケル風上面ノ傾斜角度ニ略同ジ。濕潤セル砂粒ハ暴風ニヨルノ他ハ全く飛散セズ。

(2) 砂波ノ形成ハ大氣ノ波動的運動ニ基クモノニシテ之ヲ風ノ方向ニ切斷スレバ砂丘ト同ジク風上面ト風下面ノ象形ヲ示ス。砂波ノ形成ハ二ツノ限界速度ノ間ニアリ。其範圍内ニ於テハ風力大ナル程速カニ波ヲ生ズルモノニシテ波長ノ大サハ風力ニ正比例シ振幅ハ波長ト共ニ増大ス。砂波ノ前進速度ハ風力及砂波ノ大サニ關係ス。

第三節 砂ノ堆積

風ヲ砂草叢ノ如キ通風性ニシテ柔軟ナル障礙物ニ衝突スルトキハ返跳スルコトナキヲ以テ叢ノ前方ニ砂ヲ堆積セズ。風ニヨツテ運バレル砂ノ一部ハ叢ノ内部ニ、一部ハ其後方ニ堆積ス。而シテ砂表面ニ直接當ル風ハ叢ノ基部ニ於テ大ナル抵抗ヲ受ケテ二分シ其兩側ヲ迂回シ叢ノ後方或距離ニ於テ合流シ此合流點ヲ尖端トスル舌狀砂丘ヲ形成ス。舌狀砂丘ハ後方ニ漸次狭マリ風ニ對シテ最モ抵抗小ナル形状ヲナス。(第二圖版第六圖參照)

氣流ニ對スル物體ノ抵抗ニ關シ Bilau 氏⁽⁵⁾ノ記スルトコロニヨレバ球ノ抵抗 1.0 ナルトキハ板ハ 2.5 ニシテ Zeppelin 形ハ 0.05 ナリ。又風ニ對シ直角ニ置カレル小圓板ノ周圍ニハ大ナル渦ヲ生ズレドモ Zeppelin 形ノ周圍ニハ表面摩擦ニ基ク小ナル Wirbelschleppesヲ生ズルニ過ズトイフ。

平面的ニ見ルトキハ舌狀砂丘ハ略 Zeppelin 形ニ類似セル形ヲナシ尾ノ方向ニ常ニ風向ニ一致ス。

舌狀砂丘ノ大サハ之ヲ保護スル砂草叢或ハ其他植物ノ大小ニ直接關係スルヲ以テ一律ニ之ヲ見ルコト能ハザルモ比較的大ナル舌狀砂丘ヲツクルモノハ、はまごう、こうぼうむぎ、けかものはし等ニシテはまひるがぼ、かはらよもぎ、はまぐるま等ニ次ギはまにがな、はまぼうふう、うんらん等ハ殆ド舌狀砂丘ヲツクルコトナシ。湖山砂丘ニ於ケル調査ニヨレバけかものはしの舌狀砂丘ハ叢ニ接シタル部分ノ高サ 0.2m 全長 2.4m、こうぼうむぎノ舌狀砂丘ハ叢ニ接シタル部分ノ高サ 0.3-0.4m 全長 1.2-1.7m ニ及ベルモノアリ。而シテ風ノ吹上ル風上面ニアル舌狀砂丘ハ其尾短小ニシテ風ノ吹下ス傾斜面ニアルモノハ其尾長大ナリ。一般ニ舌狀砂丘ノ脊部ニ於ケル傾斜角度ハ先端ニ至ル程小ナリ。普通砂草叢ノ後方 1m 以内ノ部分ニ於ケル傾斜角度ハ 10°-16° ナリ。側方傾斜角度ハ 20°-30° ニシテ其横斷面ハ二等邊三角形ヲナス。

舌狀砂丘上ニ堆積セル砂粒ノ大サハ季節ニヨツテ異ナレドモ概シテ其附近ノ砂粒ニ比スレバ小形ナリ。各舌狀砂丘ノ間隙ハ稍粗大ナル砂粒ヲ有ス。殊ニ風力強大ナルトキ然リトスルトコロニシテ小砂粒ハ風ニヨツテ飛散シ砂草叢ノ後方ニ集合ス。例ヘバ 1927 年 7 月湖山砂丘ノ外側ニアルこうぼうむぎノ舌狀砂丘上ヨリ採リタル砂ノ混淆率ハ直徑 1.0-2.0 mm ノ砂粒 0.1%、直徑 0.5-1.0mm ノ砂粒 28.7%、直徑 0.25-0.5mm ノ砂粒 65.5% 及直徑 0.25mm 以下ノ砂粒 5.7% ナリシガ同年 12 月再ビ同舌狀砂丘上ヨリ採集シタル砂ハ直徑 2.0mm 以上ノ砂粒 0.1%、直徑 1.0-2.0mm ノ砂粒 7.3%、直徑 0.5-1.0mm ノ砂粒 79.1%、直徑 0.25-0.5mm ノ砂粒 9.2% 及直徑 0.25mm 以下ノ砂粒 4.3% ヨリ成立セリ。又 1927 年 11 月濱坂砂丘上ニ於ケル數個ノ舌狀砂丘上ヨリ採集シタル砂ノ大サハ平均直徑 0.5-1.0mm ノ砂粒 51.7%、直徑 0.25-0.5mm ノ砂粒 39.6% 及直徑 0.25mm 以下ノ砂粒 8.7% ニシテ各舌狀砂丘間ノ砂ハ平均直徑 1.0-2.0mm ノ砂粒 1.0%、直徑 0.5-1.0mm ノ砂粒 64.8%、直徑 0.25-0.5mm ノ砂粒 31.7% 及直徑 0.25mm 以下ノ砂粒 2.5% ヨリ成立シ前者ニ比シ粗大ナルヲ見タリ。

多數ノ砂草叢ガ相接近シテ存在スルトキハ各叢ノ保護ノ下ニ生ズル舌狀砂丘ハ次第ニ結合シテ不規則ナル幅廣キ砂丘ヲ生ズ。又風當リ強キ砂丘ノ風上面或ハ砂丘ノ高所ニ於テハ舌狀砂丘ノ多クハ其尾ヲ失ヒ圓錐形砂丘ヲ形成ス。湖山砂丘及濱坂砂丘上ニ散生セル圓錐形砂丘ハ主トシテはまごうノ作レル砂丘ナリ。湖山砂丘上ニ於テ多數ノ圓錐形砂丘ニ就キ實測シタルニ風上面ノ傾斜角度ハ 18°-26° ニシテ風下面ノ傾斜角度ハ 8°-12° ナリ。高サハ 1.9-3m ヲ限度トシ極限ノ高サニ達スレバ砂ハ風ニヨツテ奪取セラレ植物ノ根ハ露出シテ枯死シ砂丘ハ遂ニ破壞セラル。(第三圖版參照)

通風性ナキ大ナル障礙物ノ前ニハ強キ渦流ヲ生ズルガ故ニ砂ハ直接障礙物ニ接シテ堆積スルコトナク前方ニ溝ヲ隔テテ堆積ス。(第四圖版第十圖參照)

森林ガ不透性障礙物トシテ作用スルトキハ又同様ノ結果ヲ生ズルモノニシテ森林ノ前ニハ比較的風風ギタル空間即チ Samuelsson 氏⁽⁷⁾ノ所謂 Luvlee ヲ生ズ。而シテ砂丘ノ形ハ森林ヲ越テ吹去ル風ノ流線ト全ク一致シ森林ノ生長ニ伴ヒ砂丘モ亦其高サヲ増大ス。之ニ反シ森林ガ伐採セラルルカ或ハ枯死スルトキハ砂ハ内方ニ侵入シ來ルヲ以テ砂丘ハ消失ス。通風性ナキ小ナル障礙物ニ於テハ風ハ其側方及上方ヲ吹去リ砂ハ障礙物ノ後方ニ於テ舌狀砂丘ヲナシテ堆積ス。

障害物が通風性ヲ有スレドモ屈撓性ナキトキハ砂ハ障礙物ノ前後ニ一樣ニ堆積ス。飛砂防止工事ニ使用セラルル粗朶垣、羊齒垣、簀垣等ハ皆此性質ヲ利用セルモノナリ。(第四圖

版第十一圖及第十二圖参照)

上記ノ如キ砂ノ堆積ハ障碍物ニヨツテ風力ガ減殺セラルルガタメニ生ズルモノナレドモ其他砂波ノ不均等ナル運動ニ原因スルコトアリ。一般ニ砂波ノ移動スル速度ハ風力ニ正比例シ砂波ノ大サニ反比例ス。故ニ小ナル砂波ハ大ナル砂波ヨリ速カニ進ミテ大ナル砂波ニ追及シ之ト合體スルニ至ルベシ。カカル二ツノ砂波ノ合一ニヨツテ生ジタル新砂波ノ大サハ増加シ從テ移動ノ速度ハ減少ス。然レドモ風上ニアル砂波ハ何等ノ作用ヲ受クルコトナク以前ト同速度ヲ以テ運動ヲ繼續シ遂ニ大ナル砂波ノ斜面ヲ上リ之ト合體ス。斯ノ如キ砂波ノ累加ノ方法ニヨリ生ジタル砂ノ聚合ハ遂ニ波級ヲ超ヘ砂丘トナルコトアリ。此砂波ニヨル砂丘形成法ハ普通砂丘上ニ於テハ甚ダ稀ナル現象ナレドモ砂ノ堆積ヲ生スベキ植物或ハ其他ノ障碍物ヲ有セザル大ナル沙漠地ニ於テハ屢見ラルトコロナリ。

要スルニ砂ノ堆積スル原因ハ之ヲ植物其他ノ障碍物ニヨルモノ及砂波ノ累加ノ方法ニヨツテ生ズルモノノ二ツニ分チ得レドモ後者ハ甚ダ稀有ナル現象ニシテ唯植物或ハ其他ノ障碍物ヲ有セザル沙漠地ニ於テノミ見ラルルニ過ズ。故ニ普通砂ノ堆積ハ専ラ前者ニヨツテ生ズルモノナリ。而シテ砂ノ堆積状態ハ障碍物ノ性質即チ障碍物ノ大サ、通風度及屈撓度等ニ關係ス。

第四節 砂 丘 ノ 移 動

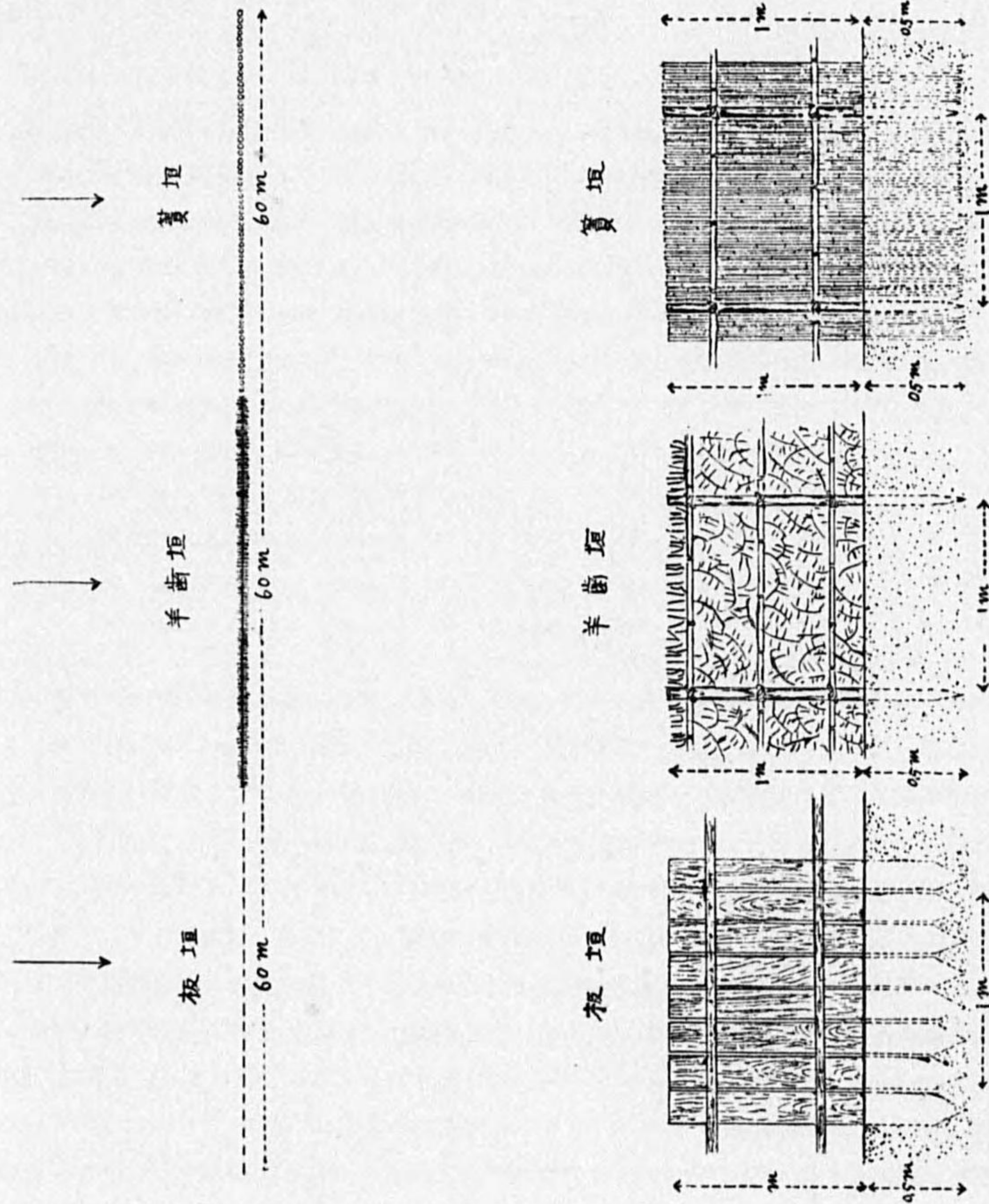
砂丘ノ移動ハ各砂粒ガ其位置ヲ變ズルコトニヨツテ生ズル聚合運動ナリ。而シテ風向ハ砂丘ノ移動ニ大ナル關係ヲ有スルモノニシテ若シ風ガ主トシテ同一方向ヨリ吹クトキハ砂丘ハ常ニ主風ノ方向ニ移動ス。其移動速度ハ概シテ風速ニ正比例シ砂丘ノ大サニ反比例スルモノナリ。之ニ反シ風向一定セザル地方ニアリテハ砂丘ノ移動ハ屢阻止セラルルカ或ハ逆行セシメラルルモノトス。

1. 砂丘ノ前後運動

著者ハ1926年11月湖山砂丘上ノ試驗地内ニ海岸線ニ平行ニ29圖ノ如ク各其高サ1m、長サ60mノ板垣、羊齒垣及簀垣ヲ設置シ人工的ニ砂ヲ堆積セシメ砂丘ノ完成スルヲ待チテ之ガ移動状態ヲ觀測セリ。

觀測結果次ノ如シ。

29



第22表 人工砂丘ノ移動及傾斜角度

年 月	最多 風向	板垣ノ砂丘				羊齒垣ノ砂丘				養垣ノ砂丘				備 考	
		砂丘ノ頂上ヨリ板マデノ距離 cm		傾斜角度		砂丘ノ頂上ヨリ羊齒マデノ距離 cm		傾斜角度		砂丘ノ頂上ヨリ養マデノ距離 cm		傾斜角度			
		外	内	外	内	外	内	外	内	外	内				
1928	4	北東	16.5	14°-18°	4°-12°	-	-	12°-22°	4°-10°	-	30.0	12°-22°	2°-12°	板垣=使用セル板ノ厚サ1.8cm, 幅15.0cm, 板ト格トノ間隔2.5cm	
	5	南東	-	17°-29°	6°-10°	-	-	10°-20°	4°-6°	-	31.0	10°-23°	6°-12°		
	6	同	10.0	10°-24°	6°-12°	15.0	-	6°-26°	2°-10°	15.0	-	15°-25°	9°-15°		
	7	同	16.0	8°-12°	7°-10°	30.0	-	14°-17°	8°-20°	23.0	-	14°-20°	8°-26°		
	8	同	25.0	10°-19°	8°-16°	30.0	-	14°-18°	8°-19°	37.5	-	12°-20°	6°-11°		
	9	南	40.0	10°-17°	5°-15°	25.0	-	12°-20°	8°-18°	45.0	-	14°-25°	8°-12°		
	10	南東	30.0	10°-12°	4°-10°	10.0	-	8°-18°	4°-20°	35.0	-	12°-15°	8°-14°		
	11	同	-	8°-14°	6°-8°	-	-	8°-16°	6°-12°	10.0	-	12°-16°	8°-16°		
	12	同	-	6°-14°	7°-8°	-	-	12°-18°	8°-10°	10.0	-	12°-16°	10°-14°		
	1929	1	西	16.0	8°-24°	6°-16°	30.0	-	8°-14°	5°-14°	25.0	-	8°-18°		6°-14°
		2	同	40.0	8°-25°	10°-14°	50.0	-	10°-28°	8°-14°	55.0	-	8°-29°		6°-12°
		3	北西	40.0	8°-18°	8°-16°	60.0	-	10°-30°	8°-14°	70.0	-	8°-22°		4°-10°

上表=ヨツテ見ルガ如ク1月乃至3月=於テハ砂丘ノ頂部ハ最も内方=アリ。之主トシテ此季節=於テ最多=シテ且最も強キ北乃至西風ノ作用=ヨル。6月ヨリ10月マデハ主トシテ南東風ノ影響ヲ受ケ砂丘ノ頂部ハ逆進シテ垣ノ外側=アリ。11月=入レバ北乃至西風漸次其強サヲ増大シ砂丘ハ内方=移動シ始ム。(第四圖版第十一圖及第十二圖参照)砂丘ノ内外両面ノ傾斜角度=就テハ大ナル變化ヲ認メザルモ季節=ヨツテ多少ノ異同アリ。即チ6月乃至10月=於テハ最多ナル南東風ノ影響=ヨリ本來ノ風下面ナル内側ノ上部ガ恰モ風上面=シテ外側ノ上部ガ恰モ風下面ナルガ如キ状態ヲ呈ス。湖山砂丘ノ如ク夏期ト冬期ト至ク風向相反スル地方=アリテハ砂丘表面上ノ砂粒ノミ或ハ内方=或ハ外方=移動スルモノ=シテ砂丘全體トシテ大ナル影響ヲ蒙ルコトナシ。

2. 砂ノ侵入及移動状態

森林ノ伐採或ハ障碍物ノ破壊=ヨツテ空所ヲ生ズルトキハ砂ハ割シク内方=侵入シ來ルモノ=シテ之ガ侵入状態ハ空隙ノ大サ及形等=ヨツテ異レリ。

森林ノ伐採=ヨツテ砂ノ侵入セシ實例ハ島根縣簸川郡海岸地方=甚ダ多シ。例ヘバ差海

砂丘=於テハ會テ製鹽用燃料トシテ海岸=沿ヘル一帯ノ黒松林ヲ伐採セシタメ砂ハ割シク空所=侵入シ年々5-9mノ速度ヲ以テ移動シ内方100m=及ベリ。而シテ1894年以來施行セシ飛砂防止工事=ヨリ現今ハ全ク固定セラレ唯當時侵入ノ痕跡ヲ止ムル=過ザルモ其形ハ舌狀=シテ風上面ノ傾斜角度ハ海岸ヨリ遠距離ナル程大=シテ風下面ハ砂ノ自然傾斜角=近キ角度ヲ有セリ。尙園村砂丘=於テモ同様ノ形跡ヲ有セリ。

著者ハ1927年10月湖山砂丘上ノ試驗地内=30圖ノ如キ形ヲ有スル高サ1mノ羊齒垣ヲ砂ノ飛散最モ激甚ナル西北風=對シ直角=設置シ砂ガ侵入堆積スル状態及砂ガ吹出サレテ窪地ヲ生ズル状態ヲ觀察セリ。試驗ノ結果=ヨレバ砂ノ侵入スル状態ハ垣ノ形=ヨツテ差違アリ。羊齒垣(1)ハ羊齒垣(2)ト最前面ノ空所ノ幅ハ相等シキヲ以テ侵入スル砂ハ同量ナレドモ前者ハ梯形=シテ面積積小ナルガ故=侵入セル砂ハ後者ヨリ速カ=最後部ノ垣ヲ被覆セリ。又梯形羊齒垣内=侵入堆積セシ砂ノ風上面ハ砂ノ移動激甚ナル季節=於テハ矩形羊齒垣内ノ砂ヨリ大ナル傾斜角度ヲ有セリ。而シテ何レノ垣内=於テモ風上面ノ下部ハ緩斜=シテ上方=至ル程傾斜角度大ナリ。風下面ハ何レモ北乃至西風ヲ主風トスル季節=アリテハ砂ノ自然傾斜角度=近キ角度即チ30°-33°ヲ有スレドモ6月乃至10月ハ南東風ノ作用=ヨツテ傾斜角度稍減少セリ。(3)ノ如ク羊齒垣相互ノ間隔ヲ2mトナシ砂ノ吹出サルル狀況ヲ見タル=垣ヲ設置シテ間モナク窪地ヲ生ジ始メ漸次擴大セラレタリ。此窪地ノ形ハ常=一定=シテ中央部=於テ最も大ナル彎曲度ヲ有シソレヨリ上部ハ凸面ヲナシ下部ハ凹面ヲ呈セリ。

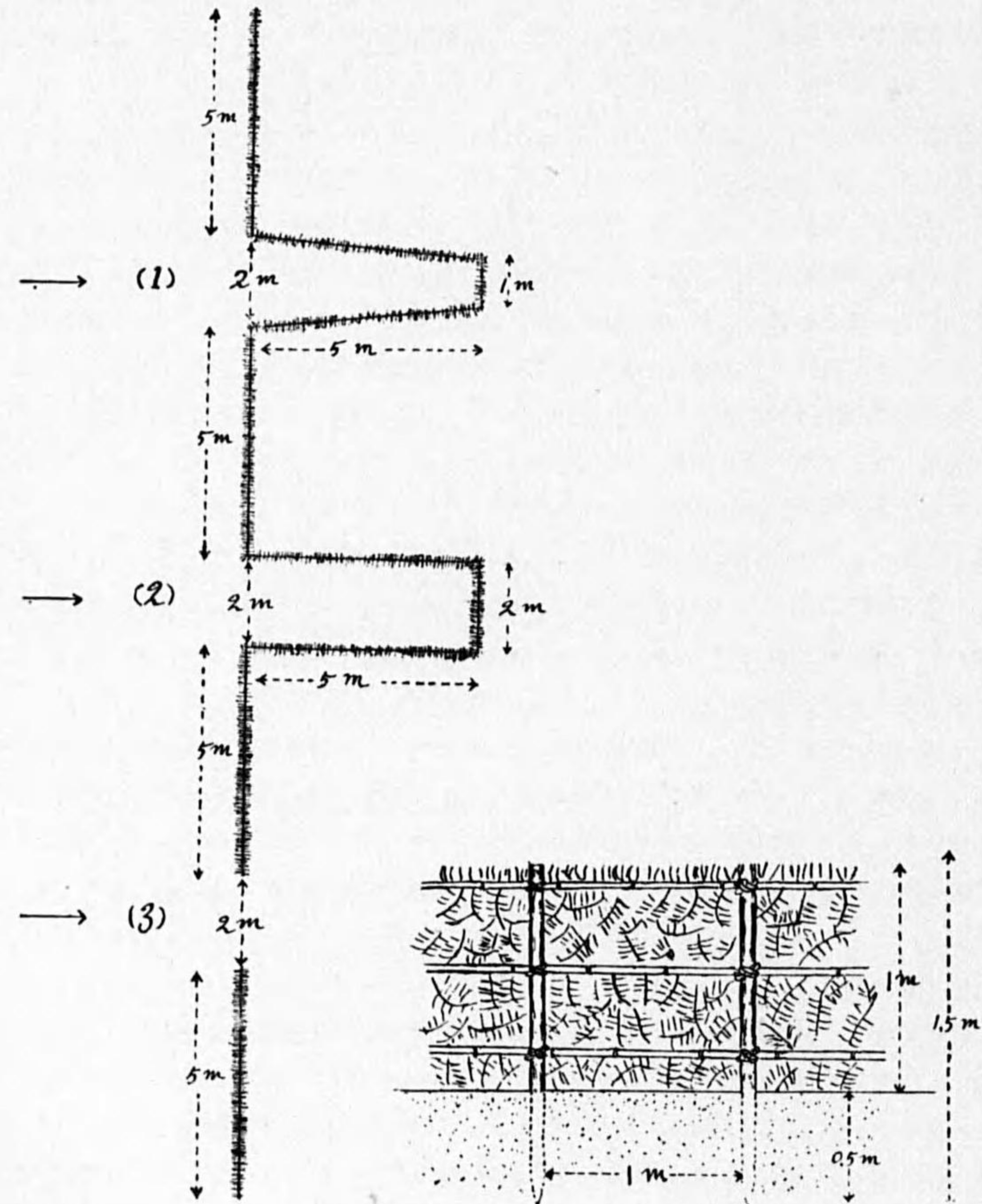
上述ノ如ク空所ノ形=ヨツテ砂ノ移動スル状態ヲ異ニシ前方=入口ヲ有スル梯形或ハ矩形ノ羊齒垣=於テハ砂ハ其内部=侵入堆積スルモノナレドモ一直線ヲナセル垣ノ一部ガ破壊セラレルトキハ該個所ノ砂ハ吹出サレテ窪地ヲ生ズルモノナリ。

次=垣内=侵入堆積セシ砂ノ風上面=於ケル傾斜角度及窪地ノ傾斜角度ヲ舉レバ第23表ノ如シ。

3. 砂ノ成層

砂丘ノ砂中=存在スル成層ハ種々ナル強サノ風ガ交互=吹キタル結果ナリ。即チ強風ノ際=ハ粗大ナル砂ノ移動ヲ生ジ弱キ風力=テハ細砂ノミ動キテ堆積シ從テ砂粒ノ大サノ異レル砂層ヲ形成ス。湖山砂丘=於ケル調査=ヨレバ内方低地=於テハ地下23cm以上ノ深サ=厚サ6cmノ粗大ナル黒色ノ砂層ト厚サ10cmノ黄色ヲ帯ビタル細カキ砂層交互=存在ス。砂丘ノ頂上=於テハ地下20cm以上ノ深サ=厚サ2cmノ粗大=シテ黒色ノ砂層ト厚サ10cmノ細カキ黄色ノ砂層交互=相重ナリテ存在ス。砂丘ノ内側中腹=ハ頂上=於ケルト





第23表 羊齒垣内ニ侵入セン砂ノ風上面ニ於ケル傾斜角度及窪地ノ傾斜角度

年 月	傾 斜 角 度		砂ガ吹出サレテ生ゼン窪地	備 考
	垣内ニ侵入堆積セン砂ノ風上面 (1)	(2)		
1928 2	12°-18°	12°-18°	6°-8°	(1) 梯形羊齒垣 (2) 矩形羊齒垣
3	8°-31°	6°-14°	2°-9°	
4	12°-22°	10°-20°	4°-10°	
5	12°-24°	6°-20°	4°-12°	
6	9°-18°	9°-18°	2°-12°	
7	10°-16°	10°-16°	6°-12°	
8	4°-14°	6°-16°	6°-10°	
9	8°-12°	8°-15°	4°-7°	
10	3°-13°	6°-14°	2°-7°	
11	4°-14°	6°-14°	3°-8°	
12	8°-15°	10°-15°	3°-6°	
1929 1	4°-16°	8°-10°	2°-10°	
3	8°-22°	6°-17°	4°-16°	

略同ジク粗大ナル砂ト細小ナル砂トノ交互層アリ。又砂丘外側ノ下部ニ於テハ地下10cmノ個所ニ厚サ10cmノ粗大ナル砂層アリ。斯ノ如ク砂丘ノ砂中ニハ規則正シキ砂層ガ交互ニ相重ナリテ存在スルコトアリ。之明カニ其成立當時ニ於ケル風力ノ強弱ヲ指示スルモノナリ。

4. 砂 丘 原

Dubois氏⁽⁸⁶⁾ノ研究ニヨレバ砂丘ノ有スル平原 Dünenebene ハ砂丘ト同ジク風ニヨツテ生ゼシモノナリ。湖山砂丘ニ就テ見ルニ各砂丘原ノ高サハ相等シカラズ同砂丘ニ於テ耕地トシテ利用セラレツツアル砂丘ノ谷ハ海拔11.9mニシテ他ノ平原ハ約30mノ高サニアリ。而シテ之等砂丘原ノ絶對の高サハ明カニ地下水水位ニ關係ヲ有スルモノニシテ何レノ砂丘原ニ於テモ地下水表面ハ地下1.5-2mノ深サニアリ。但海拔30mノ砂丘原ニ於テハ地下水表面特ニ高ク地下50cmニ過ザルトコロアリ。即チ地下50cm以上ノ深サニハ粘土層アリテ雨水ハ浸透

スルコトヲ得ズ砂ト粘土層トノ間ヲ流走ス。此關係ヨリ見テ砂丘原ハ以前ノ地下水水位ニ相當シタル高サマデ砂ガ風ニヨツテ飛散セシメラレタルガタメニ成立セルモノナリ。即チ砂丘原モ亦砂丘移動ノ結果生ゼシモノト見ルヲ得ベシ。

5. 砂丘ノ移動ニ影響ヲ及ボス因子

砂粒ノ大小ハ砂丘ノ移動ニ關係ヲ有スルモノニシテ一般ニ砂粒小ナル程風ニヨツテ飛散シ易ク從テ砂丘ノ移動ヲ促進セシムルモノナリ。湖山砂丘ニ於ケル調査ニヨレバ砂粒小ナル賀露附近ニ於テ飛砂最モ激甚ナルヲ認メタリ。

冬期砂表面ヲ被覆スル雪ハ一時的ニ能ク飛砂ヲ防止スルヲ得レドモ砂丘ノ頂部ノ如キ風當リ強大ナル部分ニアリテハ雪ハ風ニヨツテ除去セラレ砂ハ露出シ忽チ飛砂ヲ生ズ。(第四章第五節5. 参照)。雨ハ能ク砂ヲ固定スルモノニシテ表砂ガ濕潤セルトキハ暴風ニアラザル限リ之ヲ飛散セシムルコトヲ得ズ。然レドモ雨水ハ直ニ透下シ砂表面ニアル砂粒ヲ結合セル水ハ風ニヨツテ速カニ蒸發スルヲ以テ雨後ノ静止時ハ極メテ單時間ニ過ズ。而シテ砂丘ノ移動及成立ニ至大ノ關係ヲ有スルハ降雨ノ強サヨリモ寧ロ降雨ノ持續性ト頻繁性ナリ。1年ヲ通ジテ降雨量多ク且飛砂ヲ生ジ易キ季節ニ引續キ降雨ヲ見ルガ如キ地方ノ砂丘ハ殆ド移動スルコトナシ。霧及濕潤ナル空氣ハ濕レル砂ノ乾燥ヲ遲延セシムルガ故ニ降水ト同ジク飛砂ヲ防止ス。植物地被ノ有無モ飛砂ニ大ナル關係ヲ有スルモノニシテ砂丘林伐採ノタメニ砂丘ノ移動ヲ生ゼシ實例少カラズ。

要スルニ砂丘ノ移動ニ重大ナル關係ヲ有スルハ風向ト降水ナリ。風向一定セザル地方ニアリテハ砂丘表面上ノ砂粒ノミ或ハ内方ニ或ハ外方ニ移動スルニ過ズシテ全體トシテ大ナル影響ヲ受ルコトナシ。四季ヲ通ジテ降水量多ク且連續シテ降水アルガ如キ場合ニハ砂丘ノ移動ハ殆ドナク單ニ風當リ強大ナル高所ニ於テノミ飛砂ヲ生ジ其高サヲ減少セシム。故ニ砂丘ノ大規模ナル移動ハ風向一定シ且降水量少ク常ニ乾燥セル地方ニ於テ生ズル現象ナリ。現今湖山砂丘地方ニ於テ平行脈ヲナシテ存在スル砂丘ハ主トシテ過去ノ乾燥セル時代ニ生ゼシモノナリ。

第六章 結 論

1. 砂丘ノ砂ハ地方ニヨリ又同一砂丘ニ於テモ場所及深サニヨツテ其大サヲ異ニスルモノナレドモ其形略ニシテ主トシテ直徑0.25—1.0mmノ砂粒ヨリ成立ス。砂丘ノ砂ハ海砂ノ如キ水ニヨツテ磨損セラレタル砂ニ比スレバ著シク稜角ヲ失ヒ丸味ヲ有ス。而シテ砂粒大ナル程或ハ重キモノ程丸サノ度大ナリ。砂丘ノ砂中ニアル磁鐵礦ハ概ネ能ク研磨セラ

[鳥取農學報告

レテ丸味ヲ帯ビ其度ハ(3)-(6)級ニ位ス。水ニヨツテ磨損セラレタル砂粒ハ平滑ニシテ常ニ新鮮ナル表面ヲ有スレドモ風ノ作用ヲ受ケテ稜角ヲ失ヘル砂粒ハ被覆セラレテ砂丘ヘザル表面ヲ有シ加フルニ窪アリ。略言スレバ砂丘ノ砂ノ外觀的特徴ハ其大サ一定ノ限度内ニアルコト、砂粒ハ稜角ヲ失ヒ丸サノ度大ナルコト及砂表面ハ被覆セラレテ鈍色ヲ程シ且窪ヲ有スルコトナリ。

2. 砂丘ノ砂ノ礦物成分ハ主トシテ石英ニシテ其他少量ノ長石類、角閃石及磁鐵礦等ヲ含有ス。重金屬類ニ乏シキコト及雲母片ヲ有セザルコトハ砂丘ニ於ケル砂ノ特徴ナリ。鳥取地方ニ於ケル砂丘ノ砂ニ含マルル比重2.98以上ノ礦物成分ノ百分率ハ0.99—3.42ナリ。

砂ノ化學成分ハ SiO_2 , Al_2O_3 , FeO , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O 及 MnO 等ニシテ其中硅酸最モ多ク約80%ヲ含有セリ。其他海水ノ影響ニヨリ少量ノ鹽素ヲ含ムコトアリ。而シテ此化學成分ヨリ考察スレバ砂丘ノ砂ハ花崗岩ノ如キ酸性岩類ノ分解變化ノ結果生ジタルモノナリ。

鳥取地方ニ於ケル各砂丘ノ砂ハ pH ノ値5.15—6.78ニシテ何レモ弱酸性ナリ。同一砂丘ニ於テモ海岸線ヨリノ距離大ナル程砂ハ酸性ノ度ヲ増大ス。之ノ雨水ノ洗滌作用及陽光ニヨル砂表面ノ強度ノ加熱ニ歸因スベキモノニシテ一般ニ古キ砂丘ノ砂程之等兩作用ヲ受ケタルコト多ク從テ酸性ノ度大ナリ。

3. 砂丘氣候ノ中最モ特異性ヲ有スルハ砂表面ノ溫度ナリ。砂ハ其性質上陽光ヨリ來ル放射熱ニ基キ速カニ著シキ高溫ニ昇ルノミナラズ他面ニ於テ放射力最モ強ク夜間ハ忽チ放熱シテ冷却ス。1年ヲ通ジテ日中大概シテ砂表面ノ溫度ハ氣溫ヨリ高シ。就中4月乃至10月ニ於テハ砂表面溫度ハ著シク上昇シ氣溫ニ比シ遙ニ大ナリ。7月ニ於テ最高溫度ニ達ス。11月以降ニ於テハ氣溫ハ著シク下降スルヲ以テ砂表面ノ溫度モ亦之ニ伴ヒ減少シ兩者ノ差小トナル。砂ノ含有水分ハ砂表面溫度ニ大ナル關係ヲ有スルモノニシテ表砂ガ雨水又ハ露ニヨツテ濕潤セルトキハ之ガ蒸發ニ多量ノ熱ヲ要シ表面溫度ノ上昇ト加熱ニ使用セラルベキ熱量ヲ減ズルガ故ニ砂表面ニ於ケル溫度ノ上昇遅ク概シテ低溫ナリ。日射モ亦砂表面ノ溫度ニ影響ヲ及ボスモノニシテ日中表砂ノ乾燥セル場合ト雖モ曇天ナルトキハ砂表面ハ低溫ニシテ氣溫トノ差小ナリ。冬期雪ヲ以テ被覆セラルルトキハ砂表面溫度ハ氣溫ヨリ低キヲ常トス。裸地ニ於テハ射入セラルル陽光ノ全部ガ地上ニ達スレドモ砂表面ニ植物アルトキハ上方ヨリノ射入光線ハ地上ニ達スルマデニ逐次吸收セラレテ其強サヲ減ズルガ故ニ植物内ニ於テハ日中裸地ニ於ケルガ如ク高溫ニ昇ルコトナシ。之ト同理ニヨリ人工的ニ裸出セル砂表面ヲ覆蓋スルトキハ日光ヲ遮リ水分ノ蒸散ヲ防止シ以テ夏期ニ於ケル表面溫度

第一卷第二號、昭和七年]

ノ上昇ト乾燥トヲ防ギ得ベシ。砂ハ其上層ニ於テ強度ニ加熱セラレ最高温度ニ達スレドモ砂表面ヨリ遠カリテ上方ニ至レバ気温ハ著シク低下ス。而シテ砂表面ニ近キ氣層内ニ於ケル氣候の變化ハ下層50cm以内ニ於テ最も激甚ナリ。砂丘砂ノ如ク粗大ナル砂粒ヨリ成立シ容氣性ニ富ミ且含水量小ナル土壤ハ熱ノ傳導力小ニシテ日中ノ熱ハ約10cmノ深サマデ影響ヲ及ボスニ過ズ。地下50cmノ深サニ至レバ最早日中温度ノ作用ヲ受クルコトナシ。50cm以上ノ深所ニ於テハ概シテ4月以降ハ深キ程低温ニシテ10月ヨリ翌年3月中旬マデハ深キ程高温ナリ。而シテ最高又ハ最低温度ノ起時ハ深サニ比例シテ遅延シ振幅モ亦深キ程減少ス。

4. 砂ノ透水性ハ砂粒ノ大サニ關係シ一般ニ砂粒ノ大ナル程透水性大ナリ。混合砂ニ於テハ粗砂ノ百分率大ナル程透水性ニ富メリ。砂ノ毛細管作用ハ砂ノ有スル孔隙量ノ大小ニ關係ス。大サ別ノ砂粒ニ於テハ砂粒細カキ程孔隙量小ニシテ從テ毛細管作用大ナリ。混合砂ニ於テハ砂粒ノ適當ナル混淆ニヨリ孔隙量ノ低小トナレルモノ程毛細管作用大ナリ。砂ノ含水量ハ大サ別ノ砂粒ニ於テハ砂粒小ナル程大ナリ。混合砂ニ於テハ小ナル砂粒ノ百分率大ナル程含水量ヲ増大ス。

5. 砂丘ニ於ケル砂ノ含有水分ハ主トシテ砂中ニ入りテ粘着力及表面張力ニヨツテ保持セララル降水ト毛細管作用ニヨツテ上昇セシメラルル地下水トヨリ成立ス。而シテ砂丘ノ砂ハ其性質上之等ノ作用ニ乏シキヲ以テ一般ニ水分ノ含有量甚ダ小ナリ。湖山砂丘ニ於ケル調査ニヨレバ4月乃至10月0.1-1.0mノ深サニ於ケル砂ノ平均水分ハ概シテ4-5%ニシテ5%ヲ超ユルコト甚ダ稀ナリ。最も乾燥セル7月ニ於テ深サ1mノ箇所ニアル砂ノ水分僅ニ3.3%ナリシコトアリ。砂ノ含有水分ハ降水ノ影響ヲ受クルコト大ニシテ雨後ニ於テハ概ネ水分ヲ増加ス。季節的ニ之ヲ見ルトキハ6月及7月ニ於テ水分最も減少シ1月乃至3月水分最も増大ス。一般ニ砂丘ニ於テハ砂ハ深サト共ニ水分ヲ増加スルモノナレドモ屢砂中ニ存在スル砂層ノタメニ比較的上層ニ却テ多量ノ水分ヲ保持スルコトアリ。又夏期ノ小雨後ニ於テハ概シテ上層ノ水分ハ下層ヨリ大ナリ。

6. 砂丘ニ於ケル氣乾砂層ノ深サハ4月乃至8月ノ乾燥期ニ於テ最大4-9cmニ及ベリ。12月乃至2月ニ於テハ1cmヲ超ユルコトナシ。同一砂丘ニ於テモ位置ニヨツテ氣乾砂層ノ深サ及表砂ノ水分關係ヲ異ニシ一般ニ4月乃至9月ハ砂丘ノ谷ニ於テ10月以降ハ砂丘ノ頂上及海岸線附近ニ於テ砂表面ハ概シテ能ク乾燥ス。而シテ氣乾セル砂ノ含水量ハ1%以下ニシテ水分1%以上ナルトキハ砂ハ濕潤ス。冬期ニ於ケル砂表面ノ乾燥ハ陽光ヨリモ寧ろ風力ニ原因シ風力大ナル程表砂ノ乾燥速カナリ。

7. 氣乾セル砂粒ハ平面ニ於ケルヨリモ稍緩キ傾斜面ニ於テ却テ動キ易キモノニシテ砂丘砂ノ大部分ヲ占ムル直径0.25-1.0mmノ砂粒ハ5°-7°ノ傾斜角度ニ於テ2.8-3.2%ノ風力ニヨツテ移動シ始ムレドモ水平面ニ於テハ3.2-3.3%ノ風力ヲ要ス。直径1.0-2.0mmノ粗大ナル砂粒ハ2°及3°ニ於テ動キ始ムルニ3.3%ノ風力ヲ必要トス。傾斜角度11°ヲ超ユルトキハ砂粒ヲ動かスニ要スル風力ハ著シク増大ス。而シテ砂粒ノ最も動キ易キ角度ハ砂丘ニ於ケル風上面ノ傾斜角度ニ略同シ。砂丘上ニテハ研究室内ニ於ケルヨリモ稍大ナル風力ヲ要ス。湖山砂丘上ニ於テ多數回實驗セシ結果ニヨレバ直径0.25-1.0mmノ砂粒ハ緩キ傾斜面ニ於テ3.1-3.9%ノ風力ニテ動キ始メタリ。砂粒ノ動ク状態ハ風力及砂粒ノ大サニヨツテ異ル。6-7%ノ風力ニテハ直径1.0mm以上ノ砂粒ハ地上ヲ轉進シ直径0.25-1.0mmノ砂粒ハ地上ヲ飛躍シツツ弧線ヲ畫キテ進ミ更ニ微細ナル砂粒ハ空氣中ニ支ヘラレ遠距離ニ運搬セラル。比較的弱キ風力ニ於テ風上ニアル小砂粒ガ風ノ作用ヲ受ケテ先ズ動キ後方ノ大ナル砂粒ニ衝突シテ之ヲ動かスコトアリ。砂粒ガ濕潤セルトキハ強キ風ノ衝突ヲ受クルモ容易ニ動クコトナシ。僅ニ1%ノ水分ヲ有スル直径0.25-1.0mmノ砂粒ハ4.2-5.0%ノ風力ニヨツテ微動スルニ過ズ。然レドモ風速11%以上ノ暴風ハ相當濕潤セル砂粒ト雖モ之ヲ飛散セシメ得ルモノニシテ湖山砂丘ニ於テハ暴風ノ際1.68-2.38%ノ水分ヲ有スル砂ガ劇シク移動セシコトアリ。一般ニ海岸線ヨリノ距離ヲ増スニ從ヒ砂粒ノ大サヲ減ズルハ風ノ砂粒分類作用ニ原因ス。

8. 下方ノ氣層内ニ生ズル大氣ノ波狀運動ハ速度大ナル波ノ谷ニ於テ砂表面ヨリ砂粒ヲ捲上ガ速度小ナル波ノ山ノ下部ニ砂粒ヲ下シカクシテ砂表面上ニ砂波ヲ生ズ。砂波ハ二ツノ限界速度ノ間ニ於テ形成セラル。而シテ第一限界速度ハ砂波ノ生ジ始ムルトキノ小ナル風速ニシテ第二限界速度ハ風力強大ニ過キ砂波ノ消失スルトキノ風速ナリ。之等兩限界速度ハ砂粒ノ大サ、形狀、砂粒ノ混成状態及砂粒ノ位置等ニ關係ス。直径1.0-2.0mmノ砂粒1.3%、直径0.5-1.0mmノ砂粒49.9%、直径0.25-0.5mmノ砂粒43.8%及直径0.25mm以下ノ砂粒5%ヨリ成立スル湖山砂丘ノ砂ノ第一限界速度ハ4%ニシテ第二限界速度ハ8%ナリ。二ツノ限界速度ノ範圍内ニ於テハ風力大ナル程速カニ砂波ヲ生ズ。砂波ハ風向ニ對シ直角ニ位置シ風上面ハ風下面ヨリ緩斜ナリ。波長ハ風力ニ正比例シテ大トナリ振幅ハ波長ト共ニ増大ス。而シテ波長ト振幅トハ常ニ一定ノ比ヲナスモノニシテ湖山砂丘上ニ於テハ波ノ大サノ如何ニ拘ラズ此比ハ常ニ20:1ナリ。砂波ノ形成ハ大小種々ナル砂粒ノ混成セル砂ニ於テハ明亮ナルモ同大ノ砂ニ於テハ甚ダ不明亮ナリ。砂波ハ風ニヨツテ漸次風下ニ移動スルモノニシテ其速度ハ風力ニ正比例シ砂波ノ大サニ反比例ス。

9. 風が砂草叢ノ如キ通風性ニシテ柔軟ナル障碍物ニ衝突スルトキハ風ノ伴ヘル砂ハ叢ノ背後ニ堆積シテ舌狀砂丘ヲ形成ス。而シテ舌狀砂丘ハ後方ニ至ルニ從ヒ漸次狭小トナリ風ニ對シ最低抵抗小ナル形狀ヲナス。平面的ニ見ルトキハ舌狀砂丘ハ恰モ Zeppelin 形ニ類似セル形ヲナシ尾ノ方向ハ常ニ風向ト一致ス。脊部ノ傾斜角度ハ尖端ニ至ル程減少ス。側方傾斜角ハ 20° — 30° ナリ。舌狀砂丘ノ大サハ之ヲ保護スル砂草叢或ハ其他植物ノ大小ニ關係ス。湖山砂丘上ニ於テ比較的大ナル舌狀砂丘ヲ作ルモノハはまごう、こうぼうむぎ、けかものはし等ニシテはまにがな、はまぼうふう、うんらん等は殆ド舌狀砂丘ヲ作ルコトナシ。風當リ強キ砂丘ノ風上面或ハ高所ニ於テハ舌狀砂丘ハ其尾ヲ失ヒ圓錐形ヲ呈ス。而シテ圓錐形砂丘ノ高サハ 1.9 — 3.0 m ヲ限界トシ極限高ニ達スレバ風ノ作用ニヨツテ再ビ破壊シ始ムルモノナリ。通風性ナキ大ナル障碍物ノ前ニハ強キ渦流ヲ生ズルガ故ニ砂ハ障碍物ニ接觸シテ堆積セズ前方ニ空所ヲ隔テテ稍離レタルトコロニ堆積ス。森林ガ不透性障害物トシテ作用スルトキハ又同様ノ結果ヲ生ズ。通風性ナキ小ナル障碍物ニ於テハ其背後ニ砂ハ舌狀ヲナシテ堆積ス。障碍物ガ通風性アルモ屈撓性ヲ有セザルトキハ砂ハ其前後ニ一樣ニ堆積ス。其他砂波ノ不均等ナル運動ニ基ク累加ノ方法ニヨリ砂丘ヲ生ズルコトアレドモ極メテ稀ナル現象ナリ。

10. 風向ハ砂粒ノ聚合運動即チ砂丘ノ移動ニ大ナル關係ヲ有スルモノニシテ風向一定セルトキハ砂丘ハ常ニ主風ノ方向ニ移動スルモノナレドモ風向定マリナキトキハ砂丘ノ移動ハ阻止セラレ或ハ逆行セシメラルモノナリ。冬期ト夏期ト風向全ク相反スル湖山砂丘ニ於テハ砂丘表面ノ砂粒ノミ或ハ内方ニ或ハ外方ニ反復移動スルノミニシテ砂丘全體トシテ大ナル影響ヲ蒙ルコトナシ。

森林ノ伐採或ハ障碍物ノ破壊ニヨツテ生ズル砂ノ侵入移動ノ状態ハ空所ノ大サ及形ニヨツテ差違アリ。前面ニ入口ヲ有スル梯形或ハ矩形羊齒垣ニ於テハ砂ハ速カニ其内部ニ侵入シ垣ノ後部ヲ被覆ス。而シテ前者ニ於テ最モ速カナリ。又梯形羊齒垣内ニ侵入堆積セシ砂ノ風上面ノ傾斜角度ハ砂粒ノ移動激甚ナル季節ニハ矩形羊齒垣ニ於ケルヨリ大ナリ。飛砂少ナキ季節ニ於テハ之ニ反シ後者内ノ砂ノ傾斜角度ハ前者ヨリ大ナリ。一直線ヲナス垣ノ一部ニ空所ヲ生ズルトキハ其部分ノ砂ハ吹出サレテ後方ニ飛散シ窪地ヲ生ズ。而シテ窪地ハ常ニ規則正シキ形ヲ有シ中央部ニ於テ彎曲度最モ大ニシテソレヨリ上部ハ凸面ヲナシ下部ハ凹面ヲナス。

11. 砂丘中ニアル砂ノ成層ハ種々ナル強サノ風ガ交互ニ吹キタル結果生ゼシモノニシテ其當時ニ於ケル風力ノ強弱ヲ指示スルモノナリ。湖山砂丘ノ各所ニハ粗大ナル砂ト細小ナ

ル砂トノ交互層存在ス。砂丘ニアル平原ハ砂丘移動ノ結果生ジタルモノニシテ其絶對的高サハ明カニ地下水位ニ關係ス。湖山砂丘ニアル砂丘原ニ於テハ地下水面ハ平均 1.5 — 2.0 m ノ深サニ於テ走行セリ。但海拔 30 m ノ高サニアル砂丘原ニ於テハ砂中ニアル不透性粘土層ノタメ地下水位特ニ高く地下 50 cm ニ過ザルトコロアリ。

21. 砂粒ノ大小、降水、植物地被ノ有無等モ砂丘ノ移動ニ影響ヲ及ボス因子ナリ。一般ニ砂粒小ナル程風ノ作用ヲ受ケ易ク從テ砂丘ノ移動ヲ容易ナラシム。雨ハ能ク飛砂ヲ固定ス。殊ニ連続的ニシテ且頻繁ナル降雨ハ砂丘ノ形成及移動ヲ防止スル作用大ナリ。植物地被ハ砂表面ヲ保護シ砂ノ移動ヲ防止ス。

第二部 砂丘造林ニ關スル研究

第一章 砂粒ニヨル松ノ幼樹發生ノ差違

砂粒ト松ノ幼樹發生トノ關係ヲ見シガタメニ著者ハ 1930 年 4 月上旬湖山砂丘上ニ於テくろまつ種子ノ播種及 1 年生苗木ノ植栽ヲ行ヒ其發生及生長状態ニ就テ觀察スルト共ニ實驗室内ニ於テボットニヨル同様ノ試験ヲ行ヘリ。

第一節 砂丘上ニ於ケル實驗結果

湖山砂丘上ニ於テ(1)汀線ヨリノ距離 100 m ニシテ直径 2.0 mm 以上ノ砂粒 0.5% 、直径 2.0 — 1.0 mm ノ砂粒 6.5% 、直径 1.0 — 0.5 mm ノ砂粒 72.4% 、直径 0.5 — 0.25 mm ノ砂粒 18.8% 及直径 0.25 mm 以下ノ砂粒 1.8% ヲ有スル個所(2)汀線ヨリ 500 m ノ距離ニアリテ直径 2.0 — 1.0 mm ノ砂粒 1.2% 、直径 1.0 — 0.5 mm ノ砂粒 51.7% 、直径 0.5 — 0.25 mm ノ砂粒 43.7% 及直径 0.25 mm 以下ノ砂粒 3.4% ヲ有スル個所(3)汀線ヲ隔ツルコト約 1000 m ニシテ直径 2.0 — 1.0 mm ノ砂粒 0.6% 、直径 1.0 — 0.5 mm ノ砂粒 35.6% 、直径 0.5 — 0.25 mm ノ砂粒 54.0% 及直径 0.25 mm 以下ノ砂粒 9.8% ナル個所ヲ選定シ 4 月 5 日同形同大同色ニシテ完全ナルくろまつ種子 100 粒宛ヲ播種シテ發芽状態ヲ觀察シ又 1 年生くろまつ苗木 25 本宛ヲ植栽シ其生長状態ヲ調査セリ。

今各砂地ニ於ケルくろまつ種子ノ平均發芽率及 8 月下旬マデノ平均消失率ヲ擧レバ第 24 表ノ如シ。

即チ砂粒ノ粗大ナル砂地ニ於テハ發芽セルモノ僅ニ 3% ニ過ズ消失率ハ平均 100% ヲ示セリ。而シテ砂粒ノ大サヲ減ズルト共ニ其發芽率ハ増大シ消失率ハ漸次減少セリ。

第24表 砂粒ノ異ナル砂地ニ於ケル子苗ノ發生關係

砂地別	汀線ヨリノ距離 m	發芽率%	消失率%	備 考
(1)	100	3	100	同一砂地ニ各3個所宛播種シ其平均ヲ求メタリ.
(2)	500	24	83	
(3)	1000	37	41	

上記播種ニヨツテ發生シタル幼苗ニ就テ11月上旬其生長關係ヲ檢セリ. 結果次表ノ如シ.

第25表 砂粒ノ異ナル砂地ニ於ケル幼苗ノ生長關係

幼苗別	樹高 cm	直径 cm	樹冠ノ長サ cm	針葉ノ長サ cm	主根 cm	側根 cm	備 考
(1)ノ砂地ニ發生セルモノ	3.5	0.08	1.0	1.2	20.0	3.2	側根數ハ(1)...16(2)...18(3)...59ニシテ砂粒小ナル砂地ノ幼苗ニ於ケル程多數ナリ. 供試本數(1).....1(2).....3(3).....5
(2)ノ砂地ニ發生セルモノ	4.0	0.10	1.0	2.2	10.5	16.2	
(3)ノ砂地ニ發生セルモノ	5.0	0.12	2.0	2.2	6.2	31.0	

上表ニヨレバ砂粒ノ小ナル砂地ニ於ケル幼苗程生長良好ニシテ樹高, 直径, 樹冠ノ長サ及針葉ノ長サ等何レモ砂粒ノ粗大ナル砂地ニ發生セルモノニ比シ大ナリ. 根系統ニ就テ見ルニ主根ハ砂粒ノ粗大ナル砂地ニ發生セル幼苗ニ於テハ砂粒ノ小ナル砂地ニ於ケル幼苗ヨリ著シク長大ナレドモ側根ノ數及長サハ砂粒ノ小ナル砂地ノ幼苗ニ於テ著シク増加セリ. 從テ全根系統ノ長サハ砂粒小ナル砂地ニ於ケルモノ程大ナルヲ見タリ.

次ニ前記各個所ニ植栽セル1年生ノくろまつ苗木ニ就テ8月下旬枯損歩合ヲ調査シタルニ砂粒大ナル砂地ニ植栽セルモノ程枯損率ノ大ナルヲ見タリ. 即チ汀線ヨリノ距離100mニシテ最モ粗大ナル砂粒ヨリ成レル砂地ニ於ケル枯損率ハ80%, 稍砂粒小ナル砂地ニ於テハ24%, 最モ砂粒ノ小ナル内方砂地ニ於テハ12%ノ枯損率ヲ示セリ. 之ガ生長關係ニ就テ11月上旬行ヘル實驗結果第26表ノ如シ.

即チ砂粒小ナル砂地ニ植栽セル苗木ノ生長ハ砂粒ノ粗大ナル砂地ノ苗木ニ比シ著シク良好ナリ. 根系統ニ就テ見レバ主根ハ砂粒ノ大ナル砂地ニ於ケル程長大, 側根ノ數及長サハ砂粒ノ小ナル砂地ニ於ケル程大ナリ.

第26表 砂粒ノ異ナル砂地ニ於ケル1年生苗木ノ生長關係

苗木別	樹高 cm	直径 cm	樹冠ノ長サ cm	針葉ノ長サ cm	主根 cm	側根 cm	備 考
(1)ノ砂地ニ植栽セルモノ	5.5	0.20	1.8	3.2	22.0	53.3	側根數ハ(1)...23(2)...54(3)...136ニシテ砂粒小ナル砂地ニ於ケル程多シ. 供試本數(1).....5(2).....10(3).....10
(2)ノ砂地ニ植栽セルモノ	10.0	0.32	4.5	4.3	15.5	125.5	
(3)ノ砂地ニ植栽セルモノ	10.5	0.32	7.0	7.2	15.0	185.8	

要スルニ砂丘上ニ於ケル播種及植栽試驗ノ結果ニヨレバ砂粒ノ小ナル砂地ニ於ケル程幼苗ノ發生及生長共ニ著シク良好ナリ. (第五圖版第十五圖参照)

第二節 ボツトニヨル實驗結果

4月4日高サ23.5cm, 直径18.5cmノボツトニ豫メ篩ヲ用ヒテ分類セル大サ別ノ氣乾砂粒即チ夫々直径2.0-1.0mm, 1.0-0.5mm, 0.5-0.25mmノ各砂粒及直径2.0-1.0mmノ砂粒1.2%, 直径1.0-0.5mmノ砂粒51.7%, 直径0.5-0.25mmノ砂粒43.7%, 直径0.25mm以下ノ砂粒3.4%ノ割合ニ混合セル砂ヲ充タシ各750ccノ水ヲ給與シタル後各ボツトニ同形同大同色ノ完全ナルくろまつ種子ヲ100粒宛播種セリ. 別ニ同様ノ砂粒ヲ充タル同ジ大サノボツトニ750ccノ水ヲ與ヘタル後1年生くろまつ苗木ヲ3本宛植栽セリ. 而シテ各ボツトハ硝子室内ニ靜置シ平均5日置ニ200cc宛ノ灌水ヲ行ヘリ.

發芽試驗ノ成績ニ就テ見ルニ直径0.5-0.25mmノ砂粒, 直径1.0-0.5mmノ砂粒及混合砂ニ於テハ播種後17日ニシテ發芽ヲ始メ5月21日マデニ直径0.5-0.25mmノ砂粒ニ於テハ82本, 直径1.0-0.5mmノ砂粒及混合砂ニ於テハ各70本ノ子苗ノ發生ヲ見タリ. 直径2.0-1.0mmノ粗大ナル砂粒ニ於テハ稍遅レテ播種後21日ニシテ發芽ヲ始メ5月21日マデニ60本ノ子苗ヲ發生セリ. 即チ各大サ別ノ砂粒ニ於ケルくろまつ種子ノ發芽率ヲ舉レバ

砂粒ノ大サmm	發芽率%	砂粒ノ大サmm	發芽率%
2.0-1.0	60	0.5-0.25	82
1.0-0.5	70	混合砂	70

ニシテ小ナル砂粒ニ於ケル程發芽率大ナリ.

11月上旬之等ノ幼苗ニ就キ其生長關係ヲ調査シタルニ結果次表ノ如シ.

第27表 各種砂粒ニ於ケル幼苗ノ生長關係

幼苗別	砂粒ノ大サ mm	4月4日ヨリ 10月31日マ デノ總給水 量 cc	樹高 cm	直徑 cm	樹冠ノ 長サ cm	針葉ノ 長サ cm	主根 cm	側根 cm	備 考
1	2.0-1.0	8550	3.5	0.050	1.8	2.5	19.5	83.80	供試本數ハ各10本 ナリ、 側根數ハ(1)・81 (2)・95 (3)・96 (4)・72
2	1.0-0.5	同	6.0	0.085	3.5	2.5	19.0	123.90	
3	0.5-0.25	同	7.0	0.095	4.5	2.6	18.5	168.40	
4	混合砂	同	5.5	0.085	2.6	2.5	18.5	80.10	

上表ニヨレバ一般ニ小ナル砂粒ニ於ケル程幼苗ノ生長良好ナリ。例ヘバ直徑2.0-1.0mmノ砂粒ニ生ゼン幼苗ハ直徑1.0-0.5mmノ砂粒ニ發生セン幼苗ニ比シ樹高ニ於テ2.5cm、直徑ニ於テ0.035cm、樹冠ノ長サニ於テ1.7cm小ナリ。根系ニ就テ見ルニ前者ハ後者ヨリ側根ノ長サ及數ニ於テ著シク劣レリ。更ニ直徑0.5-0.25mmノ砂粒ニ生育セル幼苗ハ直徑1.0-0.5mmノ砂粒ニ生ゼン幼苗ヨリ樹高ニ於テ1cm、直徑ニ於テ0.01cm、樹冠ノ長サニ於テ1cm、葉ノ長サニ於テ0.1cm大ナリ。又直徑0.5-0.25mmノ砂粒ニ生ゼン幼苗ハ其主根短小ナレドモ側根ノ數及長サニ於テ最モ大ナリ。混合砂ニ生ゼン幼苗ノ地上部ハ直徑1.0-0.5mmノ砂粒ニ生ゼン幼苗ヨリ概シテ稍不良ナリ。又之ガ側根ノ數及長サハ他ノ何レノ砂粒ニ於ケルモノヨリ小ナリ。

一般ニ混合砂ニ於テハ砂ノ孔隙性ガ適當ナル度合ニナレルトキ幼苗ノ生長良好ナルモ孔隙性ノ度悪シキトキハ生長不良ナルヲ常トスルモノナリ。ポツト試験ノ結果不良ナリシハ此理由ニヨル。(第五圖版第十三圖參照)

次ニ各大サ別ノ砂粒ヲ充タンタルポツトニ栽植セル1年生くろまつ苗木ノ生長關係ニ就キ11月上旬調査シタル結果ヲ示セバ次表ノ如シ。

第28表 各種砂粒ニ於ケル1年生苗木ノ生長關係

幼苗別	砂粒ノ大サ mm	4月4日ヨリ 10月31日マ デノ總給水 量 cc	樹高 cm	直徑 cm	樹冠ノ 長サ cm	針葉ノ 長サ cm	主根 cm	側根 cm	備 考
1	2.0-1.0	8550	14.2	0.40	7.6	8.0	7.8	658.5	表示セルハ各3本 宛ノ平均値ナリ。 側根數ハ略等シキ モ幼苗1ハ比較的 太キ側根ヲ多數有 シ細根ヲ排除ス。
2	1.0-0.5	同	15.0	0.40	10.1	8.5	7.0	637.0	
3	0.5-0.25	同	16.8	0.40	11.2	8.4	5.4	595.7	
4	混合砂	同	16.0	0.32	10.5	7.0	6.0	578.4	

上表ニヨツテ見ルニ各大サノ砂粒ニ於ケル1年生くろまつ苗木ノ生長關係ハ略相等シク砂丘上ニ於ケル栽植試験結果ノ如ク明確ナル差違ヲ見ル能ハザレドモ栽植當初ノ樹高ト11月上旬ニ於ケル樹高トヲ比較スレバ樹高ノ増加量ハ直徑2.0-1.0mmノ砂粒ニテハ約6.2cm、直徑1.0-0.5mmノ砂粒ニ於テハ9.5cm、直徑0.5-0.25mmノ砂粒ニテハ10.3cm、混合砂ニ於テハ8.0cmナリ。即チ小ナル砂粒ニ栽植セン松苗程樹高ヲ増大セリ。又直徑2.0-1.0mmノ砂粒ニ栽植セン松苗ハ栽植前ニ有セン古キ針葉ヲ失ヒタルモ其他ノ砂粒ニ栽植センモノハ依然トシテ古葉ヲ存セリ。

松苗ノ主根ハ小ナル砂粒ニ於ケル程短小ナルモ側根ハ砂粒大ナルニ從ヒ全體ノ長サ及數ヲ増加セリ。而シテ個々ノ側根ニ就テ見ルニ直徑2.0-1.0mmノ最モ粗大ナル砂粒ニ於テハ側根ハ密生スルモ概シテ太ク短クシテ細根ヲ排除シ直徑1.0-0.5mmノ砂粒及直徑0.5-0.25mmノ砂粒ニ於テハ側根ハ稍疎生スルモ概ネ長大ニシテ細根ヲ有セリ。(第五圖版第十四圖參照)

以上ポツト試験ノ結果ニヨレバ砂粒ノ大サハ幼苗ノ發生及生長ニ對シ重大ナル關係ヲ有スルモノニシテ砂粒小ナル程種子ノ發芽及發生セル幼苗ノ生長良好ナリ。1年生松苗ノ生長ト砂粒トノ關係ハポツトニ於ケル砂粒ノ深サ小ナルガタメニ顯著ナラザルモ樹高生長ニ於テ稍明亮ナル差異ヲ示シ小ナル砂粒ニ栽植センモノ程樹高生長大ナルヲ見タリ。混合砂ニ生ジタル幼苗ノ生長不良ナリシハ試験ニ用ヒタル砂ノ孔隙性ノ不適當ナリシニヨルモノニシテ砂ノ組成適當ナルトキハ斯ノ如キコトナシ。

第三節 風ニヨル砂粒ノ分類作用ト森林成立トノ關係

波浪ノタメニ陸上ニ打上ラレタル砂ハ風ニヨツテ分類セラレ大ナル砂粒ハ近距離ニ堆積シ小ナル砂粒ハ風ノタメニ遠距離ニ運搬セラルルヲ以テ一般ニ砂丘地方ニ於テハ海岸線ヨリノ距離ヲ増スニ從ヒ漸次砂粒ノ大サヲ減少ス。著者ノ實驗ニヨレバ湖山砂丘ノ海岸ノ砂ハ直徑1.0mm以上ノ砂粒61%ヲ有スルモ海岸線ヨリ500mヲ隔ツル砂丘頂上ニ於テハ1.0mm以上ノ砂粒ハ1.3%ニ減ジ直徑1.0-0.5mmノ砂粒56.5%、直徑0.5-0.25mmノ砂粒32.4%有ス。更ニ内陸ニ向フニ從ヒ砂粒ノ大サヲ減ジ海岸線ヨリ1700mノ距離ニアル内方砂丘ノ砂ニ於テハ直徑0.5-0.25mmノ砂粒最モ多ク60.5%ヲ占ム。

斯ノ如キ風ニヨル砂粒分類作用ノ現象ト砂粒ト幼苗發生トノ關係ニ就テ行ヘル上記實驗ノ結果ヨリ考察スルバ一般ニ小ナル砂粒ヨリ成立スル内方砂丘ニ於ケル程森林成立ノ可能性大ニシテ粗大ナル砂粒ヨリ成ル海岸ニ近キ砂地ハ森林成立ノ可能性ニ乏シキモノナリト

謂フヲ得ベシ。然レドモ砂丘上ニ於ケル地形如何ハ多少此關係ヲ異ニスルモノニシテ砂粒ノ小ナル内方砂丘ト雖モ海岸ニ向ヘル風當リ大ナル高所ハ自然ノ状態ニ於テハ森林ノ成立ヲ困難ナラシムルモノナリ。又假令砂粒稍粗大ナリトモ前方ニ高キ砂丘ヲ有シ地下水位適度ナル砂地ハ森林ノ成立ニ善良ナル關係ヲ有スルモノナリ。例ヘバ湖山砂丘上ニ於テ海岸ヨリノ距離約1500mニシテ主風ニ向ヘル高キ砂丘上ニハ殆ド植生ヲ見ザルモ同砂丘上海岸ヨリ200-500mノ距離ニアリテ前面ニ大ナル砂丘ヲ有スル低地ハ砂粒大ナレドモ能ク森林ノ成立セルヲ見ルガ如シ。

第二章 砂粒ノ深サノ森林成立ニ及ボス影響

砂丘ノ砂ハ同一個所ト雖モ深サニヨリ砂粒ノ大サヲ異ニスルヲ以テ其組成ノ如何ハ樹木ノ生長ニ大ナル關係ヲ有スルモノナリ。一般土壤ニアリテハ土壤ノ深キ程樹木ノ生長良好ナルヲ常トスレドモ砂ニ於テハ稍趣ヲ異ニシ上部ニ有機物質ノ土壤ヲ有セザルガタメ單ニ深サノ大ナルノミニテハ樹木ノ生長ニ好適ナリト謂フヲ得ズ。

湖山砂丘上ニ生育スルくろまつノ根ノ深サヲ見ルニ平均樹高13.5m胸高直徑80cmヲ有スル80-100年生くろまつノ直根ハ概シテ50-120cmノ深サニアリ。稀ニ1.8mニ達スルモノアレドモ松ノ上長生長及肥大生長共ニ前者ニ比シ稍劣レリ。又樹高2.1m根元直徑9cmニシテ生長極メテ不良ナル25年生くろまつノ根ハ2mノ深サニ達スルモ樹高6m根元直徑15cmニシテ生長稍良好ナル同齡ノくろまつノ根ハ地下50cmノ深サニアリ。而シテ之等試験ニ供シタルくろまつノ生ズル砂地ノ砂ヲ深サニヨツテ分類スレバ次ノ如シ。

第29表 深サニヨル砂粒ノ大サトくろまつノ生長トノ關係

(1)

位 置	深サcm	砂 粒 ノ 大 サ mm %					備 考
		2.0以上	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25以下	
生長良好ナル80-100年生くろまつノ生育地	30	-	0.1	40.0	44.3	15.6	樹高 13.5m 胸高直徑 80cm
	70	-	-	42.5	44.2	13.3	
	100	-	0.1	45.6	44.4	9.9	

(2)

位 置	深サcm	砂 粒 ノ 大 サ mm %					備 考
		2.0以上	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25以下	
生長劣勢ナル80-100年生くろまつノ生育地	30	-	2.5	45.5	43.0	9.0	樹高 11.5m 胸高直徑 65cm
	70	-	1.5	49.8	38.2	10.5	
	100	-	2.1	50.5	38.6	8.8	

(3)

位 置	深サcm	砂 粒 ノ 大 サ mm %					備 考
		2.0以上	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25以下	
生長良好ナル25年生くろまつノ生育地	30	0.5	1.8	51.6	40.9	5.2	樹高 6m 根元直徑 15cm
	70	-	1.7	48.5	42.3	7.5	
	100	-	3.2	45.8	44.4	6.6	

(4)

位 置	深サcm	砂 粒 ノ 大 サ mm %					備 考
		2.0以上	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25以下	
生長不良ナル25年生くろまつノ生育地	30	0.2	6.1	56.5	35.4	1.8	樹高 2.1m 根元直徑 9cm
	70	0.1	3.5	62.2	32.0	2.2	
	100	0.1	4.8	65.4	28.1	1.6	

上表ニヨツテ地下30-100cmニ於ケル砂粒ノ大サトくろまつノ生長状態トヲ比較スレバ深サニヨル砂ノ組成ガくろまつノ生長ニ影響スルトコロ大ナルヲ知ル。即チ生長良好ナルくろまつノ生育地ハ生長不良ナルくろまつノ生育地ニ比シ深サニヨル砂粒ノ大サ概シテ小ナリ。

尙砂ノ組成ノ他砂中ニ存在スル下層土ノ性質及位置或ハ地下水位ノ高サモ亦樹木ノ生長ニ對シ重大ナル關係ヲ有スルモノナリ。

まつノ生長ニ對シ下層土ノ影響大ナルハHartmann⁽¹⁹⁾氏ノ研究ニヨツテ認メラルルトコロニシテ同氏ハ適當ナル深サ即チ地下2m以内ニ混砂粘土層ノ存在スルトキハまつノ生長最モ良好ナルコトヲ叙説セリ。

末恒砂丘上ノ45年生くろまつ林=就テ行ヘル著者ノ調査モ略 Hartmann氏ノ説ト一致スルトコロニシテ今其結果ヲ表示スレバ次ノ如シ。

第30表 下層土トくろまつノ生長トノ關係

個	所	平均樹高 m	平均胸高 直徑 cm	1 ha當 材積 km
(1)	地表下2m以內=火山灰土壤ヲ有セザル砂地	9.0	13	136.0
(2)	地表下2mノ深サ=火山灰土壤ヲ有スル砂地	11.0	18	317.6
(3)	地表下30cmノ深サ=火山灰土壤ヲ有スル砂地	14.5	24	749.2

備考 (2)ノ地表=ハはひごけ生ズ。(3)ノ林下=ハはぜのき、やしやぶし、ひさかき、はぎ、つつじ等生育ス。地表=ハはひごけ生ズ。
火山灰土壤ノ化學成分ハ湖山砂丘=存在スル下層土=等シク含有水分ハ乾燥期=於テ50%以上ナリ。

上表ノ如ク地下30cmノ深サ=火山灰土壤ヲ有スル砂地=於ケルくろまつノ生長最モ優勢ニシテヨク鬱閉ヲ保持セリ。2mノ深サ=下層土ノ存在スル砂地ノくろまつノ生長之=次デ良好ニシテ地中深クマデ下層土ヲ有セザル砂地=於テくろまつノ生長最モ劣勢ナリ。

湖山砂丘=於ケル調査=ヨルモ地下30-100cmノ深サ=下層土ヲ有スル砂地=於テくろまつノ生長最モ良好ナルヲ認メタリ。又砂中=アル下層土ノ存在セル深サノ如何ハ潤葉樹ノ發生=關係アルモノニシテ末恒砂丘ニテハ地表下30-100cmノ深サ=火山灰土壤ノ存在スル個所=於テくろまつ林内=あべまき、こなら、はぜのき、やしやぶし、あきぐみ、はぎひさかき等ノ生育スルヲ見ル。

地下水位ノ高低モ樹木ノ生長=影響スルトコロ大ニシテ Hartmann氏⁽³¹⁾ハ林區 Zieher =於テ調査ノ結果地下1-2m=地下水位ノ存在スルトキまつノ生長最モ良好ナルヲ認メタリ。尙同氏=ヨレバ Biesental =於テ天然生まつ及ぶなノ混淆林ハ微細ナル砂粒=富ム砂丘ノ他ハ地下水位高キ部分=限テ存在スルモノナリト謂フ。

湖山砂丘=於ケル調査=ヨレバ地下水位ノ地下1.5-2.0mノ深サ=アル低地=於テハくろまつ林ノヨキ成立ヲ見ルモ地下水位ノ極メテ低キ砂丘高所ノ砂地=於テハ全ク森林ノ成立ヲ見ズ。然レドモ地下水位ノ過度=高キハ樹木ノ生長=却テ不良ナル影響ヲ與フルモノニシテ湖山砂丘上ノ地下水位20-50cmノ濕地=於ケルくろまつノ上生生長及根系ノ發達甚ダ劣等ナリ。

末恒砂丘上=於テ地下水位1-2mノ個所ト之=隣接シ地下水位極メテ低キ個所トノ45年生くろまつ林=於ケル生長状態ヲ調査シタル=次ノ結果ヲ得タリ。

第31表 地下水位トくろまつノ生長トノ關係

地下水位	平均樹高 m	平均胸高 直徑 cm	1 ha當 材積 km	備 考
地表下1-2m	13.0	23.5	750.0	地被物トシテはひごけ、しのぶごけ等ノ藓類及ひさかき、はぎ等ノ灌木ヲ生ズ。
地表下3m以上	7.5	12.0	103.2	地被物ナシ。

即チ地下水位ガ地表下1-2mノ深サ=アル砂地=於ケルくろまつノ生長ハ地下水位ノヨリ低キ砂地ノくろまつ=比シ生長頗ル旺盛ニシテ樹高、直徑共=前者ハ後者ノ約2倍=近シ。又地下水位ノ高キ砂地=於テハくろまつ林下=自然生灌木類ヲ有セリ。

以上要スル=深サ=ヨル砂ノ組成ノ如何ハ樹木ノ生長=重大ナル關係ヲ有スルモノナリ。下層土ノ性質ト深サ及地下水位ノ高低モ樹木ノ生長=關係スル極メテ重要ナル因子ニシテ之等關係ノ良好ナル砂地=於テくろまつノ生長最モ優勢ナリ。(第七圖版及第九圖版参照)

第三章 砂ノ形狀從テ其物理的性質ト森林成立トノ關係

第一節 砂ノ形狀ト水トノ關係

砂ノ形狀ト水分トノ關係=就テ著者ノ行ヘル實驗結果ヲ略記スレバ(1)砂ノ透水性ハ砂粒ノ大サ=關係シ砂粒大ナルモノ程透水ノ速度大ナリ。例ヘバ直徑1.8cm高サ75cmノ砂柱ヲ浸潤スル=要スル時間ハ直徑0.25mm以下ノ砂粒15分22秒、直徑0.25-0.5mmノ砂粒6分19秒、直徑0.5-1.0mmノ砂粒3分30秒、直徑1.0-2.0mmノ砂粒46秒ニシテ各大サノ砂粒=於ケル透水速=ハ著シキ差違アリ。(2)砂ノ毛細管作用ハ砂粒ノ大サ=關係シ直徑1.8cm高サ80cmノ砂柱内ヲ上昇スル水ノ高サハ195日後=於テ直徑0.25mm以下ノ砂粒60.6cm、直徑0.25-0.5mmノ砂粒50.2cm、直徑0.5-1.0mmノ砂粒40.0cm、直徑1.0-2.0mmノ砂粒21.3cmヲ示セリ。即チ砂粒小ナル程孔隙量小ニシテ水ノ上昇スル高サヲ増大ス。(3)砂ノ絕對容水量ハ直徑0.25mm以下ノ砂粒24.43%、直徑0.25-0.5mmノ砂粒21.55%、直徑0.5-1.0mmノ砂粒9.18%、直徑1.0-2.0mmノ砂粒ハ0.65%=シテ砂粒小ナル程容水量ハ著シク大ナリ。以上實驗結果ヲ綜合スレバ直徑0.25mm以下ノ砂粒=於ケル水分ノ關係最モ良好ニシテ直

徑0.25-0.5mmノ砂粒之ニ次ギ直径1.0-2.0mmノ粗大ナル砂粒ニ於テハ水分ニ對スル關係甚ダ不良ナリ。

而シテ砂粒小ナル程換言スレバ水分ニ對スル關係ノ良好ナル砂粒ニ於ケル程幼苗ノ發生及生長ノ良好ナルハ砂粒ニ由ル幼樹發生ノ差違ニ就テ行ヘル實驗結果ヨリ窺知シ得ルトコロニシテ例ヘバポット試驗ノ結果幼苗發生ノ割合ハ直径0.25-0.5mmノ砂粒ニ於テハ82%、直径0.5-1.0mmノ砂粒ニテハ70%、直径1.0-2.0mmノ砂粒ニテハ60%ニシテ其生長モ直径1.0-2.0mmノ粗大ナル砂粒ニ於テ殊ニ不良ナルヲ見タリ。

故ニ砂丘ノ砂ニ存在スル細砂ノ含有量ノ如何ハ森林ノ成立ト密接ナル關係ヲ有スルモノニシテ湖山砂丘ニ於テモ直径1.0mm以上ノ砂粒61%ヲ占メ直径0.5mm以下ノ砂粒ノ含有量僅ニ1.4%ナル海岸ニ近キ砂地上ニハ森林ノ成立ヲ見ルコト能ハズ。海岸ヲ隔リテ次第ニ内方ニ至レバ細砂ノ含有量ヲ増大シ森林ノ成立スルヲ見ル。

Albert氏⁽³⁾ハ砂中ニ含マルル直径0.2mm以下ノ細砂ノ分量ノ大小ニヨリ砂ノ地位ヲ分チ細砂ノ含有量10%ハまつニ對スル存在ノ最低限度ヲ現ハシ10%以下ノ細砂量ヲ有スル砂ハ植物ヲ有セズ。細砂20%ヲ含有スル砂ハ中等ノ收穫級ヲ有スルまつノ土壤ニシテ下木トシテぶなヲ有シ細砂含有量約30%ノ砂ニ於テハまつ及ぶなノ殆ド相等シキ生長ヲ示シ更ニ40%或ハソレ以上ノ細砂ヲ含有スル砂ハ第一乃至第二ノ收穫級ヲ有スルまつノ土壤ニシテぶな及ならノ生長亦良好ナルコトヲ説述セリ。

砂粒表面ノ新鮮度、丸サノ度等モ砂ノ含有水分ニ關係スルモノニシテ一般ニ稜角ヲ帶ビ砂粒表面ノ新鮮ナル海岸ノ砂ハ水分ニ對スル關係不良ニシテ内方砂地ニ於ケル稜角ヲ失ヒ表面ノ被覆セラレテ汚穢ナル砂程水分ニ對スル關係良好ナルヲ普通トス。

第二節 砂ノ形狀ト熱トノ關係

砂ノ熱ト含有水分トハ密接ナル關係ヲ有スルモノニシテ保水力ニ乏シキ粗砂ハ陽光ニヨツテ忽チ高熱トナリ砂表面ハ水分ヲ失ヒ激シク乾燥スルヲ以テ幼苗ノ發生極メテ困難ナリ。假令雨後水分ヲ得テ種子ノ發芽スルコトアリト雖モ次デ來ル乾燥ニヨリ組織軟弱ナル幼苗ハ忽チ消失ス。之ニ反シ砂粒ノ形小ナルモノハ水分ヲ保持スルコト多キガ故ニ陽光ノ直射ヲ受クルモ上層ノ地温ハ粗大ナル砂ニ於ケルガ如キ高熱ニ達スルコトナシ。湖山砂丘上ニ於ケル著者ノ觀測ニヨレバ4月中旬乃至下旬砂丘ノ谷ニ於テ直径1.0mm以上ノ砂粒7%、直径0.5mm以下ノ砂粒20.6%ヲ有スル稍粗大ナル砂ノ表面温度25°-45°Cナルトキ直径1.0mm以上ノ砂粒0.1%、直径0.5mm以下ノ砂粒67.2%ヲ有スル稍細カキ砂ノ表面温度

ハ17.5°-38°Cヲ測レリ。而シテ前者ハ地下5-10cmノ深サニ於テ0.8-1.25%ノ水分ヲ有シ後者ハ同ジ深サニ於テ3.8-4.45%ノ水分ヲ有シタリ。

著者ハ砂粒ノ大サト砂表面温度トノ關係ヲ實驗的ニ確メンガタメニ各大サ別ノ砂粒ヲ高サ10cm直径15cmノポットニ充タシ硝子室内ニ靜置シ次ノ如ク砂表面温度ヲ測定セリ。但シ各大サ別ノ砂粒ヲ充タセルポットニハ平均5日毎ニ同量ノ水分ヲ加ヘタリ。

第32表 砂粒ノ大サト砂表面温度トノ關係

年	月	日	室温°C	砂 表 面 温 度 °C			
				直径2.0-1.0mmノ砂粒	直径1.0-0.5mmノ砂粒	直径0.5-0.25mmノ砂粒	直径0.25mm以下ノ砂粒
1930	4	9	26	30	29	28	28
		13	26.5	28.5	28	27	26.5
		17	28	29	28	26	26
		27	28	32	30	29	28
	5	3	28	32	29	28	28
		8	32	38	34	32	32
		10	32	35	33	32	31.5
		16	33	38	37	33.5	33.5
		22	28	31	30	29.5	29
		30	35	39	38.5	36.5	35
	6	3	34	38	37	36.5	35
		7	32	36	35	33.5	32.5
		9	32	36	35.5	33	32
		11	34	39	37.5	36	34.5
		19	30	32	31	30	30

上表ノ示ガ如ク直径0.5-0.25mmノ砂粒ト直径0.25mm以下ノ砂粒ノ表面温度ハ相等シキカ或ハ其差最大1.5°Cニ過ザルモノゾヨリ砂粒ノ大サヲ増スニ從ヒ表面温度モ亦増大シ直径2.0-1.0mmノ砂粒ト直径0.25mm以下ノ砂粒トノ表面温度ノ差ハ最高6°Cニ及ベリ。

要スルニ砂粒小ナル程砂ノ水分及熱ニ對スル關係良好ニシテ從テ森林ノ成立ニ對シ善良ナル影響ヲ及ボスモノナリ。

第四章 砂ノ酸度ト森林成立トノ關係

森林ニ於ケル土壤ノ酸度ニ就テ Frank 氏⁽⁸⁷⁾ノ研究ノ結果一般ニ多クノ樹種ハ土壤ノ酸性ニ對シ抵抗力大ニシテ酸性土壤ニ適應スルノミナラズ特ニ瘠惡地ニ於テハ或樹種ハ其生長上却テ適度ノ酸性ヲ要求スルモノナルコトヲ認メタリ。Nemec 及 Kvapil 兩氏⁽¹⁸⁾ノ研究ニヨレバ強酸性ヲ呈スル腐植土ニ於テモまつ、たうひ等ノ針葉樹ハ其生長ニ異常ヲ認ムルコトヲ得ズ少クモ老齡林ニ於テハ樹根ハ土壤ノ強キ酸性ニヨツテ大ナル危害ヲ蒙ルコトナキガ如シト謂フ。而シテ幼苗ハ土壤ノ酸度ニヨリ大ナル影響ヲ受クルモノナルコトハ Schmidt 氏⁽¹⁸⁾ノ研究セシトコロニシテ即チ同氏ノ實驗ニヨレバまつ及たうひノ幼苗ハ強キ酸性ノ培養液ニ於テアルカリ反應ヲ呈スル培養液ニ於ケルト同ジク大ナル被害ヲ受ケタリ。

著者ハ酸度ト松林トノ關係ヲ見シガタメニ 1930 年 5 月湖山砂丘上ノ内方砂地ニアルくろまつ林及混淆林内ノ砂及裸地ノ砂ノ酸度ヲ檢出セリ。

實驗結果次ノ如シ。

第 33 表 砂丘林ニ於ケル砂ノ酸度(地表下 5-10cm)

砂ノ種類	Phノ値	備考
裸地ノ砂	5.71	
9年生くろまつ林内ノ砂	5.64	落葉落枝ナシ
20年生くろまつ林内ノ砂	5.57	落葉落枝アリ
100年生くろまつ林内ノ砂	5.25	同
幼苗ノ發生及生長ノ良好ナルはひごげ下ノ砂	6.13	
くろまつ及にせあちあ混淆林内ノ砂	6.61	落葉落枝アリ

上表ニヨツテ見ルニくろまつ林内ノ砂ハ何レモ裸地ノ砂ニ比較シヨリ酸性ヲ呈シ又同ジくろまつ林ニ於テモ高齡ニシテ落葉落枝ノ存在スルモノ程砂ノ酸性強シ。

湖山砂丘上ニアル 35 年生くろまつ林内ノ砂表面ヲ被覆セル厚サ 4-6cm ノ粗腐植質ハ Phノ値 4.30-4.80 ニシテ強キ酸性ヲ呈スレドモ同所ニ生育セルくろまつハ同林内ニ於テ斯ノ如キ酸性腐植質ヲ有セザル個所ニ生ズルくろまつト其生長ニ大ナル差違アルヲ見ズ。此事

〔鳥取高農學術報告

實ハ前記 Nemec 氏等ノ研究結果ト一致スルトコロニシテ少クモ年齢相當大ナルくろまつ林ニ於テハ樹根ハ土壤ノ強キ酸性ニヨツテ影響ヲ受ルコトナシ。之ニ反シ斯ノ如キ酸性腐植質ノ存在スル林地ニ於テハ陽光水分等ノ關係適度ノ場合ト雖モ殆下幼苗ノ發生ヲ見ルコト能ハズ。稀ニ存在スルモ稚苗ノ生長極メテ不良ナリ。之ト對照センガタメニ 35 年生くろまつ林ノ林縁ニアリテ幼苗ノ發生及生長ノ良好ナルはひごげ下ノ砂ノ酸度ヲ檢シタルニ Phノ値ハ 6.13 ニシテ弱酸性ナリキ。

是等ノ諸點ヲ綜合スレバ土壤ノ酸度ハ幼苗ノ發生及生長ニ大ナル關係ヲ有スルモノニシテ強キ酸性ハ之ニ對シ有害ナリ。潤葉樹ノ混淆林内ノ酸性ヲ著シク微弱ナラシムルモノニシテ例ヘバくろまつ及にせあちあ混淆林内ノ砂ノ酸度ハ 6.61 ナルヲ見タリ。

混淆林内ニ於テくろまつノ幼苗ノ發生及生長共ニ良好ナルハ素ヨリ水分ノ重大ナル作用ニ歸セザルベカラザルモ土壤ノ酸性微弱ナルコトモ亦其一因ナルベシ。

要スルニ砂丘林ノ中相當年齢ノ大ナルくろまつ林ニ對シテハ酸度ノ直接ノ意義ハ明亮ナラザルモ幼苗ノ發生及生長ニ對シテハ至大ノ關係ヲ有スルガ如シ。

第五章 砂ノ溫度ト植生トノ關係

第一節 砂ノ溫度ト植生

發芽ト溫度トノ關係ニ就テ Haack 氏⁽¹⁸⁾ノ行ヘル研究結果ニヨレバまつ種子ノ發芽ニ對スル溫度ノ最低限度ハ 5°-6°C ニシテ最適溫度 25°-29°C, 最高限度 37°-38°C ナリト謂フ。又同氏ハまつ種子ノ發芽ニ及ボス溫度ノ變化ノ影響ニ就テ研究シタル結果まつニ於テハ溫度ノ變化ハ寧ろ刺戟作用ヲ有シ却テ發芽率ヲ増大スルモノナルコトヲ發見セリ。

湖山砂丘上ニ於テ著者ノ觀測セシトコロニヨレバ日中砂表面ノ溫度ハ 1 月乃至 2 月ノ候ト雖モ平均 5°C 以下ニ降ルコト稀ナリ。3 月ニ至レバ砂表面溫度ハ著シク上昇シテ屢 20°C 以上ニ及ビ 4 月ニ於テハ更ニ高溫トナリ砂ノ表面溫度ハ 30°C 以下ニ降下スルコトナシ。即チ砂ノ上層ニ於ケル溫度ハ早春已ニ種子ノ發芽ニ適當ナル溫度トナリ其發芽ヲ促進セシムルモノナリ。著者ハ湖山砂丘上ニ於テ 3 月中旬乃至下旬母樹下ニ多數くろまつ子苗ノ發生セルヲ實見セリ。

斯ノ如ク春期ニ於ケル砂ノ溫度ハ種子ノ發芽ヲ促進セシムル作用アレドモ夏期ニ於テハ砂表面ハ陽光ノ直射ニヨツテ灼熱セラレ屢 40°C 以上最高 60°C ニ達シ之ニ隨伴シテ砂ノ水分ハ急減シタメニ組織軟弱ニシテ根系ノ發達不完全ナル幼苗ハ忽チ枯死スルニ至ルモノ

第一卷第三號, 昭和七年)

ナリ。

夏期=於ケル砂ノ高熱=ヨツテ最モ被害ヲ蒙リ易キハ發生後間モナキ幼苗=シテ年齢ヲ増加スル=從ヒ組織強固トナリ根系統ハ深ク砂中=入ルヲ以テ漸次被害ノ度小トナル。湖山砂丘上=於ケル觀察=ヨレバ5年生トナリ樹高50cm=及ベルくろまつハ砂ノ高熱=ヨツテ最早大ナル影響ヲ受クルコトナシ。

既=叙述セルガ如ク湖山砂丘地方=於テハ冬期ト雖モ日中砂表面溫度ハ5°C以下=低下スルコト少ク地下10cmノ深サ=於テハ1月乃至2月平均3.8°C=シテ過度ノ低溫ヲ示スコトナシ。從テ冬期ノ低溫ガ植物ノ生育=及ボス不良ナル影響ヲ認メ難シ。

第二節 砂ノ溫度ト水分ガ松苗=及ボス關係

著者ハ砂ノ溫度ト水分ガ松苗=及ボス關係ヲ見ンガタメ=1930年4月上旬湖山砂丘上=於テくろまつ種子ノ播種及1年生くろまつ苗木ノ植栽ヲ行ヒ其發生及生長狀態=就テ觀察スルト共=硝子室内=於テボツト=ヨル播種及植栽試驗ヲ施行セリ。其大要ヲ記スレバ次ノ如シ。

1. 砂丘上=於ケル實驗結果

湖山砂丘試驗地内=於テ砂ノ含水量ヲ異ニセル二ツノ砂地=4月5日くろまつ種子100粒宛ヲ播種シ其發芽ト發生セル幼苗ノ生長ヲ檢シ又1年生くろまつ苗木25本宛ヲ植栽シ其生長狀態ヲ觀察セリ。但同一砂地=就キ3個所宛播種及植栽ヲ行ヘリ。

今各試驗=供シタル砂地ノ水分ヲ舉レバ次ノ如シ。

第34表 播種及植栽試驗地=於ケル砂ノ水分

(1) 播種試驗地ノ砂ノ水分(地下5-10cm)

月 日	含水量%		月 日	含水量%		月 日	含水量%		備 考
	I	II		I	II		I	II	
4 23	3.35	6.40	5 30	3.28	5.56	7 2	3.09	5.15	I...夏期=於テ最大6.5cmノ深サマデ氣乾 II...夏期=於テ最大3.0cmノ深サマデ氣乾
5 7	1.37	4.59	6 8	2.46	5.25	13	2.39	5.43	
14	1.49	5.93	10	1.16	4.85	15	1.70	4.59	
18	3.03	5.92	15	1.44	4.72	8 7	2.21	5.12	
25	3.49	5.73	35	2.96	4.21	15	2.11	4.23	

(2) 植栽試驗地ノ砂ノ水分

月 日	含水量%		含水量%		備 考
	10cm	30cm	10cm	30cm	
5 18	3.74	4.08	4.50	6.67	I...夏期=於ケル氣乾砂ノ深サ最大6.5cm
25	2.19	4.90	5.30	6.08	
6 8	2.60	3.72	3.96	5.42	II...夏期=於ケル氣乾砂ノ深サ最大3.0cm
15	1.14	3.16	3.92	4.29	
25	1.21	3.36	3.76	5.55	
7 2	2.50	3.56	4.82	5.36	
13	2.54	4.36	4.96	5.65	
25	1.82	2.15	3.90	4.79	
8 7	1.28	3.02	3.59	4.47	

上表=ヨツテ見ルガ如ク播種試驗地及植栽試驗地ノ何レモIIノ砂地ハIノ砂地ヨリ常ニ多量ノ水分ヲ含有セリ。

砂表面溫度ハIIノ砂地ハIノ砂地ヨリ夏期1°-3°C低溫ナルヲ見タリ。

上記水分ノ異ナル二ツノ砂地=播種シタルくろまつ種子ノ發芽率及子苗ノ消失率ハ次ノ如シ。

第35表 水分ノ異ナル砂地=於ケル子苗ノ發生關係

播種床	發芽率%	消失率%	備 考
I	25	95	發芽率ハ5月下旬=於ケル調査ニシテ消失率ハ8月下旬ノ調査ニヨル
II	53	26	

即チ含有水分ノ大ナル砂地=於ケル發芽率ハ水分ノ小ナル砂地=於ケル發芽率ノ2倍強ナリ。消失率=就テ見ルモ水分多キ砂地=於ケル消失歩合ハ水分少キ砂地=於ケルヨリ著シク小ニシテ前者ハ後者ノ約1/3.7=當レリ。

次=播種=ヨツテ發生シタル幼苗=就テ11月上旬其生長關係ヲ調査セリ。其結果次表ノ如シ。

第36表 水分ノ異なる砂地ニ於ケル幼苗ノ生長關係

幼 苗 別	樹高 cm	直徑 cm	樹冠ノ 長サ cm	針葉ノ 長サ cm	主根 cm	側根 cm	備 考
Iノ砂地ニ發生セルモノ	2.0	0.08	0.5	1.0	13.5	16.2	供試本數 ³ 側根數平均 20.2
IIノ砂地ニ發生セルモノ	6.0	0.18	3.5	5.0	10.0	72.3	供試本數 ⁸ 側根數平均 59.5

上表ニヨレバ含有水分ノ大ナル砂地ニ於ケル幼苗ハ生長概シテ良好ニシテ水分小ナル砂地ノ幼苗ニ比較スレバ樹高、直徑、樹冠ノ長サ及針葉ノ長サ等著シク大ナリ。又水分ニ乏シキ個所ニ生ゼシ幼苗ノ葉ハ帶黄綠色ナリシモ水分ノ大ナル個所ニアツテハ針葉ハ濃綠色ヲ呈セリ。根系統ニ就テ見ルニ水分小ナル砂地ノ幼苗ハ主根長大ナレドモ側根ノ數及長サハ水分ノ大ナル砂地ノ幼苗ヨリ著シク小ナリ。

1年生苗木ノ植栽試験ノ結果ヲ擧レバ水分ノ含有大ナル砂地ニ於テハ乾燥期ニ於テモ枯死シタルモノナク水分ノ小ナル砂地ニ於テハ平均25%ノ枯損ヲ見タリ。1年生苗木ノ生長關係ニ就テ11月上旬行ヘル實驗結果次ノ如シ。

第37表 水分ノ異なる砂地ニ於ケル1年生苗木ノ生長關係

苗 木 別	樹高 cm	直徑 cm	樹冠ノ 長サ cm	針葉ノ 長サ cm	主根 cm	側根 cm	備 考
Iノ砂地ニ植栽セルモノ	10.5	0.30	5.0	4.5	20.5	108.3	供試本數 ⁶ 側根數平均 33.5
IIノ砂地ニ植栽セルモノ	15.0	0.50	10.5	7.3	20.5	374.5	供試本數 ¹⁰ 側根數平均 163.8

上表ノ示スガ如ク水分ノ大ナル個所ニ植栽セル苗木ノ生長ハ含有水分小ナル砂地ニ植栽セル苗木ニ比較シ著シク良好ナリ。又水分小ナル砂地ノ苗木ノ針葉ハ短小ニシテ黄色ヲ呈セリ。根系統ニ就テ見ルニ水分多キ程其發達良好ニシテ側根ノ數及長サヲ増加セリ。

要スルニ砂丘上ニ於ケル幼苗ノ發生及生長ノ良否ハ主トシテ砂ノ水分ニヨツテ支配セラレ一般ニ水分ノ大ナル砂地ニ於ケル程此關係ノ良好ナルヲ見ル。

砂ノ溫度モ亦苗木ノ生長ニ關係スル重要因子ナレドモ砂地上層ノ溫度ハ水分ニヨツテ影響セラレ砂ガ濕潤スルトキハ夏期ノ高熱ヲモ能ク緩和シ且溫度ノ激變ヲ防ギ植物ノ生長ヲ旺盛ナラシムルモノナリ。

2. ボットニヨル實驗結果

4月4日高サ23.5cm直徑18.5cmノボット4個ニ平均直徑2.0-1.0mmノ砂粒1.2%, 直

徑1.0-0.5mmノ砂粒51.7%, 直徑0.5-0.25mmノ砂粒43.7%及直徑0.25mm以下ノ砂粒3.4%ノ混淆率ヲ有スル氣乾砂ヲ充シNO.Iノボットニハ500cc, NO. IIノボットニハ700cc, NO. IIIノボットニハ900cc, NO. IVノボットニハ1100ccノ水ヲ給與シタル後各ボットニ同形同大同色ノ完全ナルくろまつ種子100粒宛播種セリ。別ニ同様ノ砂ヲ充タセル同大ノボット4個ニ夫々500cc, 700cc, 900cc及1100ccノ水ヲ與ヘタル後1年生くろまつ苗木ヲ3本宛植栽セリ。而シテ各ボットハ硝子室内ニ靜置シ平均5日置ニ次ノ如ク各異ノ水量ヲ給與セリ。

ボット番號	播種ボット1回ノ給水量	植栽ボット1回ノ給水量
I	100cc	100cc
II	200cc	200cc
III	300cc	300cc
IV	350cc	400cc

各ボットノ砂表面溫度測定ノ結果ヲ表示スレバ次ノ如シ。

但 A……植栽ボット. B……播種ボット. 測定時間午後1時乃至2時.

第38表 各ボットノ砂表面溫度°C

月 日	室 溫	I		II		III		IV		
		A	B	A	B	A	B	A	B	
4	5	20	19	18	19	18	19	18	18.5	18
	9	26	26	25	24.5	24	24	24	24	24
	11	18	17	18	17	17.5	17	16.5	17	16.5
	13	26.5	26.5	26	24	24	24.5	24	23	23
	15	14	15	15	15	15	15	14.5	15	14.5
	17	20	27	28	27	27	26	26	25	24
	19	22	27.5	28	28	27	25.5	26	25.5	26
	21	16	17	17	16	17	16.5	16.5	16.5	16.5
	23	20	18	18.5	19	19	19	19	17.5	18
	25	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	27	21	25	26	25	25	24	24	24.5	25

月 日	室 温	I		II		III		IV	
		A	B	A	B	A	B	A	B
4	29	17	17.5	17	17	17	16.5	17	16.5
5	1	18	18.5	18	18	18	18	18	18
	3	20	27	25	26	25	25	25	24.5
	5	22	27	27	27	26	26	26	26
	7	15	17.5	17	15.5	16	15	16	15
	9	17.5	19	19	18.5	19	18	18.5	18
	12	20	24	24.5	22.5	22	22	22	21.5
	14	21	29	29	26	27	24	27	24
	16	24	33	36	31	32	31	30	30
	18	24.5	36	37	34	34	34	33.5	33.5
	20	23	25.5	26.5	25	25	25	24.5	24
	22	22	29	29	27.5	28	27	27	26
	24	20	27	30	27	28	25	27	25
	26	23	29.5	32	27.5	29.5	26.5	27.5	27
	28	20	22	22	21.5	22	21.5	22	21.5
	30	26	33	36	31	32	30	32.5	29
6	1	24	26	26.5	26	24.5	24.5	25	24.5
	3	24	30.5	36	30.5	30.5	30	30.5	30
	5	20	21.5	21.5	20.5	21	21	21	20.5
	7	32	31	37	29.5	32	29	30.5	29
	9	34	29.5	36	29.5	32.5	29	31	28.5
	11	34	32.5	37	31	34.5	30.5	30.5	30
	13	36	33	37.5	32.5	34	31.5	32	31
	15	22	24	25	24	24	24	23.5	24
	17	26	25	25	24.5	23.5	23.5	23	23.5

月 日	室 温	I		II		III		IV	
		A	B	A	B	A	B	A	B
6	19	30	30	31	29	28.5	28	28.5	27.5
	21	24	22	23	22	22	22	22	22
	23	25	25.5	25.5	24	24.5	24.5	24	24.5
	25	27	26.5	26	26	26	25.5	25.5	25
	27	24.5	24	24	23	23.5	24	24	23.5
	30	32	28	29	28	28.5	28.5	28	28
7	2	38	34	38	34	38	33	34	32.5
	4	33	30	30.5	30	30	29	30	29
	6	28	28	28	28	28	27	26	27
	8	26	24.5	25	25	24	24	24.5	24
	10	31	29	29	28.5	28	27.5	28	27.5
	12	33	34	35	32	32	32	31.5	31.5
	14	34	36	36	35	36	34	35	34.5
	16	36	39.5	41.5	36	37	36	33	33.5
	18	33	32	32	31.5	31	31.5	29	30
	20	33	31	30.5	29.5	30	30	29.5	29
	22	34	34	32.5	31.5	32	30	31.5	30
	25	37	41.5	44	42	41.5	38	35	38
	29	39	42	45.5	37.5	41	38	37.5	37
	31	28	27	27.5	27	26	27	26	26
8	2	32.5	34.5	32.5	31	32	31	30	30
	4	38	41	44.8	38	40	38	37.5	36.5
	6	36.5	40	40.5	36.5	36.5	36	36	35
	8	35	40.5	41	36.5	36.5	36	36.5	36
	11	39	40.5	43.0	38	40	37.5	38.5	37

月 日	室 温	I		II		III		IV		
		A	B	A	B	A	B	A	B	
8	13	30	29.5	29.5	29	28.5	29	27	27	26
	15	39	39.5	43.2	37.5	39	37.5	38.5	37	35
	18	33	36	36	34	34.5	34.5	33	33	32
	20	38.5	38.5	42.5	36	37.5	36	36.5	33.5	34
	22	40	42.5	44.5	38	40.5	38	38.5	37	35.5
	25	30	29.5	30	29.5	29	29	28.5	29	28.5
	27	37	34.5	35.5	32.5	35	32.5	33.5	32	32.5
	29	39.5	38	41	36	39	36	35.5	34	34
9	1	35	32.5	36	31	33	31	31.5	30	31
	3	32	32	33.5	31.5	31.5	31	30.5	31	29
	5	33	31	32.5	31	32.5	31	32	29.5	30
	8	30	36	37.5	33	35	33	33.5	32	30.5
	10	32	32	33.5	29.5	30.5	30.5	30	29	28.5
	12	24	24	23.5	23	23.5	23	23	22	23
	14	28	27.5	27	26	26.5	25.5	26	25	25.5
	17	29	27	28	25.5	26	25.5	26	25	25.5
	19	25	24.5	25	24	23.5	23.5	23.5	23	23
	22	34	35	37	33.5	35.5	33	31	29.5	30
	25	23	22.5	23	22.5	22	22.5	21.5	21.5	21.5
	27	31	28.5	31.5	28.5	30.0	28.5	28	27	28
	29	20.5	20.5	20.5	20	20.5	20	20	20	19.5
10	1	26	28	28.5	26.5	26.5	26	25	25.5	23
	3	22.5	22	23.3	22	21.5	21.5	21	21.5	20.5
	6	30	31.5	33	28	29	28	27	26	25.5
	8	28	30	31	28	29	28	27.5	26.5	24

〔鳥取高農學術報告

月 日	室 温	I		II		III		IV	
		A	B	A	B	A	B	A	B
10	29	27	28	25	27	25	25.5	24	24
14	19.5	19.5	18.5	18	18.5	17.5	18.5	17	17.5
16	28	27	29	25	27.5	25	24.5	24.5	24.5
18	29	32	32.5	28	30.5	30	29	27.5	26
20	29	29	28	26.5	27	26.5	26	26	25.5
22	29	28.5	29	26.5	27	26	25	24	25
25	24	21	21.5	21	21.5	21	21	21	21
30	28	28	29	27	28.5	27	27	26.5	27

上表ニヨレバ4月乃至5月ニ於テハ各ポットノ砂表面温度ニ大差ナキモ6月乃至8月ニ於テハ毎回ノ給水量100ccノポットニ於テ常ニ最高温ヲ示シソレヨリ給水量ノ増加ト共ニ漸次砂表面温度低下セリ。

發芽試験ノ成績ニ就テ見ルニ毎回100ccノ灌水ヲ行ヘルNO. Iノポットニ於テハ播種後20日ニシテ發芽ヲ始メ5月21日マデニ60本ノ子苗發生セリ。毎回200ccノ灌水ヲナセルNO. II, 毎回300ccノ灌水ヲ行ヘルNO. III及毎回350ccヲ給水セルNO. IVノ各ポットニ於テハ前者ニ比較シ稍早ク播種ノ日ヨリ17日ノ後發芽ヲ始メ5月21日マデニNO. IIノポットニ於テハ76本, NO. III及NO. IVノポットニ於テハ82本ノ子苗ヲ生ジタリ。即チ各ポットニ於ケル發芽率ハNO. I 60%, NO. II 76%, NO. III 82%, NO. IV 82%ニシテNO. III及NO. IVノポットニ於ケル發芽率最大, NO. IIノポットニ次ギ毎回100ccノ水ヲ與ヘタルポットNO. Iニ於テ最モ不良ナル結果ヲ得タリ。

11月上旬播種ニヨツテ發生セル幼苗ノ生長關係ヲ吟味シタルニ其結果第39表ノ如シ。

之ニヨレバ一般ニ給水量大ナル程幼苗ノ生長良好ナリ。例ヘバ毎回100ccヲ給水シタルポットNO. Iニ生ゼシ幼苗ハ毎回200ccノ水ヲ給與セシNO. IIノポットニ發生セル幼苗ニ比シ樹高ニ於テ1.5cm, 直径ニ於テ0.005cm, 樹冠ノ長サニ於テ1cm, 針葉ノ長サニ於テ0.5cm小ナリ。根系統ニ就テ見ルニ前者ハ後者ヨリ主根ニ於テ5cm長キモ側根ノ數及長サニ於テ劣レリ。毎回200ccノ灌水ヲ行ヘルNO. III及毎回300ccヲ給水シタルNO. IIIノ兩ポットニ生ジタル幼苗ヲ比較スレバNO. IIIノポットニ生ジタル幼苗ハポットNO. Iノ幼

第一卷第三號, 昭和七年]

第39表 水分=ヨル幼苗ノ生長關係

ポット 番 號	4月4日ヨリ 10月31日マ デノ總給水 量 cc	樹高 cm	直徑 cm	樹冠ノ 長サ cm	針葉ノ 長サ cm	主根 cm	側根 cm	備 考
I	4400	4.5	0.045	2.5	1.5	22.0	43.00	供試本數ハ各15本 側根數ハ平均I.80.0 II.85.2 III.98.5 IV.102.8ニシテ給 水量ノ大ナルモノニ於ケ ル程大ナリ.
II	8500	6.0	0.050	3.5	2.0	17.0	136.75	
III	12600	6.5	0.095	3.5	2.8	16.5	201.70	
IV	15100	7.0	0.100	4.5	2.8	15.0	486.90	

苗ニ比シ樹高ニ於テ0.5cm, 直徑ニ於テ0.045cm, 針葉ノ長サニ於テ0.8cm大ナリ. 根系統ニ於テハ前者ノ主根ハ後者ヨリ0.5cm短小ナレドモ側根ノ數及長サヲ比較スレバNO. IIIノポットニ生ゼシ幼苗ハNO. IIノ幼苗ヨリ著シク大ナリ. 更ニ給水量ノ最大ナルNO. IVニ於ケル幼苗ハNO. IIIノ幼苗ヨリ樹高ニ於テ0.5cm, 直徑ニ於テ0.005cm, 樹冠ノ長サニ於テ1cm大ナリ. 根系統ニ就テ見ルニNO. IVノポットニ發生セシ幼苗ノ主根ハ最短小ニシテポットNO. IIIノ幼苗ニ比較シ1.5cm小ナリ. 而シテ側根ノ數及長サハ最大ニシテNO. IIIノ幼苗ヨリ長サニ於テ285.2cm數ニ於テ4.3大ナリ. (第六圖版第十六圖參照)

次ニ給水量ノ異ナル各ポットニ植栽セシ1年生苗木ノ生長關係ヲ吟味セリ.

第40表 水分=ヨル1年生苗木ノ生長關係

ポット 番 號	4月4日ヨリ 10月31日マ デノ總給水 量 cc	樹高 cm	直徑 cm	樹冠ノ 長サ cm	針葉ノ 長サ cm	主根 cm	側根 cm	備 考
I	4400	13.0	0.25	9.0	4.7	10.0	360.5	供試本數ハ各3本 側根數ハ平均I.54.6 II. 81.5 III.88.6 IV.80.8ニシテ NO. IIIノ幼苗ニ於テ最大, NO. Iノ幼苗ニ於テ最小ナ リ.
II	8500	16.0	0.40	10.0	5.0	10.0	1156.3	
III	12600	19.3	0.45	10.6	7.7	8.0	1194.9	
IV	16700	20.8	0.50	13.5	7.7	7.0	939.6	

上表ニヨレバ松苗ノ上長生長ト水分トノ關係ハ頗ル顯著ナリ. 植栽當初ノ樹高ト11月初旬ニ於ケル樹高トヲ比較スレバ毎回100ccノ水ヲ與ヘタル松苗ハ平均6cm, 毎回200ccノ水ヲ與ヘタル松苗ハ平均9cm, 毎回300ccヲ給水シタル松苗ハ平均12.3cm, 毎回400ccヲ給水シタル松苗ハ平均13.8cmヲ増加セリ. 即チ樹高ノ増加量ハ給水量ノ最大ナル松苗ニ

於テ最モ大ニシテ毎回300ccノ水ヲ與ヘタル松苗之ニ次ギ給水量ノ最モ少キ松苗ニ於テ最小ナリ. 其他直徑, 樹冠ノ長サ及針葉ノ長サモ概シテ給水量ニ平行シテ増大セリ.

根系統ニ就テ見ルニ主根ハ給水量ノ小ナルモノ程長大ナリ. 側根ノ數及長サハ毎回300ccノ水ヲ給與セシ松苗ニ於テ最大ニシテ毎回ノ給水量200ccノ松苗之ニ次ギ毎回ノ給水量100ccノ松苗ニ於テ最モ小ナリ. 毎回400ccノ水ヲ給與セシ松苗ノ側根ノ數及長サハヨリ給水量ノ少キポットNO. III及NO. IIノ松苗ヨリ小ナルヲ認メタリ. 斯ノ如クNO. IVノポットニ於テ根量ノ却テ僅少ナルハ砂ノ水分充分ナルガタメ之ガ吸收上樹根ノ大ナル發達ヲ必要トセザルニ由ルベシ. (第六圖版第十七圖及第十八圖參照)

要スルニポットニヨル播種試驗ノ結果ハ砂丘上ニ於ケル實驗ノ結果ト全ク一致シ給水量ヲ増スニ從ヒ種子ノ發芽及發生セル幼苗ノ生長ヲ増大セリ. 1年生苗木ハ給水量ノ大ナル程地上部ノ生長ヲ増大セルモノノ根系統ハ毎回300ccノ水ヲ與ヘタル松苗ニ於テ發育最モ良好ナルヲ見タリ.

第三節 摘 要

1. 砂ノ溫度ハ早春既ニ20°C以上ニ昇リ發芽ヲ促進セシムルノ利點アレドモ夏期ニ於テハ屢40°C以上最高60°Cニ達シ之ニ隨テ砂地上層ノ劇シキ乾燥ヲ生ジ植物ノ生育ニ有害ナル作用ヲ及ボスモノナリ. 而シテ砂ノ高熱ニヨリ最モ被害ヲ蒙リ易キハ組織軟弱ニシテ根系統ノ不完全ナル發生間モナキ幼苗ニシテ年齢ヲ増加スルニ從ヒ被害ノ度ヲ減ズ. 一般ニ樹齡5年樹高50cmニ達スレバ砂ノ高熱ニ對シ最早安全ナリ.

2. 砂ノ水分ハ幼苗ノ發生及生長ニ對シ最モ重大ナル關係ヲ有シ水分ノ含有小ナル砂地ニ於テハ此關係ノ著シク良好ナルヲ見タリ. ポット試驗ニヨル1年生松苗ノ上長生長ハ給水量大トナルニ從ヒ著シク増大シ根量ハ毎回ノ給水量300ccナルトキ最大ニシテヨリ大ナル給水量ニ於テハ却テ減少セリ.

砂ノ溫度ハ砂ノ水分ニ附隨スル因子ニシテ砂ガ常ニ充分ナル水分ヲ保持スルトキハ溫度ハヨク緩和セラレ夏期ニ於テモ過度ノ高温ニ昇ルコトナク從テ植物ノ生長ヲ阻害スルコトナシ.

第六章 砂ト水トノ關係

第一節 降水量ト砂トノ關係

砂丘ニ於ケル砂ノ水分ハ降水ノ多少ニヨツテ大イニ影響セラレ一般ニ長キ乾燥ノ後ニハ砂ノ水分ハ減少シ夏期ト雖モ多量ノ降雨ノ後ニハ著シク水分ヲ増加スルモノナリ。

湖山砂丘上ニ於ケル著者ノ實驗ニヨレバ7月中旬降雨ヲ見ザルコト13日ノ後地表下10-30cmノ深サニ於テ測リタル砂ノ水分ハ1.84-3.52%ニシテ其後約21.1mmノ降雨アリタル後同ジ深サニ於テ4.41-6.16%ノ水分ヲ測レリ。即チ降雨ニヨル水分ノ増加量ハ2.57-2.64%ナリ。ソレヨリ乾天5日ノ後更ニ地表下10-30cmノ深サニ於ケル砂ノ水分ヲ見タルニ水分ハ再ビ減少シテ2.18-5.50%ヲ示セリ。

斯ノ如ク物理的性質ノ不良ナル砂ノ水分ハ主トシテ降水ニヨツテ支配セラルルモノト謂フベク從テ生長期ニ於ケル降水量ノ大小ハ植物ノ生長ニ直接重大ナル關係ヲ有スルモノナリ。

第二節 砂地ノ降水量ガ松ノ苗木ニ及ボス影響

一般ニ砂地ノ如ク其性質上水分ニ乏シキ土壤ニアリテハ生長期ニ於ケル降水量ノ大ナル程植物ノ生長ニ善良ナル關係ヲ有スルモノナリ。

著者ガ1930年8月湖山砂丘上ニアルくろまつノ人工造林地ニ就テ調査セントコロニヨレバ9年生くろまつノ平均樹高生長量ハ1927年10cm, 1928年6cm, 1929年17cmニシテ同地方ニ於ケル4月ヨリ10月マデノ雨量ハ1927年743.0mm, 1928年731.2mm, 1929年835.5mmナリ。即チ生長期ニ於ケル降水量大ナル程樹高ノ生長量ヲ増加セリ。又同砂丘上ノ内方ニ生育セル13年生くろまつノ平均樹高生長量ハ1927年25cm, 1928年23cm, 1929年33cmニシテ降水量ノ多少ニヨツテ樹高ノ生長量ヲ異ニセリ。松苗ノ肥大生長モ亦生長期ニ於ケル雨量ニ關係シテ増減シ例ヘバ湖山砂丘試驗地ニ生育セル滿5年生くろまつハ1927年ニ於テ平均0.25cm, 1928年ニ於テ平均0.15cm, 1929年ニ於テ平均0.40cmノ年輪幅ヲ有シ雨量大ナリシ1929年ニ於テ最大ノ肥大生長ヲ示セリ。

湖山砂丘地方ニ於ケル降水關係ニ就テ見ルニ最近5年間ノ觀測ニヨレバ1ケ年ノ總降水量ハ1265.3-1508.0mmニシテ之ヲBärenthorenノ1ケ年ノ總降水量550-600mmニ比較スレバ2.3-2.5倍ノ多キニ及ベリ。而シテ此比較ノ降水量大ナル砂丘上ニ植栽セラレタル松苗ノ概シテ生長不良ナルハ施業ノ方法不完全ナルガタメニ降水セル雨水ハ日光ノ直射ト風ノ作用ニヨリ雨後忽チ蒸發シ長ク地中ニ保持セラルルコトナク從テ松苗ハ充分ナル水分

ヲ吸收シ能ハザルガ故ナリ。Wiebecke氏⁽⁸¹⁾ノ叙述スルトコロニヨレバ若シ砂地ニ最モ適應セル施業法ニヨツテ雨水ヲ固定シテ利用スルニ於テハ1ケ年ノ總降水量僅ニ400mmニ過ザル地方ニ於テスラ森林ノ成立可能ナリト謂フ。

要スルニ砂地ノ降水量ハ土壤水分ノ主ナル源泉ニシテ松苗ノ生長ニ至大ノ關係ヲ有シ一般ニ生長期ニ於ケル雨量ノ大ナル程苗木ノ生長ヲ助長スルモノナレドモ砂地ノ性質上降水セル雨水ハ速カニ陽光ト風トノ作用ニヨツテ奪取セラレ長ク効力ヲ維持スルコト能ハザルガ故ニ砂丘上ノ於テハ雨水ヲ固定蓄積シテ能ク之ヲ利用シ得ルガ如キ施業法ニヨツテ更新ヲ行ハザルベカラズ。

第三節 砂ノ含水量ト根ノ發育關係

砂丘ニ於ケル砂ノ含水量ガ樹根ノ發育ニ及ボス關係ヲ見シガタメニ著者ハ1930年4月上旬湖山砂丘試驗地ノ各水分ノ異ナル個所ニくろまつ種子ノ播種及1年生くろまつ苗木ノ植栽ヲ行ヒ幼苗ノ生長關係ヲ研究スルト共ニ11月上旬各幼苗ノ根ノ發育狀態ニ就テ觀察セリ。其結果次ノ如シ。

第41表 砂地ノ水分ト幼苗ノ根ノ發育トノ關係

幼苗別	樹高cm	主根cm	側 根		全根系統ノ長サcm
			數	長サcm	
I	2.0	13.5	20.2	16.2	29.7
II	6.0	10.0	59.5	72.3	82.3

備考 I. 4月23日乃至8月15日地下5-10cmノ深サニ於テ1.16-3.49%ノ水分ヲ有スル砂地ニ發生セン幼苗(供試本數3本)

II. 4月23日乃至8月15日地下5-10cmノ深サニ於テ4.21-6.40%ノ水分ヲ有スル砂地ニ發生セン幼苗(供試本數8)

第42表 砂地ノ水分ト1年生苗木ノ根ノ發育トノ關係

苗木別	樹高cm	主根cm	側 根		全根系統ノ長サcm
			數	長サcm	
I	10.5	20.5	33.5	108.3	128.8
II	15.0	20.5	163.8	374.5	395.0

備考 I. 5月18日乃至8月7日地下10cmノ深サ=1.14-3.74%, 地下30cm=2.15-4.90%ノ水分ヲ有スル砂地=植栽セシ苗木(供試本數6)

II. 5月18日乃至8月7日地下10cmノ深サ=3.59-5.30%, 地下30cmノ深サ=4.29-6.67%ノ水分ヲ有スル砂地=植栽セシ苗木(供試本數10)

上表=ヨレバ砂ノ含水量小ナル砂地=發生セル幼苗ハ水分ノ大ナル砂地=發生セル幼苗=比較シ主根長大ナレドモ側根ノ數及長サ=於テ著シク小ナリ. 1年生苗木=就テ見ル=主根ノ長サハ兩者相等シキガ如キモ樹高ト比較スレバ水分小ナル砂地ノ苗木=テハ主根ハ樹高ノ約1.95倍, 水分ノ大ナル砂地ノ苗木=テハ主根ハ樹高ノ約1.37倍=シテ水分小ナル程樹根ノ砂中=進入スル度大ナリ. 而シテ側根ノ發育關係ヲ見ル=水分小ナル砂地ノ苗木ハ含水量大ナル砂地ノモノ=比較シ數=於テ少ク長サ=於テ著シク短小ナリ. 從テ根系統ノ全長モ後者=於テ著シク大ナリ.

尙著者ハ湖山砂丘上ノ地下水位極メテ高キ個所ヲ選ビ4月上旬くろまつ種子ノ播種及1年生苗木ノ植栽ヲ行ヒ11月上旬樹根ノ發育關係ヲ吟味セリ.

第43表 地下水位ノ極メテ高キ砂地=於ケル根ノ發育關係

種	類	樹高cm	主根cm	側 根		全根系統ノ長サcm
				數	長サcm	
播種	ヨツテ發生セル幼苗	3.0	6.2	35.0	17.1	23.3
1年生苗木		8.5	9.5	55.1	103.0	112.5

備考 (1) 供試本數10

(2) 試驗地=於ケル地下水位ハ地下20-30cmノ深サ=アリテ6月乃至7月ノ乾燥期=於テスラ地下5-10cmノ深サノ砂ハ平均7.8-13.2%ノ水分ヲ有シ砂表面ノ氣乾スルコト稀ナリ.

上表=ヨレバ播種=ヨツテ發生セル幼苗及植栽セル1年生苗木ノ何レモ著シク短小ナル主根及側根ヲ有セリ. 例ヘバ此砂地=發生セル幼苗ト地下5-10cmノ深サ=於テ4.21-6.40%ノ水分ヲ有スル砂地=發生セル幼苗ト比較スレバ前者ハ後者ヨリ主根=於テ3.8cm, 側根ノ數=於テ24.5, 長サ=於テ55.2cm小ナリ. 此砂地=植栽シタル1年生くろまつ苗

木ハ他ノ地下10cmノ深サ=3.59-5.30%, 地下30cmノ深サ=4.29-6.67%ノ水分ヲ有スル砂地=植栽シタルモノ=比較シ主根=於テ11cm, 側根ノ數=於テ108.7, 長サ=於テ271.5cm小ナリ. 又全根系統=於テハ282.5cm短小ナリ.

以上湖山砂丘上=於ケル實地觀察=ヨレバ上層=於ケル砂ノ水分7%ヲ限度トシ7%マデハ一般=水分ノ増加スル程主根短小トナリ側根ノ數及長サヲ増大スルモ上層水分7%ヲ超過スルトキハ主根ノミナラズ側根ノ數及長サヲ著シク減少スルモノナリ.

硝子室内=於テ行ヘルポット試驗ノ成績モ實地觀察ノ結果ト略同様ノ事實ヲ示セリ.

今各給水量ノ異ナルポット=於ケル1年生くろまつ苗木ノ根ノ發育關係ヲ示セバ次表ノ如シ.

第44表 砂ノ含水量ト1年生苗木ノ根ノ發育トノ關係(ポット試驗)

苗木別	總給水量cc	樹高cm	主根cm	側 根		全根系統ノ長サcm	備 考
				數	長サcm		
I	4400	13.0	10.0	54.6	360.5	370.5	供試本數各3本 毎回ノ給水量cc I.....100 II.....200 III.....300 IV.....400
II	8500	16.0	10.0	81.5	1156.8	1166.8	
III	12600	19.3	8.0	88.6	1194.9	1202.9	
IV	16700	20.8	7.0	80.8	939.6	946.6	

上表=ヨレバ主根ハ給水量ノ大ナルモノ=於ケル程短小ナリ. 側根=就テ見ル=毎回ノ給水量300ccノ松苗マデハ水分ノ増加スル=從ヒ側根ノ數及長サヲ著シク増大セリ. 例ヘバ毎回ノ給水量100ccノ松苗=比スレバ毎回200ccノ水ヲ與ヘタル松苗ノ側根ハ數=於テ26.9多ク長サ=於テ796.3cm大ナリ. 更=毎回ノ給水量300ccナル松苗ノ側根ハ毎回ノ給水量100ccナル松苗ノ側根ヨリ數=於テ34.0多ク長サ=於テ834.4cm大ナリ. 從テ全根量ハ毎回ノ給水量300ccノ松苗=於テ最モ大=シテ毎回200ccヲ給水シタル松苗之=次ギ毎回ノ給水量100ccノ松苗=於テ最小ナリ. 然ル=毎回ノ給水量400ccノ松苗=於テハ樹高生長最モ大ナルモ側根ノ數及長サハ毎回ノ給水量200cc及300ccノ松苗ヨリ却テ小ナリ.

而シテ9月中旬ポット内ノ表面ヨリ15cm下ノ砂ノ水分ヲ見タル=毎回ノ給水量100ccノポット=於テハ1.31-2.25%, 200ccノポット=於テハ2.98-4.78%, 300ccノポット=於テハ5.86-6.76%, 400ccノポット=於テハ7.29-12.2%ノ水分ヲ有シタリ. 之=ヨツテ見レバポット=於ケル幼苗ノ根ハ砂ガ5.86-6.76%ノ水分ヲ有スルトキ最大ノ發育ヲナシ砂ノ水

分之ヨリ大ナルトキハ根量ハ却テ減少ヲ來タスモノナリ。

第四節 摘 要

1. 砂地ニ於ケル降水ハ土壤水分ノ主ナル源泉ニシテ松苗ノ生長ニ至大ノ關係ヲ有シ一般ニ生長期ニ於ケル雨量ノ大ナル程松苗ノ生長ヲ助長スルモノナリ。
2. 湖山砂丘地方ハ比較的降水量大ナルニモ拘ハラズ松苗ノ生長不良ナルハ施業ノ方法不完全ニシテ降下セル雨水ハ日光ノ直射ト風ノ作用ニヨリ速カニ奪取セラレ長ク効力ヲ保持スルコト能ハザルニ由ルモノナルヲ以テ砂丘上ニ於テハ降水ヲ固定蓄積シテヨク之ヲ利用シ得ルガ如キ施業法ニヨツテ更新ヲ行ハザルベカラズ。
3. 砂丘上ニ於ケル實驗及ポット試験ノ結果ニヨレバ砂地上層ノ水分ガ7%ニ達スルマデハ水分ノ増加スル程主根短小トナリ側根ノ數及長サヲ増大スレドモ上層ノ水分7%ヲ超過スルトキハ主根ノミナラズ側根ノ數及長サヲモ著シク減少スルモノナリ。

第七章 砂粒ノ移動ガ植生ニ及ボス關係

砂粒ノ移動ハ植生ニ對シ重大ナル關係ヲ有スルモノニシテ一般ニ砂粒ノ移動劇シキ砂地ニ於テハ多クハ植物ヲ見ルコト能ハズ僅ニはまごう、こうぼうむぎ、けかものはし、はまぼうふう等砂丘固有ノ植物ヲ生ズルニ過ズ。

砂粒ノ移動ハ間接ニ土壤上層ノ水分ノ減少ヲ來タサシメ直接ニ植物ヲ被覆シ或ハ根部ヲ裸出センメ以テ植物ノ生育ヲ困難ナラシムモノナリ。而シテ砂粒ノ移動ニヨツテ根系ノ裸出セラルル現象ハ風當リ強キ砂丘ノ高所ニ孤立セル老齡木或ハ砂丘高所ノ新植地等ニ於テ稀ニ見ラルルトコロニシテ主トシテ生ズル被害ハ砂ニヨル被覆ナリ。(第十二圖版参照)

第一節 砂粒ノ大サト植物被覆作用

砂粒ノ大サト風力トノ關係ニ就テハ著者ノ實驗結果ノ示スガ如ク砂粒大ナル程動キ始ムルニヨリ大ナル風力ヲ要スルモノニシテ例ヘバ氣乾セル砂粒ガ水平面ニ於テ動キ始ムルニ要スル風力ハ直徑0.25mm以下ノ砂粒ニ於テハ2.9^m%, 直徑0.25-0.5mmノ砂粒ニ於テハ3.2^m%, 直徑0.5-1.0mmノ砂粒ニ於テハ3.3^m%, 直徑1.0-2.0mmノ砂粒ニ於テハ3.6^m%, 直徑2.0mm以上ノ砂粒ニ於テハ3.7^m%ナリ。而シテ氣乾砂粒ヲ動カスニハ極メテ小ナル風力ニテ足ルモノナレドモ若シ砂粒ガ水分ヲ保有スルトキハ之ヲ動カスニ著シク大ナル風力ヲ要ス。例ヘバ各1%ノ水分ヲ含有スル直徑0.25mm以下ノ砂粒ハ4.0^m%ニ於テ、直徑0.25-0.5mmノ

砂粒ハ4.2^m%ニ於テ、直徑0.5-1.0mmノ砂粒ハ5^m%ニ於テ微動スルニ過ズ。之ヨリ漸次水分ヲ増大スルニ從ヒ動キ始ムルニ要スル風力大トナリ湖山砂丘上ニ於ケル實驗ニヨレバ砂粒ガ2%ノ水分ヲ有スルトキニ動カスニ11^m%以上ノ風力ヲ要セリ。即チ砂ノ水分ハ砂粒ノ移動ニ對スル決定的因子ニシテ一般ニ砂粒ハ氣乾シテ始メテ移動ヲ生ズルモノナリ。

夏ノ乾燥期ニ於テハ砂表面ハ常ニ乾燥シ易キ状態ニアレドモ此季節ハ風力弱キヲ以テ移動ヲ生ズルコト稀ナリ。砂粒ノ移動ノ激甚ナルハ11月乃至4月ナリ。而シテ此季節ニアリテハ保水力ノ大ナル細カキ砂粒ハ常ニ表面濕潤セルヲ以テ極メテ強大ナル風力ニアラザレバ移動ヲ生ズルコトナシ。假令風ニヨツテ砂表面氣乾シタル後移動ヲ生ズルコトアリトスルモ細カキ砂粒ハ風ノタメニ空氣中ニ支ヘラレテ遠ク内方ニ運搬サルルガ故ニ直接被覆作用ヲ生ズルコトナシ。又直徑1mm以上ノ粗大ナル砂粒ノ移動シ難キコトハ自然ニ於ケル「風ニヨル砂粒分類作用」ノ示スコロナリ。斯ノ如ク微細ナル砂粒及粗大ナル砂粒ハ直接被覆作用ニ與ルコト稀ニシテ主トシテ被覆作用ヲ生ズルハ直徑0.25-1.0mmノ砂粒ナリ。

植物ガ砂粒ニヨツテ被覆セラルルトキハ呼吸作用困難トナリ稍大ナル植物ニアリテハ其生長著シク阻害セラレ幼小ナル植物ニアリテハ全ク砂中ニ埋没セラレ枯死スルニ至ルモノナリ。殊ニ夏期植物ヲ被覆セル砂ノ存在スルトキハ砂ハ甚ダ高熱トナリ被害ヲ一層大ナラシム。

著者ハ1930年3月湖山砂丘試驗地内ノ砂ノ移動激甚ナル個所ニ1年生くろまつ100本ヲ植栽シ砂ヲ被覆センメタルママニ放置シ他ノ砂ノ移動少キ個所ニ植栽セルくろまつト枯死及生長状態ヲ比較シタルニ砂ニヨツテ被覆セラレタルくろまつノ枯死セルモノ2ヶ月後ニ於テ50%, 5ヶ月後ニ於テ98%ニ及ベリ。殘存セルモノモ其新條ハ砂ノタメニ壓セラレテ屈曲シ生長極メテ不良ナリ。之ニ反シ砂ノ移動少キ個所ニ植栽セルくろまつハ2ヶ月後ニ於テ2%, 5ヶ月後ニ於テ6%ノ枯損アリシニ過ズ生長概シテ良好ナリ。

植物ノ年齢ト砂ノ被覆ニヨル被害ノ關係ニ就テ見ルニ最モ被害ヲ蒙リ易キハ組織軟弱ナル幼苗ニシテ湖山砂丘上ニ於ケル調査ニヨレバ4月上旬播種シ5月上旬發生センくろまつノ幼苗ハ5月中旬僅ニ被覆セル砂ノタメニ埋没セラレ全部枯死セリ。次デ被害多キハ1年生稚樹ニシテソレヨリ漸次生長シテ樹高ヲ増スニ從ヒ被害ノ度ヲ減ジ樹高50cmニ達スレバ假令砂ニヨツテ被覆セラルルトモ樹體ノ全部ヲ埋没セラルルコトナク枯死スルガ如キハ極メテ稀ナリ。湖山砂丘試驗地ニ於テ1927年4月植栽セン滿2年生くろまつハ其植栽ノ當初砂ノ被覆ニヨツテ約60%ノ枯損ヲ見タルモ年ト共ニ被覆ニヨル被害ノ度ヲ減ジ今日殘存

セル樹齡5年樹高50cmノくろまつハ砂ノ移動期ニ於テ常ニ半バ砂ニヨツテ被覆セラルルモ能ク之ニ耐ヘ最早枯死スルコトナシ。樹齡7-8年トナリ樹高1mヲ有スルニ至レバ砂ノ被覆ニ對スル抵抗力一層大トナリ生長ニ對シテモ最早大ナル影響ヲ蒙ルコトナシ。

第二節 常風及暴風ニヨル被覆

暴風ハ一時ニ大量ノ砂粒ヲ移動センメテ忽チ植物ヲ被覆シ大害ヲ加フルモノナレドモ海岸地方ニ於ケル暴風ノ襲來回數ハ甚ダ少ク例ヘバ湖山砂丘ノ東北端ニアル賀露氣象觀測所ニ於ケル最近5ケ年間ノ調査ニヨレバ10%以上ノ風速ヲ有スル所謂強風日數ハ年平均4.6日ニシテ最多キハ1927年ノ9.0日最少キハ1926年ノ1.0日ナリ。又境測候所ニ於テ測定セル最近5ケ年間ノ最大風速ハ13.9 $\frac{m}{s}$ ニシテ強風ノ吹キタル日數ハ賀露ニ於ケルト同ジク年平均4.6日ナリ。

故ニ暴風ニヨル被覆作用ハ其害甚ダ大ナレドモ暴風ノ害ハ上記ノ如ク屢生ズルモノニアラザルヲ以テ砂ノ被覆ニヨル植物ノ被害ハ主トシテ常風ノ作用ニ歸セザルベカラズ。常風ハ暴風ノ如ク一時ニ植物ヲ被覆スルコトナク絶エズ引續キ少量宛植物上ニ砂ヲ集積スル結果遠ニ植物ヲ埋没シ之ガ生育ヲ危クスルモノナリ。殊ニ11月乃至4月西北ヨリ吹來ル常風ハ其速度大ニシテ砂粒ノ激甚ナル移動ヲ生ジ植物ヲ被覆シテ之ガ生育ヲ害スルコト大ナルノミナラズ冬期此方向ヨリ吹ク常風ハ屢鹽分ヲ含ミ化學的或ハ物理的ニ植物ニ對シ有害ナル作用ヲナス。湖山砂丘ニ生育セルくろまつノ稚樹ガ半バ砂ニ埋レ西北ニ向ヘル露出セル針葉ハ枯死シテ褐色ヲ呈スルハ屢實見スルトコロナリ。

第三節 砂波ノ森林成立ニ及ボス關係

著者ノ實驗ニヨレバ砂波ノ生ジ始ムル風力即チ第一限界速度ハ4 $\frac{m}{s}$ ナリ。而シテ砂波ハ概ネ裸地ニ於テ生ジ漸次風ノ方向ニ前進スルモノニシテ若シ大形ニシテ枝葉密ナル植物ノ存スルトキハ砂ハ其背後ニ堆積シ所謂舌狀砂丘ヲ形成シ砂波ハ之ガ影響ヲ受ケテ破壊セラレ再ビ舌狀砂丘ノ兩側ニ沿ヒテ彎曲セル波ヲ生ズ。若シ植物ノ形極メテ小ナルトキハ砂波ハ之ニヨツテ阻止セラルルコトナク波狀ヲナシテ前進ス。故ニ大形ノ植物ニ對シテハ砂波ノ影響スルトコロ小ナレドモ幼苗ハ砂波ノ山ノタメニ被覆セラレ或ハ砂波ノ移動ニヨツテ砂地上層ノ水分ヲ奪取セラレ其生長ヲ阻害セラルルコト頗ル大ナルモノアリ。殊ニ夏期幼苗ヲ被覆セル砂ガ陽光ノタメニ灼熱セラルルトキハ軟弱ナル幼苗ハ忽チ枯死スルニ至ルモノナリ。湖山砂丘上ニ於テ著者ハ多數ノ發生後間モナキくろまつノ幼苗ガ砂波ノタメニ埋

[鳥取高農學術報告

沒セラレ枯死セルヲ見タリ。又砂波ノ移動ニヨリ上層土壤中ニアル種子ハ裸出セラレテ發芽力ヲ失フコトアリ。

要スルニ砂波ハ幼苗ノ發生及生長ニ對シ有害ナル影響ヲ及ボシ從テ森林ノ成立ヲ害スル作用アリ。

第四節 摘 要

1. 砂ノ移動ニヨツテ植物ノ蒙ル被害ノ中最モ多キハ被覆ニヨル被害ナリ。而シテ砂ノ被覆作用ニ與ル砂粒ハ主トシテ直徑0.25-1.0mmノ砂粒ナリ。砂ノ被覆作用ニヨリ最モ被害ヲ受ケ易キハ組織軟弱ナル幼苗ニシテ年齡ヲ増スニ從ヒ漸次被害ノ度ヲ減ジ7-8年生トナリ樹高1mニ達スレバ被覆ニ對スル抵抗力極メテ大トナリ生長ニ對シテモ最早大ナル影響ヲ受ルコトナシ。

2. 暴風ニヨル被覆ハ其度著シク被害大ナレドモ鳥取縣下海岸地方ニ於ケル暴風日數ハ既往ノ觀測結果ニヨルモ極メテ少ク砂ノ植物被覆作用ハ主トシテ常風ニヨツテ生ズルモノナリ。而シテ11月乃至4月西北ヨリ吹來ル常風ハ風力強ク此作用甚ダ大ナリ。且屢鹽分ヲ含ミ植物ニ對シテ有害ナル作用ヲナス。

3. 砂波ハ大ナル植物ニ對シテハ有害ナル作用ヲ及ボサザルモ幼苗ハ砂波ノ山ノタメニ被覆セラレテ枯死シ種子ハ砂波ノ移動ニヨリ裸出セラレテ發芽力ヲ失フコト多シ。

第八章 砂地造林樹種トシテノ松

一般ニ砂地造林ニ適スル樹種トシテハ(1)營養分ニ對スル要求小ナルコト(2)水分ニ對スル要求小ナルコト(3)溫度ノ激變ニ耐ヘ得ルコト(4)風ノ作用及飛砂ノ害ニ對シ抵抗力大ナルコト(5)密ナル樹冠ニヨリ風ニ對シ土壤ヲ保護スルコト(6)落葉落枝ニヨリ物理的及化學的ニ土壤ヲ改良スルコト等ノ要件ヲ具備スルモノナルコトヲ要ス。而シテ我國ニ於テ海岸砂地造林ニ用ヒラルル樹種ノ中上記ノ各要求ニ對シ比較的最モヨク應ジ得ルハくろまつナリ。其利用的價値ノ大ナル點ニ於テモくろまつハ遙ニ他ノ樹種ニ勝レリ。

あかまつモ亦砂地造林ニ應用セラルルコトアレドモ潮風及飛砂ノ害ニ對スル抵抗力、樹冠ニヨル林地ノ保護作用或ハ水分ニ對スル要求ノ度等ニ於テあかまつハくろまつニ及バザルコト遠ク海岸砂丘上ノ造林ニハ好適ナラズ。

砂丘地ニ於ケル自然ノ分布狀態ヲ見ルモあかまつハ海岸ニ近キ砂地ニハ全ク生育セズ。海岸ヲ隔ツルコト稍大ニシテ地下水位高キ個所或ハ砂表近ク下層土ヲ有シ常ニ水分ヲ保持

第一卷第三號, 昭和七年]

スルコト大ナル砂地ニ於テ始メテくろまつト混生シ其生長モくろまつト大ナル遅延ナシ。
 湖山砂丘上ニ於ケルあかまつノ生長状態ヲ見ルニ海岸線ヨリ約1000mノ距離ニアル砂地
 ノ35年生くろまつ林内ニ點生セルあかまつハくろまつノタメニ概ネ被壓セラレ生長極メ
 テ不良ナリ。今同林ニ於ケルくろまつ及あかまつノ樹高及直径ヲ比較スレバ

	樹高 m		直径 cm	
	最小	最大	最小	最大
くろまつ	7.5	9.0	15	17
あかまつ	3.0	5.0	6.5	10

即チあかまつノ樹高及直径ハ共ニくろまつノ約 $\frac{1}{2}$ ニ過ズ。而シテ湖山砂丘ノ西方ニ連ナル
 末恒砂丘上ノ海岸線ヨリ100m以上ノ距離ヲ有スル砂地ハ平均10-60cmノ砂層ガ下層土
 タル火山灰土壤ヲ被覆スルニ過ズ。從テ土壤ノ含有水分大ナルヲ以テあかまつノ混生率モ
 増大シ其生長くろまつニ比シ大ナル遜色ヲ見ズ。例ヘバ該砂地ニ生ズルあかまつハ樹高10
 -13m, 直径18-25cmヲ有シくろまつノ樹高ハ12-13m, 直径ハ19-25cmナリ。又同砂
 丘上ノ地下水位高キ内方砂地ニ於テモくろまつ及あかまつノ生長ニ大差ナキヲ見タリ。

以上ノ調査結果ニヨルモあかまつノ水分ニ對スル要求ハくろまつニ比較シ大ニシテ乾燥
 激シキ砂丘上ノ造林ニハ不適當ナリ。

而シテくろまつノ純林ハ落葉落枝ニヨリ物理的及化學的ニ砂地ヲ改良スル能力ニ稍缺ク
 ルトコロアルヲ以テ潤葉樹ヲ混生シ此作用ヲ助成セシメザルベカラズ。潤葉樹ヲ混生スル
 トキハ落葉落枝等ノ地被物ハ一層速カニ腐熟分解シ砂ニ混ジテ礦物質養分トナリ又土壤ノ
 保水力ヲ増大セシムル作用ヲナス。單純林及混生林内ノ砂ノ含有水分ニ就キ湖山砂丘上ニ
 於テ著者ノ行ヘル實驗結果次表ノ如シ。

第45表 くろまつ林及混生林ニ於ケル上層土壤ノ水分

年	月	日	地表下5-10cmニ於ケル砂ノ水分		備考
			くろまつ林	混生林	
1930	5	8	3.20	6.39	くろまつ林……35年生, 鬱閉適度。 混生林……くろまつ及あべまきノ混生セル森林ニシテ鬱閉適度。
		25	2.80	5.10	
	6	8	2.75	5.87	
	7	2	2.61	4.52	
	17	1.81	3.69		

上表ニヨレバくろまつ及あべまきノ混生林内ニ於ケル砂ノ水分ハくろまつ林内ノ砂ノ水分ニ比較シ著シク大ナリ。

潤葉樹ノ混生ト砂ノ酸度トノ關係ニ就テハ既ニ述ベタルガ如ク著者ハ湖山砂丘上ニ於ケル
 實驗ニヨリ潤葉樹ノ混生ハ砂ノ酸性ヲ微弱ナラシムル作用アルコトヲ認メ得タリ。(第
 四章参照)。Wiedemann氏⁽⁶²⁾ノ記述セントコロニヨレバ潤葉樹ノ混生ハ土壤微生物ノ硝酸
 化成作用及窒素固定作用ヲ著シク増大スルモノナリト謂フ。

次ニ著者ハ潤葉樹ノ混生ガくろまつノ生長ニ及ボス關係ヲ見シガタメニ1930年10月湖
 山及末恒兩砂丘上ノ單純林及混生林ニ就キ比較研究ヲ行ヘリ。

今湖山砂丘上ニ於テ地位相等シキ單純林及混生林ニ於ケルくろまつノ生長關係ニ就キ調
 査シタル結果ヲ表示スレバ次ノ如シ。

第46表 くろまつ林及くろまつ, にせあかちあ混生林ニ於ケルくろまつノ生長比較

種類	くろまつノ樹高 m (平均)						備考
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	
くろまつ林	0.10	0.30	0.53	0.75	1.00	1.22	{人工林, 9年生, 平均根 元直径3cm 人工林, 9年生, 平均根 元直径4.5cm
くろまつ及にせあ かちあ混生林	0.35	0.51	0.94	1.32	1.99	2.38	

第47表 くろまつ林及くろまつ, ねむのき混生林ニ於ケルくろまつノ生長比較

種類	くろまつノ樹高 m (平均)						備考
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	
くろまつ林	0.21	0.27	0.45	0.60	0.78	0.89	{人工林, 9年生, 平均根 元直径1.8cm 人工林, 9年生, 平均根 元直径4.0cm
くろまつ及ねむの き混生林	0.25	0.36	0.70	1.02	1.43	1.79	

上表ニヨレバくろまつトにせあかちあ或ハねむのきトノ混生林ニ於ケルくろまつノ樹高
 生長ハ單純林ニ於ケルくろまつノ樹高生長ニ比較シ著シク大ナリ。

又末恒砂丘ニ於テ80年生くろまつヲ上木トシあべまきヲ下木トスル恒續林内ニ天然下
 種ニヨツテ生ジタル13年生乃至15年生くろまつト該林外ニ生ゼン同年生ノくろまつトノ
 生長状態ヲ比較スレバ次表ノ如シ。

第48表 天然生稚樹ノ生長比較(13-15年生)

種 類	樹 高 m (平均)						備 考
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	
恒續林内ノくろまつ稚樹	1.22	1.45	1.87	2.29	3.02	3.58	根元直径平均 6.5cm
恒續林外ノくろまつ稚樹	0.66	0.75	0.83	0.90	0.99	1.06	同 2.5cm

即チ恒續林内ニ於ケル稚樹ノ生長ハ極メテ良好ニシテ林外ニ生ゼシ稚樹ニ比較スレバ樹高、直径共ニ2倍乃至3倍ニ及ベリ。

稍高齢ナル天然林ノ材積生長ニ就テ見ルモ同様ノ事實ヲ認メ得タリ。例ヘバ末恒砂丘ニ存在スル林齡約45年ナルくろまつ及あべまきノ混淆林ニ於テハくろまつハ平均樹高20m、胸高直径19cmニシテ1haノ材積ハ396.8kmナリ。然ルニ相同ジキ地位ヲ有スル45年生くろまつノ單純林ニ於テハ平均樹高15m、直径13cmニシテ1ha當材積ハ193.5kmナリ。又同砂丘上ねむのき、こなら、さかき、たぶのき等ヲ下木トスル40年生くろまつ林ハヨク鬱閉シ平均樹高13.5m、直径29cmニ及ビ1ha當材積約950.5kmヲ有スルモ之ニ隣接シ下木ヲ有セザル同齡ノくろまつ林ニ於テハ平均樹高6.5m、直径12cm、1ha當材積130.6kmニシテ前者ト其生長ニ著シキ懸隔ヲ認メタリ。

要スルニ天然ノ恩恵ニ乏シキ砂丘上ニ於テハ潤葉樹ノ混淆ハ主林木タルくろまつノ生長ヲ助成スルコト甚ダ大ナルヲ以テ砂丘地ニ於ケル造林樹種トシテハ先ズくろまつヲ主トシ之ニねむのき、にせあかちあ或ハあべまき、くぬぎ等ノ潤葉樹ヲ適度ニ混淆セルガ如キ森林ヲ造成スルヲ以テ最モ適當ナリトス。(第九圖版及第十圖版参照)

第九章 砂地ノ被覆ト其影響

天然更新ニ對スル決定的因子ハ落下スル種子ノ發芽床タル土壤ノ状態ニシテ從テ地被物ノ有無及種類ノ如何ハ幼苗ノ發生及生長ニ關係スルコト大ナリ。而シテ一般ニ砂地ノ地被物トシテ注目スベキモノハ雜草類、落葉落枝及蘚類ナリ。

第一節 雜 草 類

砂丘固有ノ植物タルこうぼうむぎ、けかものはし、はまぼうふう、はまにがな、はまひるがほ、はまぐるま等ハ飛砂激甚ナル砂地ニ好ンデ生育スレドモ砂粒ノ移動ナキ砂地或ハ林

[鳥取高農學術報告

内ニ於テハ生長極メテ不良ナルカ或ハ全ク消失シ之ニ代ツテちがや、めひじは、うんらん、めどはぎ、はまひえがへり、こぶなぐさ、うつぼぐさ、はまぼつす、はまにんじん、おとぎりさう、すすめのひえ、あきのきりんさう、ままこな、きんみづひき、あきからまつ、まんてま等ノ生育スルヲ見ル。而シテちがや以外ノ雜草類ハ一般ニ密生スルコトナク且又根系ノ發達大ナラザルヲ以テ幼苗ノ發生ヲ阻止スルガ如キコトナシ。寧ロ夏期ニ於テ陽光ニ對シ幼苗ヲ保護スルノ作用アリ。

ちがやハ林縁或ハ林内ノ孔狀裸地内ニ侵入密生シ種子ノ地表面ニ達スルヲ妨グ且根系ノ大ナル發達ニヨリ上層土壤ノ水分ヲ奪取シ砂表面ニ落下セル種子ノ發芽及稚苗ノ生長ヲ阻害スルコト甚ダ大ナルモノアリ。

湖山砂丘上ノ50年生くろまつ林内ニ於テちがやノ密生セル孔狀地ト其附近裸地ノ地表下5-10cmノ深サニ於ケル砂ノ含有水分ヲ比較スレバ次表ノ如シ。

第49表 ちがや密生地及裸地ニ於ケル砂ノ水分(地表下5-10cm)

年	月	日	砂ノ水分%	
			ちがや密生地	裸地
1930	4	23	1.81	5.21
		5	1.79	5.07
	6	14	2.61	3.75
		18	3.02	4.19
		25	2.10	3.33
	6	8	1.97	3.20

上表ノ示スガ如クちがやノ密生地ニ於ケル上層土壤ノ水分ハ裸地ノ水分ニ比スルモ常ニ小ナリ。

5月初旬ノ調査ニヨレバ此ちがや密生地ニ於ケル5m平方ノ区域内ニ8本ノ幼苗ノ發生ヲ見タルモ6月中旬マデニ全部枯死セリ。尙前年發生セル稚苗3本存在セルモ生長極メテ不良ナリ。

要スルニ砂地ニ生ズル雜草類ノ中幼苗ノ發生及生長ニ對シ有害ナル作用ヲ及ボスモノハ密生シ且根系ノ發達大ナルちがやニシテ其他ノ雜草ハ密生性ニ乏シク根系ノ發達小ナルヲ以テ之ニ對シ大ナル影響ヲ有セズ。寧ロ夏期ノ強烈ナル陽光ニ對シ幼苗ヲ保護スル

第一卷第三號, 昭和七年]

ノ効アリ。

第二節 落葉落枝

落葉落枝ノ類ハ土壤ヲ被覆シテ表面溫度ヲ低下シ蒸發ヲ防止シ以テ土壤上層ニ大ナル水分保持セシムル作用アリ。著者ハ湖山砂丘上ニ於テ8月中旬氣溫 $31^{\circ}-33^{\circ}\text{C}$ 、裸地表面ノ溫度 $51.5^{\circ}-59^{\circ}\text{C}$ ナルトキ落葉落枝下ノ砂ノ溫度 $30^{\circ}-35^{\circ}\text{C}$ ヲ測レリ。

Bühler氏⁽⁸⁾ハ裸地及落葉下ノ土壤表面ノ水分蒸發量ヲ比較研究シ澗葉或ハ藓類ノ被覆ニヨツテ土壤ノ蒸發量ハ30%或ハ35%減少スルコトヲ發見セリ。

落葉落枝ト砂ノ水分トノ關係ヲ見ガタメニ著者ハ湖山砂丘上ノくろまつ林及裸地ニ於ケル砂表面ノ水分及裸地ヲ被覆セル落葉下ノ砂ノ水分ヲ測定セリ。其結果次ノ如シ。

第50表 各種砂地ニ於ケル砂表面ノ水分

年	月	日	砂表面ノ水分%			備 考
			くろまつ林	裸地	裸地ヲ被覆セル落葉落枝ノ下	
1930	4	27	0.79	0.20	1.30	落葉落枝ノ厚サハ2-3cmナリ。
	5	7	2.80	0.25	4.93	
		14	1.25	0.10	2.40	
		18	0.93	0.08	2.36	
		25	1.65	0.09	2.09	

即チ落葉落枝ニヨリ被覆セラレタル砂表面ノ水分ハくろまつ林内ノ砂表面ノ水分ニ比較シ大ナリ。更ニ裸地表面ノ水分ニ比較スレバ著シク大ナリ。

又落葉落枝ハ土壤ニ歸シテ土壤ノ礦物質養料ヲ増加シ且植物ノ生育ニ必要ナル窒素ヲ土壤ニ供給スル作用アリ。

今砂及落葉落枝類ノ窒素含有量ヲ擧レバ

	窒素成分%
濱村砂丘ノ砂	0.35
湖山砂丘ノ砂	0.19
濱坂砂丘ノ砂	0
湖山砂丘くろまつ林内ノ砂	0.51

濱坂砂丘くろまつ林内ノ砂	0.63
くろまつノ落葉落枝	1.05
はひねすノ落葉落枝	1.37
にせあかちあノ落葉落枝	1.80
やしやぶしノ落葉落枝	2.42
あべまきノ落葉落枝	1.47

上表ニヨレバ落葉落枝ノ窒素含有量ハ1.05-2.42%ニシテ裸地ノ砂ハ含有セザルカ或ハ極メテ微量ナリ。而シテ林内ニ於ケル砂ハ落葉落枝ニヨツテ窒素ヲ供給セラレ裸地ノ砂ニ比較シ濱坂砂丘上ノくろまつ林内ノ砂ハ0.63%、湖山砂丘上ノくろまつ林内ノ砂ハ0.32%ノ窒素ヲ増加セリ。

落葉落枝ノ厚サト幼苗ノ發生トノ關係ニ就テNowak氏⁽¹⁸⁾ノ研究ニヨレバ土壤ヲ被覆スル落葉落枝ノ厚サ0.3cmナルトキ幼苗ノ發生最大ニシテソレヨリ厚サノ増加スルト共ニ發芽數ヲ減少シ落葉落枝ノ厚サ6cm以上ニ及ベバ幼苗ノ發生ヲ見ズト。Bühler氏⁽⁸⁾ニヨレバ落葉層ノ厚サ大ナル林内ニ於テハ幼苗消失シタルモ落葉層ノ厚サ小ナル林縁ニ於テハ幼苗ノ生存セルヲ認メタリト謂フ。

著者ハ1930年7月湖山砂丘及末恒砂丘上ニ於テ砂表面ヲ被覆セル落葉落枝ノ厚サト幼苗數トノ關係ヲ調査シ次ノ結果ヲ得タリ。

第51表 落葉落枝ノ厚サト幼苗數トノ關係

落葉落枝ノ厚サ cm	幼苗數	備 考
1.0	36	幼苗數ハ2m平方ノ地域内ニ於ケル本數ナリ。
1.5	30	
2.0	41	
3.0	20	
4.0	18	
5.0	2	
6.0	-	
7.0	-	

即チ落葉落枝ノ厚サ 2cmナルトキ發生セル幼苗數最モ多ク 1.0cm 及 1.5cm ノ厚サニ於ケル幼苗發生數之ニ次ギ 5.0cmノ厚サニ於テハ僅ニ 2 本 發生シタルニ過ズ。而シテ 6cm 及 7cm 以上ノ厚サニ於テハ幼苗ノ發生ヲ見ザリキ。

凡ソ幼苗ノ發生ニ對スル落葉落枝ノ關係ノ最良ナルハ落葉落枝ガ 1 年間ニ完全ニ分解セラレテ土壤ニ歸シ鑛物質化スル結果秋新シキ落葉落枝ヲ生ズル際ニハ最早前年ノ古キ腐植質ヲ見ザルガ如キ場合ナリ。然ラズシテ落下物ノ堆積ガ徒ニ過大ニシテ粗腐植質化スルトキハ空氣、熱及水分ト土壤トノ關係不良トナルノミナラズ上層ハ強キ酸性ヲ呈スルニ至リ幼苗ノ發生及生長ヲ阻害スルモノナリ。

要スルニ落葉落枝ハ上層ニ於ケル砂ノ水分ヲ增加シ且肥料トナリテ幼苗ノ發生及生長ニ裨益スルトコロ甚ダ大ナリ。但落葉落枝ノ過度ニ厚キ堆積ハ却テ幼苗ノ發生ヲ阻害スルモノニシテ最モ適當ナル落葉落枝ノ厚サハ 1-2cm ナリ。

第三節 蘚 類

砂地ニ生ズル蘚類ハ主トシテながすなごけ、すぎごけ、はひごけ、しつぽごけ、やまとしのぶごけ、こばのちやうちごけ、せびくしらがごけ等ナリ。ながすなごけハ裸地或ハはまごう、かはらよもぎ等ノ群落内ニ生ジすぎごけハ陽光ノ射入大ナル林内或ハ孔狀裸地等ノ乾燥地ニ好シテ生育ス。即チながすなごけ及すぎごけノ存在ハ土地ノ乾燥ヲ示スモノニシテ此種蘚類ノ生ズル砂地ハ幼苗ノ發生ニ適セズ。湖山砂丘上ニ於ケル測定ニヨレバはひごけ下ノ砂ノ水分 5.23%ナルトキながすなごけ下ノ砂ハ 1.62%ノ水分ヲ有シすぎごけ下ノ砂ハ 1.81%ノ水分ヲ含有セリ。

はひごけハ林縁及陽光ノ射入適度ナルくろまつ林内ニヨク繁殖シ砂丘林地ニ最モ多キ種類ナリ。而シテ此種類ハ砂表面ヲ被覆シテ表面溫度ヲ低下シ水分ノ蒸發ヲ防ギ上層ノ砂ヲシテ常ニ多量ノ水分ヲ保持セシムル作用ヲ有シ從テ幼苗ノ發生ヲ助成スルコト大ナリ。

著者ノ實驗ニヨレバ湖山砂丘上ニ於テ 8 月中旬氣温 31°-33°C, 裸地表面ノ溫度 51.5°-59°Cナルトキはひごけ下ノ砂ノ溫度ハ 30.2°-36.5°C ナリキ。

次ニ湖山砂丘上ニ於ケル裸地表面ノ水分トはひごけ下ノ砂ノ水分トヲ比較スレバ第 52 表ノ如シ。

之ニヨレバはひごけ下ノ砂ハ常ニ濕潤シ 4 月乃至 5 月ニ於テ 3% 以上ノ水分ヲ保有セリ。

しつぽごけ、やまとしのぶごけ、こばのちやうちごけ、せびくしらがごけ等ノ存在ハ

第 52 表 裸地ニ於ケル砂表面ノ水分トはひごけ下ノ砂ノ水分

年	月	日	砂ノ水分%		備 考
			裸 地	はひごけ下	
1930	4	23	0.20	3.97	砂表面ヲ被覆セルはひごけノ厚サハ 3cm ナリ。
		5	0.25	3.52	
		14	0.10	6.54	
		18	0.08	3.10	
		25	0.09	3.37	

砂地上層ニ水分ノ多キコトヲ示シ幼苗ノ發生ニ良好ナル關係ヲ有スルモノナレドモ一般ニ之等ノ種類ハ鬱閉密ナルくろまつ林内ニ於テ旺盛ナル生長ヲナシ森林疎開シテ陽光射入ノ度大トナルニ從ヒ次第ニ劣勢トナリハひごけ之ニ代ツテ漸次勢力ヲ増大ス。

落葉落枝ト蘚類ノ繁殖トハ密接ナル關係ヲ有スルモノニシテ湖山及末恒兩砂丘ニ就テ見ルモ落葉落枝ノ採集セラルル林内ニハ全クはひごけヲ生ゼズ。落葉落枝ノ保存ニヨリ上層土壤ニ水分ノ増加スルニ及ビテ始メテはひごけノ發生スルヲ見ル。著者ハ末恒砂丘上ノくろまつ林内ニ於テ 2-3cmノ厚サヲ有スルはひごけノ下ニ 1-2cmノ腐植土化セル落葉落枝ノ層ヲ發見セリ。

砂表面ヲ被覆セルはひごけノ厚サト幼苗數トノ關係ヲ見シガタメニ 1930 年 7 月湖山及末恒兩砂丘上ニ於テ著者ノ行ヘル調査結果次ノ如シ。

第 53 表 はひごけノ厚サト幼苗數トノ關係

はひごけノ厚サ cm	幼 苗 數	備 考
0.5	6	幼苗數ハ 2cm 平方ノ地域内ニ於ケル本數ナリ。
1.0	50	
2.0	72	
3.0	100	
4.0	44	
5.0	15	

上表ニヨレバはひごけノ厚サ 3cmナルトキ發生セル幼苗最モ多數ニシテ之ヨリはひごけノ厚サヲ減ズルカ或ハ増大スルニ從ヒ幼苗數漸次減少セリ。被覆セルはひごけノ厚サ 0.5cm以下ノトキ及 5cm以上ノ場合ニ於テハ幼苗ノ發生著シク少數ナリ。即チ幼苗ノ發生及生長ニハ砂ヲ被覆スルハひごけノ 3cm内外ノ厚サヲ適當トシ厚サ過小ナルトキハ水分ヲ保持スルノ力ニ乏シク又厚サ過大ナルトキハ幼苗ノ根ハはひごけ内ニ支ヘラレテ土壤ニ達スルコトヲ得ザルヲ以テ乾燥期ニ於テ枯死スルノ惧アリ。(第八圖版參照)

以上ノ藓類ノ他砂地ニハはなごけ科ニ屬スルらつばごけ、やぐらごけ、うぐひすごけ及わらはなごけ等ノ地衣類ヲ生ズ。而シテ之等ノ地衣類ハ林内ノ乾燥地ニ生ジ幼苗ノ發生ニ對シ有害ナル作用ヲ及ボスモノナリ。著者ハ湖山砂丘上ニ於テはひごけ下ノ砂ノ水分 4.58%ナルトキやぐらごけ、うぐひすごけ等ノ生ズル砂地上層ノ水分ハ 1.21%ナルヲ見タリ。

要スルニ地衣類ノ他ながすなごけ、すぎごけ等ノ存在ハ土地ノ乾燥ヲ示スモノニシテ之等ノ生ズル砂地ハ幼苗ノ發生ニ適セズ。はひごけハ林縁及陽光ノ射入適度ナル林内ニ於テ殊ニ落葉落枝ノ保存セラルトキヨク繁殖シ砂表面ヲ被覆シテ砂ノ水分ヲ増加シ幼苗ノ發生及生長ヲ助成スルモノナリ。而シテ其厚サハ 3cm 内外ヲ以テ最モ適當ナリトス。

やまとしのぶごけ、しつばごけ、こばのちやうちんごけ等ノ繁殖ハ幼苗ノ發生ニ對シ良好ナル關係ヲ有スレドモ多クハ鬱閉セル林内ニ生ジ乾燥ニ對スル抵抗力ノ甚ダ弱キ種類ナリ。

第四節 摘 要

1. 砂地ニ生ズル雜草類ノ中散生シ且根系ノ發達小ナルモノハ幼苗ノ發生及生長ニ對シ有害ナラズ寧ロ夏期ノ強烈ナル陽光ニ對シ幼苗ヲ保護スルノ作用アレドもちがやノ如ク密生シ加フルニ根系ノ發達大ナルモノハ種子ノ地表面ニ達スルヲ妨ゲ又根ニヨツテ土壤上層ノ水分ヲ奪取シ地表面ニ落下セン種子ノ發芽及幼苗ノ生長ヲ阻害ス。
2. 落葉落枝ハ第一ニ砂表面ヲ被覆シテ表面溫ヲ低下シ蒸發ヲ減ジ以テ土壤上層ニ多量ノ水分ヲ保持セシメ第二ニ植物ノ生長ニ必要ナル礦物質養料及窒素ヲ土壤ニ供給スル作用アルガ故ニ林地ニ於ケル落葉落枝ノ保存ハ幼苗ノ發生及生長ニ對シ極メテ有益ナル影響ヲ及ボスモノナリ。但落葉落枝ノ過度ニ厚キ堆積ハ却テ幼苗ノ發生ヲ阻害スルモノニシテ最モ適當ナル厚サハ 1-2cmナリ。
3. 地衣類或ハながすなごけ、すぎごけ等ハ林内外ノ乾燥地ニ生ジ砂ノ水分ヲ保持スル作用ナク此種類ノ生ズル砂地ニハ幼苗ノ發生ヲ見ズ。砂丘林地ニ最モ多キハはひごけニシ

[鳥取高農學報告

テ林縁及陽光ノ射入適度ナル林内ニヨク繁殖シ砂表面ヲ被覆シテ表面溫度ヲ低下シ水分ノ蒸發ヲ防ギ砂地上層ヲシテ常ニ多クノ水分ヲ保持セシムルノ作用アルヲ以テ此種類ノ繁殖ハ更新上極メテ適當ナリ。こばのちやうちんごけ、やまとしのぶごけ、しつばごけ、せびくしらがごけ等は鬱閉密ナル林内ニ於テ旺盛ナル生長ヲナスモ森林疎開シ陽光ノ射入大トナルニ從ヒ次第ニ劣勢トナリ遂ニ消失ス。

落葉落枝ト藓類ノ發生トハ密接ナル關係ヲ有スルモノニシテ例ヘバはひごけハ落葉落枝ノ保存ニヨリ砂地上層ノ水分増加スルニ及ビテ始メテ發生ス。

砂表面ヲ被覆スル藓類ノ厚サニモ亦一定ノ限度アリ。はひごけニ於テハ 3cm内外ノ厚サヲ以テ更新上最モ適當ナリトス。

第十章 恒續林思想ト海岸林ノ造成

之ヨリ本論ノ重要部タル造林問題ニ入ルニ當リ實行上ノ基調ヲナス恒續林ニ就テ大要ヲ述べ造林撫育ノ順序ヲ擧グルヲ當然トスルヲ以テ本章ハ主トシテ次章以下ニ説述スベキ問題ノ概要ヲラントスルモノナリ。

第一節 恒續林思想ノ要點

恒續林思想トハ 1920 年 Möller 氏⁽⁵¹⁾ノ發表セシモノニシテ同氏ハ森林ヲ林地及生物ノ有機的集團ナリト認メ此集團タル Waldorganismus ガ自然狀態ニ於テ完全ニ調和セラレ安定ヲ得タル狀態ニ於テ森林ハ最モ多量ノ木材生産ヲナスモノナルヲ以テ森林ノ利用更新ニ當ツテハ斯ノ如キ自然狀態ヲ破壞スルコトナク森林有機體ノ恒續性ヲ持續セシメザルベカラザルコトヲ主張セリ。

之ニヨレバ森林有機體ノ平衡ヲ破壞スル皆伐作業ハ恒續林ノ根本思想ニ反スルコト明カニシテ更新期ノ短キ皆伐作業ノ如キモ亦之ニ適セズ。而シテ恒續林ノ思想ヲ實現スルニ最モ適當ナリトセラルルハ擇伐作業ニシテ Wagner 法ノ如キ更新期ノ甚ダ長キ施業法モ稍此目的ニ適ヘリト稱セラル。

Bärenthorenニ於テハ皆伐ヲ行ハズ。Möller 氏⁽⁵¹⁾及 Wiebecke 氏⁽⁵¹⁾等ハ全面積ニ亘ツテ毎年弱度ノ伐採ヲ施行セリ。此施業法ニ於テハ擇伐作業ト同ジク主伐間伐ノ別ナク間伐式伐採ヲ繰返シ施行シ其間ニ天然下種ニヨツテ更新ヲ行フモノナリ。恒續林ハーツノ思想ニシテ特定ノ技術的取扱ヲ要求セザルヲ適當ナリトスルモ之ガ思想ノ實現ニハ少クトモ上方天然下種、樹種ノ混淆、異齡、上層間伐、落葉落枝ノ保存等ヲ實施スベキナリ。

第一卷第三號、昭和七年]

上方天然下種及異齡混生林ノ造成ハ總テノ樹種及立地ニ對シ常ニ適用スルヲ得ザルモ Möller 氏ノ思想ノ基調ヲナスモノニシテ之ガ實現ニハ最モ必要ナリ。落葉落枝ノ保存ハ地力ノ増進上極メテ緊要ニシテ Bärenthoren = 於ケル林地ノ生産力ノ著シク増大セルハ主トシテ落葉落枝ノ肥料ニ原因スルモノナリト謂フ。

恒續林施業ハ合理的擇伐作業ニ過ズト稱セラレ或ハ恒續林施業ハ二段喬林又ハ三段喬林ナリトノ説アルモ Hausendorff 氏⁽¹⁶⁾ノ主張セルガ如ク恒續林ハ林業ノ經營上目標トスベキ一ツノ思想ナリト解スベク之ヲ特種ノ作業種ト見ザルヲ以テ妥當トスルガ故ニ樹種及立地ニ應ジテ適當ナル作業法ヲ選定シ恒續林思想ヲ適用シテ施業セラルル森林ヲ恒續林ト解スルヲ至當トス。著者モ亦砂丘造林ノ研究ニ當リ恒續林思想ヲ考察シ之ニ基キタル特種ノ作業法ヲ選定セントスルモノナリ。

第二節 海岸砂地ノ造林及成林ノ手入撫育ノ順序方法

砂地造林ノ順序ハ裸出セル砂地ニ於テハ風ニ由ル砂粒ノ移動ト陽光ノ直射ニ由ル乾燥トノタメニ成林ノ可能性ニ乏シキヲ以テ造林ニ先ダテ先ズ之ガ準備トシテ(1)砂防工ヲ施行スルヲ要ス。即チ滯砂丘ノ築設ト被覆工事トヲ行ヒ或ハ更ニハひね子ノ如キ枝葉ノ密ナル匍匐性植物ヲ仕立テ砂ノ移動及水分ノ蒸發ヲ防止セシム。次ニ(2)播種或ハ植樹ニヨツテ造林ヲ行フモノトス。

砂丘林ノ如ク土壤ノ理化學的性質ノ極メテ不良ナル林地ニ於テハ林地ノ撫育ヲ最モ必要トスルヲ以テ人工造林ニヨル成林後ノ手入撫育ノ方法ハ總テ恒續林施業ノ趣旨ニ基キ之ヲ行ハザルベカラズ。即チ(1)落葉落枝採集ノ禁止或ハ制限ヲ行ヒ(2)造林地ニ侵入生育セルハひごけ其他有益ナル蘚類及灌木類等ノ地床植物ヲ適當ニ保護生育セシメ(3)撫育の間伐ヲ施行スベシ。更ニ森林ガ更新期ニ達シタルトキハ(4)更新の間伐ヲ行ヒ以テ森林有機體ノ恒續性ヲ持續セシメ其間後繼樹ノ侵入成立ヲ助成シ漸次異齡林ニ誘導スルヲ要ス。

既成林中ニハあかまつヲ混ジ或ハあべまき其他落葉潤葉樹トノ混生林ノ存在スルモノアルモ斯ノ如キ林相ヲ呈スルハ極メテ地位良好ナル内方砂丘上ノ特殊ノ個所ニ限ラレ既成砂丘林ノ大部分ハくろまつノ同齡單純林ヨリ成立シ更新上至大ノ關係ヲ有スル落葉落枝ハ從來農漁民ノ燃料用トシテ殆下採集シ盡サルル状態ニアルヲ以テ斯カル森林ニ於テハ(1)下木植付(2)林内ニ自生セル灌木類ノ保存(3)落葉落枝採集ノ禁止或ハ制限從テハひごけ等有益ナル蘚類ノ適度ノ發生誘致等ノ方法ヲ實施スルト共ニ(4)恒續林思想ノ趣旨ニ適ヘル撫育の間伐及更新の間伐ヲ施行シツツ天然下種ニヨル更新ヲ行ヒ林分ノ容姿ヲシテ

〔鳥取高農學報告

漸次變更セシメ異齡混生林ヲラシムルヲ要ス。

海岸砂丘上ニ造林ヲ行ヒ之ガ達成セラルルトキハ亦恒續林思想ニ基キテ施業セラルルヲ要ス。即チ人工一齊林ハ其一代ヲ經過スル間ニ恒續林ノ取計ヲナスヲ要ス。斯ノ如クシテ森林ノ健全ナル天然状態ヲ持續シ保安上善良ナル關係ヲ保持セシムルノミナラズ又經濟上ノ見地ヨリスルモ其効果ヲ大ナラシムルヲ要ス。即チ森林成立後ハ一方ニ於テハ地力ノ増進維持ニ注意シ他方ニ於テハ林木ノ撫育保護ト收穫ノ向上トニ努メ之ガタメニ適當ナル施業ノ方針ヲ定メ土地ノ状態ト環境トヲ考察シ或ハ保安ノ目的ヲ完フスルコトヲ主體トシ或ハ同時ニ最大ノ收利ヲ企圖スルヲ要ス。

第十一章 海岸造林ノ準備トシテノ防砂法

砂粒ノ移動ハ種子ノ發芽ヲ妨ゲ或ハ砂ヲ以テ幼樹ヲ被覆シテ枯死セシメ森林ノ成立ヲ不可能ナラシムルヲ以テ飛砂地ニ造林ヲ行ハントスレバ先ズ適當ナル防砂法ヲ講ジ砂ヲ固定スルヲ要ス。而シテ海岸砂丘ニ於ケル防砂法トシテ最モ有効ナルハ次ノ方法ナリ。

- (1) 海岸ノ砂ガ内陸ニ移動スルヲ防グタメノ滯砂丘ノ築設
- (2) 内方ノ砂ノ移動ヲ鎮定スルタメノ被覆工事

内方砂地ニ砂ヲ供給スル根源地タル海岸ノ砂ノ移動ヲ防止スルタメニ最高潮線ヨリ30—50mノ個所ニ海岸線ニ平行ニ簀垣或ハ羊齒垣ヲ用ヒテ高サ5—9m、風上面ノ傾斜角度7°—10°ノ滯砂丘ヲ直線的ニ築設スルヲ要シ更ニ滯砂丘ノ面ニハこうぼうむぎ、けかものはし等ノ砂草類或ハねむのき、にせあかちあ等ヲ植栽シテ砂ヲ固定セシムルコトヲ要ス。海岸ヨリノ距離相當大ナル砂地ト雖モ海岸ニ向ヘル高所ニシテ風當リ強キ個所ニアリテハ滯砂丘ノ築設ハ極メテ有効ナリ。但海岸ヨリノ距離ニ應ジテ其高サノ度ヲ減ズルコトヲ得ベシ。濱坂砂丘上ニ於テハ海岸線ヨリノ距離約600mノ個所ニ主風ナル西北風ニ直角ニ高サ3m、風上面ノ傾斜角度10°—17°、風下面ノ傾斜角度18°—24°ヲ有スル滯砂丘ヲ築設シ滯砂丘ノ面ニハやなぎ、にせあかちあ等ヲ植栽シテ砂ノ飛散ヲ固定シ其内方3mノ距離ヨリくろまつ、にせあかちあ、やしやぶしノ混植ヲ行ヘリ。湖山砂丘上海岸線ヲ隔ツルコト1000—1500mニシテ海岸ニ向ヘル高所ニ於テハ主風ニ對シ直角ニ高サ1mノ滯砂丘ヲ造成スルヲ以テ最モ有効トシ1m以上ノ高サヲ要セズ。而シテ湖山砂丘上ニ於テハ滯砂丘造成ノタメニスベテ羊齒垣ヲ使用スルモ其他粗葉垣或ハ簀垣ヲ使用スルモ可ナリ。滯砂丘ガ何程ノ距離マデ効力ヲ有スルヤハ造林上極メテ重要ナル問題ナリ。著者ノ實驗ニヨレバ高サ1mノ滯砂丘ニ於テハ其高サノ約3倍ノ距離マデハ効力甚大ナルモ3倍以上ノ距離ニ於テハ其作用著シ

第一卷第三號、昭和七年)

ク減少。例へば湖山砂丘上ニ築設セル高さ1mノ滞砂丘ノ内外ニ於ケル風速測定ノ結果ニヨレバ滞砂丘ノ外方ニ於ケル砂地表面ノ風速6-7m%ナルトキ滞砂丘ニ接シタル内方ハ殆ド無風ニシテ滞砂丘ヨリ内方1mノ距離ニテハ0.7m%, 3mノ距離ニ於テハ1.9m%, 4mノ距離ニテハ2.3m%ヲ測レリ。又高さ1mノ滞砂丘ノ背後ニアル9年生くろまつ林ノ生長状態ヲ見タルニ滞砂丘ノ後方3mマデハ上長生長良好ニシテ樹高0.9-1.0mニ及ビ3m以上ノ距離ニ於テハ漸次樹高ヲ減少セリ。斯ノ如ク滞砂丘ノ内方ト雖モ其距離ニヨツテ防砂ノ効力ヲ減ジ砂ノ移動ヲ生ズルヲ以テ藁、羊齒或ハ松ノ枝條材、桑枝等ヲ用ヒテ被覆工事ヲ行ヒ飛砂ヲ防止スベシ。濱村砂丘ニ於テハ海岸ニ築設セル滞砂丘ノ後方ニ羊齒ヲ用ヒテ静砂垣ヲ作り砂表面ヲ被覆シ能ク飛砂鎮定ノ目的ヲ達セリ。湖山砂丘ニ於テハ滞砂丘ノ内方ニ羊齒又ハ藁ヲ1m置キニ列狀ニ埋立テタル結果砂ハ能ク固定セラレくろまつノ生長良好ナリ。

著者ハ湖山砂丘試験地内各所ニ1923年以降毎年1邊ノ長サ3m, 高さ0.4m, 地下部0.3mヲ有スル網狀ノ羊齒垣、藁垣及桑枝立工ヲ設置シタルニ何レモ1年後ニハ飛砂ヲ固定シ内方砂地ニ生ズルらんらん、めひじは等ノ發生ヲ見ルニ至レリ。最モ優良ナルハ羊齒垣及桑枝立工ニシテ施工後破損スルコトナク能ク現状ヲ維持セリ。其他風力弱キ砂地ニ於テハ砂表面ニ針葉、海草、刈草等ヲ散布シタルノミニテ砂ノ移動ヲ防止シ得ルコトアリ。著者ハ湖山砂丘試験地内ノ風當リ小ナル砂地ニ1926年及1927年藁、刈草及黒松ノ細キ枝葉ヲ散布シ砂表面ヲ被覆シタルニ静砂垣ト同ジク飛砂固定ノ目的ヲ達シ得タリ。海岸地方ニ於テ砂上ニ海草類ヲ放置セルタメ砂ハ固定セラレ飛散セザルハ屢見ルトコロナリ。

被覆工事ヲナスニ當ツテハ砂粒ノ大サヲ考慮スルノ要アルモノニシテ海岸ニ近キ砂粒ノ粗大ナル砂地ハ被覆ノ度ヲ強ク行ハザルベカラズ。

砂丘上ニアル森林ノ荒廢ハ砂ノ移動ヲ生ゼシメ更新ノ目的ヲ達成シ得ザルニ至ルヲ以テ之等ノ森林ハ其位置ニヨツテ禁伐トシ或ハ恒續林ニ取扱ヒ下草、落葉落枝及藓類等ノ採取ハナルベク之ヲ禁止スベシ。

要スルニ砂丘ノ造林ニハ先ズ飛砂防止工事ヲ必要トスルヲ以テ裸地ニアツテハ滞砂丘ノ築設ト被覆工事トヲ併用シテ砂ヲ固定シ然後造林ニ着手スルヲ要シ砂地ニ存在セル森林ハ場所ニヨツテハ禁伐トシ或ハ恒續林施業法ニヨツテ之ヲ取扱ヒ林地ノ裸出スルガ如キ作業法ハ嚴禁セザルベカラズ。(第十三圖版乃至第十五圖版参照)

第十二章 砂ノ水分ヲ増加スル方法

砂ノ水分ハ砂丘上ニ於ケル森林ノ成立ニ作用スル最モ重大ナル因子ニシテ砂地造林ノ成

否ハ實ニ砂ノ含有水分ニ由テ支配セラルルモノト謂フヲ得ベシ。故ニ砂ノ水分ヲ増加スル方法ヲ攻究スルハ造林上極メテ緊要ナリ。

第一節 静砂垣ノ施工ニヨル水分ノ増加

湖山砂丘ニ於テ1924年ニ施工セシ羊齒垣及1925年ニ設ケタル桑枝立工ハ1年後能ク飛砂ヲ固定シ工事ノ初メ存在セシころぼうむぎ全ク其跡ヲ絶チめひじは、らんらん、ころぼうしば及かはらよもぎ等侵入シ來リ何レモ生長旺盛ナリ。例へば桑枝立工内ニ生ゼシかはらよもぎハ形頗ル大ニシテ裸地ニ生育セルモノノ約2倍或ハ3倍ナリ。又らんらんモ裸地ノモノニ比較シ生長著シク良好ニシテ葉花共ニ大形ナリ。斯ノ如ク静砂垣内ニ於テ植物ノ生育良好ナルハ主トシテ生長期ニ於ケル水分ノ大ナルニ歸セザルベカラズ。

著者ハ之等ノ工事ニヨリ乾燥期ニ於テ果シテ水分ヲ増加シ得ルモノナリヤ否ヤヲ知ランガタメニ1928年羊齒垣及桑枝立工内ノ砂ノ水分ト裸地ニ於ケル砂ノ水分トヲ比較研究セリ。但羊齒垣ハ湖山砂丘試験地内砂丘ノ中腹ニ設置セラレ長邊40m, 短邊20mノ地域ヲ1邊ノ長サ5mノ正方形ノ目ヲ有スル網ニテ被覆セリ。而シテ羊齒垣ノ地上部ノ高さハ0.4m, 地下部0.3mナリ。桑枝立工ハ同試験地内ニ於テ砂粒ノ移動最モ多キ鞍部ニ設ケタル工事ニシテ長邊60m, 短邊27mノ地域ヲ1邊ノ長サ3mノ正方形ノ目ヲ有スル網ニテ被覆セリ。而シテ桑枝立工ノ地上部ノ高さハ0.4mニシテ地下部ハ0.3mナリ。1928年4月ヨリ10月マデニ行ヘル水分測定ノ結果ヲ擧レバ次表ノ如シ。(第12表参照)

第54表 裸地ニ於ケル砂ノ水分ト静砂垣内ニ於ケル砂ノ水分トノ比較

I. 裸地ニ於ケル砂ノ水分%

(1)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%		
		6日			14日			27日		
		砂丘ノ頂上	砂丘ノ谷	平均	砂丘ノ頂上	砂丘ノ谷	平均	砂丘ノ頂上	砂丘ノ谷	平均
4	10	3.91	3.48	3.70	4.14	4.36	4.25	4.19	3.34	3.77
	30	4.52	4.75	4.64	3.36	3.86	3.61	5.07	3.52	4.30
	50	4.96	5.75	5.36	4.33	3.79	4.06	4.60	4.18	4.39
	100	7.96	17.37	12.67	5.27	9.19	7.22	5.68	5.01	5.35
	平均	5.34	7.84	6.59	4.28	5.30	4.79	4.89	4.01	4.45

(2)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%		
		5日			19日			26日		
		砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均
5	10	3.79	4.10	3.95	3.16	3.43	3.30	5.27	5.34	5.31
	30	6.04	5.08	5.57	4.61	4.08	4.35	5.3	4.21	4.80
	50	4.03	5.23	4.63	4.67	4.57	4.62	4.28	6.72	5.50
	100	4.00	12.04	8.02	5.46	4.62	5.04	4.63	4.74	4.69
	平均	4.47	6.61	5.54	4.48	4.18	4.33	4.89	5.25	5.08

(3)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%		
		4日			12日			27日		
		砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均
6	10	3.78	4.27	4.03	2.67	2.65	2.66	4.30	4.27	4.29
	30	3.97	4.10	4.04	4.46	3.70	4.08	6.50	4.44	5.47
	50	3.19	3.82	3.51	4.09	3.45	3.77	6.45	4.84	5.65
	100	5.39	4.51	4.95	3.95	3.69	3.82	6.56	6.55	6.56
	平均	4.08	4.18	4.13	3.79	3.37	3.58	5.95	5.03	5.49

(4)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%			水分%		
		7日			13日			22日			27日		
		砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均
7	10	3.14	3.20	3.17	1.95	1.79	1.87	3.83	4.98	4.41	2.44	1.92	2.18
	30	4.65	4.40	4.53	3.44	3.59	3.52	6.24	6.07	6.16	4.67	6.33	5.50
	50	4.30	3.15	3.73	3.82	4.44	4.13	3.83	3.63	3.73	4.87	4.83	4.85
	100	4.74	5.54	5.14	6.01	7.51	6.76	3.30	7.80	5.55	4.26	4.63	4.45
	平均	4.21	4.07	4.14	3.81	4.33	4.07	4.30	5.62	4.96	4.06	4.43	4.25

〔鳥取高農學術報告

(5)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%			水分%		
		8日			14日			22日			27日		
		砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均
8	10	3.17	3.11	3.14	3.93	3.18	3.56	3.70	3.81	3.76	3.57	2.43	3.00
	30	4.04	4.22	4.13	4.22	4.10	4.16	7.43	4.71	6.07	3.94	3.82	3.88
	50	5.59	12.89	9.24	4.24	3.74	3.99	6.04	7.26	6.65	3.77	4.55	4.16
	100	5.84	5.66	5.75	5.90	5.28	5.59	5.68	4.16	4.92	6.78	4.45	5.62
	平均	4.66	6.47	5.57	4.57	4.08	4.33	5.71	4.99	5.35	4.52	3.81	4.17

(6)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%			水分%		
		4日			10日			20日			27日		
		砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均
9	10	3.91	4.66	4.29	2.66	4.00	3.33	3.96	3.85	3.91	3.47	5.16	4.32
	30	3.38	3.57	3.48	3.52	3.60	3.56	5.69	4.69	5.19	5.86	4.10	4.98
	50	5.12	4.82	4.97	4.75	4.22	4.49	4.57	5.60	5.09	5.33	5.77	5.55
	100	3.50	4.74	4.12	3.51	4.31	3.91	3.47	4.00	3.74	4.81	4.04	4.43
	平均	3.98	4.45	4.22	3.61	4.03	3.82	4.42	4.54	4.48	4.87	4.77	4.82

(7)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%			水分%		
		4日			13日			18日			28日		
		砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均	砂丘ノ 頂上	砂丘ノ 谷	平均
10	10	3.02	2.86	2.94	3.38	3.35	3.37	4.16	4.76	4.46	3.83	4.00	3.92
	30	4.29	3.80	4.05	4.07	4.37	4.22	3.80	4.52	4.16	4.02	5.29	4.66
	50	4.04	4.15	4.10	4.41	4.08	4.25	5.70	4.19	4.95	3.14	4.59	3.87
	100	2.73	3.52	3.13	6.24	4.09	5.17	3.92	3.52	3.72	5.41	3.70	4.56
	平均	3.52	3.58	3.56	4.53	3.97	4.25	4.40	4.25	4.32	4.10	4.40	4.25

第一卷第三號，昭和七年〕

I. 静砂垣内=於ケル砂ノ水分%

(1)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%		
		6日			14日			27日		
		羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均
4	10	5.09	4.54	4.82	5.96	3.88	4.92	5.38	4.12	4.75
	30	6.59	6.85	6.72	5.14	5.50	5.32	5.61	4.72	5.17
	50	6.20	6.71	6.46	4.34	4.10	4.22	4.66	4.91	4.79
	100	5.56	6.35	5.96	4.21	4.45	4.33	5.27	5.66	5.47
	平均	5.86	6.11	5.99	4.91	4.48	4.70	5.23	4.85	5.05

(2)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%		
		5日			19日			26日		
		羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均
5	10	5.41	4.02	4.72	3.99	4.66	4.33	8.30	11.14	9.72
	30	7.25	8.87	8.06	6.56	5.98	6.27	4.52	5.71	5.12
	50	5.74	4.80	5.27	6.93	5.29	6.11	6.01	6.34	6.18
	100	5.30	5.51	5.41	5.94	5.32	5.63	4.67	5.46	5.07
	平均	5.93	5.80	5.87	5.86	5.31	5.59	5.88	7.16	6.52

(3)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%		
		4日			12日			27日		
		羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均
6	10	5.52	4.44	4.98	2.78	3.61	3.20	6.88	5.17	6.03
	30	4.56	4.98	4.77	3.24	4.32	3.78	5.82	5.61	5.72
	50	4.45	4.16	4.31	3.64	4.33	3.99	5.91	6.08	6.00
	100	5.12	5.07	5.10	4.14	4.42	4.28	10.18	6.89	8.54
	平均	4.91	4.66	4.79	3.45	4.17	3.81	7.20	5.94	6.57

〔鳥取高農學術報告

(4)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%			水分%		
		7日			13日			22日			27日		
		羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均
7	10	3.50	4.10	3.80	2.64	2.48	2.56	4.19	4.85	4.52	3.77	3.81	3.79
	30	3.89	5.44	4.67	2.87	7.60	5.24	5.99	3.76	4.88	3.53	3.39	3.46
	50	4.36	4.18	4.27	3.00	5.34	4.17	6.64	3.55	5.10	3.52	3.10	3.31
	100	5.26	5.04	5.15	4.47	4.30	4.39	3.80	3.34	3.57	3.45	3.95	3.70
	平均	4.25	4.69	4.47	3.25	4.93	4.09	5.16	3.88	4.52	3.57	3.56	3.57

(5)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%			水分%		
		8日			14日			22日			27日		
		羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均
8	10	4.50	3.37	3.94	3.26	3.63	3.43	4.59	4.24	4.42	2.49	4.09	3.29
	30	6.93	5.51	6.22	3.27	7.72	5.50	6.38	5.26	5.82	3.06	4.34	3.70
	50	5.61	5.82	5.49	4.68	4.41	4.55	7.37	5.82	6.60	3.71	7.14	5.43
	100	5.23	6.52	5.88	4.34	5.04	4.69	3.42	2.57	3.00	4.40	4.77	4.59
	平均	5.46	5.31	5.38	3.89	5.20	4.55	5.44	4.47	4.96	3.42	5.09	4.25

(6)

月	深サcm	水分%			水分%			水分%			水分%		
		4日			10日			20日			27日		
		羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均	羊齒垣内	桑枝立工内	平均
9	10	3.77	3.61	3.69	2.96	1.63	2.30	4.66	6.02	5.34	5.95	3.30	4.63
	30	4.30	3.69	4.00	3.07	4.32	3.70	5.48	6.18	5.83	5.84	5.24	5.54
	50	4.87	4.33	4.60	3.59	4.38	3.99	6.17	4.89	5.53	4.69	5.28	4.99
	100	5.93	3.39	4.66	7.00	3.81	5.41	4.64	3.60	4.12	3.90	4.27	4.09
	平均	4.72	3.76	4.24	4.16	3.54	3.85	5.24	5.17	5.21	5.10	4.52	4.81

第一卷第三號, 昭和七年]

(7)

月	深サ cm	水分 %			水分 %			水分 %			水分 %		
		4日			13日			18日			28日		
		羊齒垣 内	桑枝立 工内	平均	羊齒垣 内	桑枝立 工内	平均	羊齒垣 内	桑枝立 工内	平均	羊齒垣 内	桑枝立 工内	平均
10	10	4.04	3.26	3.65	3.84	4.38	4.09	3.55	4.81	4.18	4.43	5.87	5.15
	30	3.54	3.96	3.75	3.97	4.70	4.34	5.42	4.41	4.92	4.20	5.76	4.98
	50	3.44	4.36	3.90	4.80	5.39	5.10	3.32	4.70	4.01	4.19	4.33	4.26
	100	4.54	3.77	4.16	4.54	5.83	5.19	4.66	4.39	4.53	3.63	4.85	4.24
	平均	3.89	3.84	3.87	4.29	5.08	4.68	4.24	4.58	4.41	4.11	5.20	4.66

上表=ヨレバ4月, 7月及8月=於テ多少ノ例外アレドモ羊齒垣及桑枝立工内=於ケル深サ10-100cmノ砂ノ平均水分ハ概シテ裸地=於ケルヨリ大ナリ. 殊=4月乃至7月中旬=於ケル土壤上層ノ含有水分ハ工事内=於テ著シク大ナリ. 而シテ7月中旬以降ト雖モ上層=アル砂ノ水分ハ静砂垣施工ノ箇所=於テ概シテ稍大ナリ. 今上表=基キ4月ヨリ10月マデノ裸地及静砂垣内=於ケル土壤上層ノ含有水分ヲ比較スレバ次表ノ如シ. 但静砂垣内ノ水分ハ羊齒垣及桑枝立工内ノ砂ノ平均水分. 裸地ノ水分ハ砂丘ノ頂上及谷ノ砂ノ平均水分. 第55表 裸地=於ケル上層ノ砂ノ水分ト静砂垣内=於ケル上層ノ砂ノ水分トノ比較

月 日	深サ10-30cmノ平均水分 %			深サ10-50cmノ平均水分 %		
	裸 地	静砂垣内	差	裸 地	静砂垣内	差
4 6	4.17	5.77	+1.60	4.57	6.00	+1.43
14	3.93	5.12	+1.19	3.97	4.82	+0.85
27	4.04	4.96	+0.92	4.15	4.90	+0.75
5 5	4.76	6.39	+1.63	4.72	6.02	+1.30
19	3.83	5.30	+1.47	4.09	5.54	+1.45
26	5.06	7.42	+2.36	5.20	7.01	+1.81
6 4	4.04	4.88	+0.84	3.86	4.69	+0.83
12	3.37	3.49	+0.12	3.50	3.66	+0.16
27	4.88	5.88	+1.00	5.14	5.92	+0.78

月 日	深サ10-30cmノ平均水分 %			深サ10-50cmノ平均水分 %		
	裸 地	静砂垣内	差	裸 地	静砂垣内	差
7 7	3.85	4.24	+0.39	3.81	4.25	+0.44
13	2.70	3.90	+1.20	3.17	3.99	+0.82
22	5.29	4.70	-0.59	4.77	4.83	+0.06
27	3.84	3.63	-0.21	4.18	3.52	-0.66
8 8	3.64	5.08	+1.44	5.50	5.22	-0.28
14	3.86	4.48	+0.62	3.90	4.50	+0.60
22	4.92	5.12	+0.20	5.49	5.61	+0.12
27	3.44	3.50	+0.06	3.68	4.14	+0.46
9 4	3.89	3.85	-0.04	4.25	4.10	-0.15
10	3.45	3.00	-0.45	3.79	3.33	-0.46
20	4.55	5.59	+1.04	4.73	5.57	+0.84
27	4.65	5.09	+0.44	4.95	5.05	+0.10
10 4	3.50	3.70	+0.20	3.70	3.77	+0.07
13	3.80	4.22	+0.42	3.95	4.51	+0.56
18	4.31	4.55	+0.24	4.52	4.37	-0.15
28	4.29	5.07	+0.78	4.15	4.80	+0.65

要スル=静砂工事=使用セラルル羊齒垣及桑枝立工ハ乾燥期殊=植物ノ生長期=於テ砂地上層=水分ヲ増加セシムル作用アリ.

思フ=砂丘上=於テ發生セル幼苗或ハ植栽セラレタル幼小ナル苗木ハ生長ノ初期=於テ可能的多量ノ水分ヲ得ルトキ充分=根ノ組織ヲ發達セシメ來ルベキ乾燥=能ク耐ヘ得ルモノナレドモ水分=乏シキトキハ根系ノ發達不良=シテ一朝乾燥=遭遇スレバ忽チ枯死スル=至ルベシ. 而シテ植物ノ尙幼小ナル場合=於テハ専ラ淺キ砂層中ノ水分ヲ利用スルモノナルガ故=砂地上層=於ケル含有水分ノ大小ハ植物ノ生長=特=重大ナル關係アリ. 且又生長セル植物ト雖モ砂地=於テハ比較的淺キ上層帶=廣ク分布セル長キ根ヲ有スルモノ=シテ他ノ土壤=於テハ稍深キ根ヲ有スル植物モ砂地=於テハ概シテ淺根ナリ. 例ヘバ湖山

砂丘上ニ生育スル15-23年生くらまつノ根ノ深サハ一般ニ10-30cmニシテ50cmヲ超ユルコト甚ダ稀ナリ。斯カル特徴モ亦砂地上層帯ニ於ケル水分ノ重大性ヲ指示スルモノナリ。故ニ此點ヨリ考察スルモ砂地ノ上層ニ水分ヲ増加セシムル作用アル羊齒垣或ハ桑枝立工等ノ施工ハ砂丘ノ造林上極メテ有効ナル方法ナリ。

第二節 有機物質ノ埋没、覆蓋及客土ニヨル水分ノ増加

砂丘地ニ於テ行ハルル藁、綠肥等ノ埋没或ハ客土ハ單ニ肥料トナルノミナラズ砂ノ水分關係ヲ良好ナラシムルニ効果アリ。又砂表面ヲ藁、枯草、落葉等ヲ以テ被覆スルトキハ水分ノ蒸散ヲ防止スルト共ニ砂丘氣候ノ特徴ナル砂表面及之ニ近キ氣層内ノ氣候状態ニ大ナル影響ヲ及ボスモノナリ。

著者ガ1928年及1929年湖山砂丘試驗地ニ於テ各種ノ材料ヲ用ヒテ實驗セン結果ヲ綜合スレバ次ノ各表ノ如シ。

第56表 砂中ニアル有機物質及土類ノ含水量

年	月	日	深サ cm	種 類	含水量%	備 考
1928	8	22	10	粘土	50.45	1927年7月客土
		同	30	同	56.59	
		27	10	同	54.58	
		31	10	羊齒	46.23	1928年6月埋没
		同	10	藁	42.11	同
		同	10	埴土	31.11	1927年7月客土
	9	2	10	同	19.40	
		同	10	麥藁	53.98	1927年5月埋没
		4	10	埴土	28.64	
		9	10	麥藁	33.67	
		同	10	藁	61.43	
		同	10	羊齒	50.77	
		同	10	埴土	23.02	

年	月	日	深サcm	種 類	含水量%	備 考
1928	9	10	10	粘土	55.33	1927年6月埋没
		同	10	埴土	18.66	
		20	10	藁	64.05	
		同	10	羊齒	54.55	
	10	2	10	同	43.94	
		同	10	藁	53.23	
		4	10	綠肥	73.44	
	5	11	10	粘土	53.64	
		同	10	埴土	17.20	
	6	21	10	粘土	53.54	
		同	10	埴土	17.90	

第57表 藁ヲ埋没セン砂地ノ水分ト裸地ニ於ケル水分トノ比較

年	月	日	深サ cm	砂ノ含水量%			備 考
				藁ヲ埋没 セン砂地	裸地	差	
1928	7	25	10	3.48	2.78	+0.70	藁ハ1928年6月5m平方ノ地域内ニ線狀ニ3個所15-20cmノ深サニ埋没セリ。尙砂中ニ於テ腐朽セル藁ノ含水量ハ33.21-59.17%ナリ。
	8	16	10	3.62	2.85	+0.77	
		22	10	4.06	3.80	+0.26	
		24	10	3.71	2.94	+0.77	
		27	10	5.12	2.29	+2.83	
		31	10	4.36	4.06	+0.30	
	9	2	10	3.55	3.37	+0.18	
		4	10	5.98	4.04	+1.94	
1929	4	24	10	6.28	4.24	+2.04	
		28	10	4.97	4.20	+0.77	
	5	11	10	5.02	4.29	+0.73	

年	月	日	深サ cm	砂ノ含水量 %			備 考
				藁ヲ埋没 セシ砂地	裸 地	差	
1929	6	9	10	4.26	3.98	+0.28	同 上
		21	10	6.78	3.29	+3.49	
	7	16	10	3.38	3.21	+0.17	

第58表 客土セル砂地ノ水分ト裸地ニ於ケル水分トノ比較

年	月	日	深サ cm	種 類	水分%	種 類	水分%	差	備 考
		31	10	埴土客土ノ砂地	6.35	同	4.06	+2.29	
	9	2	10	同	4.65	同	3.37	+1.28	
		9	10	粘土客土ノ砂地	4.44	同	2.17	+2.27	
		同	10	埴土客土ノ砂地	5.73	同	2.17	+3.56	
	10	21	10	粘土客土ノ砂地	4.47	同	3.65	+0.82	
		同	10	埴土客土ノ砂地	6.34	同	3.65	+2.69	
		28	10	粘土客土ノ砂地	3.97	同	3.80	+0.17	
		同	10	埴土客土ノ砂地	5.06	同	3.80	+1.26	
1929	4	24	10	粘土客土ノ砂地	4.99	同	4.24	+0.75	
		同	10	埴土客土ノ砂地	4.49	同	4.24	+0.25	
		28	10	粘土客土ノ砂地	5.92	同	4.21	+1.71	
		同	10	埴土客土ノ砂地	6.24	同	4.21	+2.03	
	5	11	10	粘土客土ノ砂地	4.34	同	4.29	+0.05	
		同	10	埴土客土ノ砂地	4.82	同	4.29	+0.53	
	6	9	10	粘土客土ノ砂地	4.87	同	3.99	+0.88	
	同	10	埴土客土ノ砂地	5.33	同	3.99	+1.34		
		21	10	粘土客土ノ砂地	4.07	同	3.29	+0.78	

年	月	日	深サ cm	種 類	水分%	種 類	水分%	差	備 考
1929	6	21	10	埴土客土ノ砂地	4.67	裸地	3.29	+1.38	同 上
		7	16	10	粘土客土ノ砂地	4.11	同	3.21	
		同	10	埴土客土ノ砂地	4.45	同	3.21	+1.24	

第59表 埋没セル有機物質及其上下ニアル砂ノ水分

年	月	日	種 類	含水量%	砂ノ含水量 %			備 考	
					有機物質 ノ上	有機物質 ノ下	平 均		
1929	4	24	緑肥	76.99	5.57	4.61	5.09	有機物質ハ1928年10 月砂中15-20cmノ深 サニ埋没セリ.	
			厩肥	75.24	5.22	4.40	4.81		
		同	塵芥	41.79	4.82	4.05	4.44		
		28	緑肥	45.94	4.46	3.99	4.23		
		同	厩肥	60.17	11.71	7.97	9.84		
		同	塵芥	23.17	4.52	4.43	4.84		
		5	11	緑肥	55.85	4.92	4.22		4.57
			同	厩肥	57.88	4.58	3.63		4.11
	6	9	緑肥	66.40	3.71	4.04	3.88		
			同	厩肥	36.37	4.07	3.44		3.76
		同	塵芥	31.23	4.78	4.21	4.50		
			同	塵芥	31.53	4.27	2.97		3.62

第60表 被覆セラレタル砂表面ノ水分ト裸地表面ノ水分トノ比較

年	月	日	種 類	水分%	種 類	水分%	差	備 考
1928	9	19	枯草ニテ被覆セ ル砂表面	2.58	裸出セル砂表面	0.52	+2.06	曇天,被覆ノ厚 サ1-2.5cm
			藁同	3.74	同	0.52	+3.22	
			同	落葉同	4.13	同	0.52	

年	月	日	種 類	水分%	種 類	水分%	差	備 考	
1928	9	19	蘆ニテ被覆セル砂表面	3.42	裸出セル砂表面	0.52	+2.90	曇天, 被覆ノ厚サ1-2.5cm	
		23	枯草同	2.75	同	0.41	+2.34		
		同	蘆同	0.79	同	0.41	+0.38		
		同	藁同	1.02	同	0.41	+0.61		
		同	落葉同	0.73	同	0.41	+0.32		
		27	蘆同	2.47	同	0.13	+2.34		晴, 被覆ノ厚サ1-2.5cm
		同	藁同	0.97	同	0.13	+0.84		
		同	枯草同	2.68	同	0.13	+2.55		
		10	2	枯草同	2.99	同	0.18		+2.81
	同	蘆同	0.38	同	0.18	+0.20			
	同	藁同	0.37	同	0.18	+0.19			
	18	枯草同	1.97	同	0.15	+1.82	同		
	28	枯草同	3.50	同	0.23	+3.27	同		

上記各表ニヨツテ見ルガ如ク砂中ニ埋没セラレタル有機物質或ハ土類ハ自ラ多量ノ水分ヲ吸収シ保有スルノミナラズ之ニ近接セル砂ノ水分ヲモ増加セシムルモノナリ。例ヘバ藁ヲ埋没シタル砂地ノ水分ハ盛夏裸地ニ於ケル同ジ深サノ水分ヨリ常ニ多ク其差2%以上ニ及ベルコトアリ。(第57表参照)

而シテ埋没セル有機物質ノ上下兩砂層ニ於ケル水分ヲ檢出スルコトハ之ヲ埋没スベキ深サヲ知ルニ必要ナリ。著者ハ1928年10月地下15-20cmノ深サニ埋没セシ緑肥、厩肥及塵芥ノ上下ニアル砂ニ就テ實驗ノ結果之等有機物質ノ上方ニアル砂ノ含有水分ハ下方ノ砂ヨリ概シテ大ナルコトヲ認メタリ。故ニ有機物質ノ埋没ハ砂地上層ノ水分ヲ増加セシムル意味ニ於テ深淺共ニ過度ニ失スベカラズ。一般ニ20-30cmノ深サニ於テ施行スルヲ適當トス。(第59表参照)

砂ハ空氣ノ透通大ニシテ且熱セラレ易キガ故ニ砂中ニ埋没セラレタル有機物質ハ他ノ土壤ニ於ケルヨリ速カニ分解ス。而シテ有機物質ガ腐朽シ砂ニ混ズルトキハ砂ノ水分吸収力ヲ一層大ナラシム。即チ腐植質ハ各砂粒ノ間隙ヲ填充シテ浸入スル水ノ移動ヲ緩ナラシメ

[鳥取高農學報告

從テ浸透水ノ量ヲ減少セシムルモノナリ。又砂中アリテ未ダ充分ニ腐植化セザル有機物ハ砂中ニ棲息スル小動物ニヨツテ漸次細斷分解セラレ膠狀腐植質トナリ砂粒ヲ包被シ砂粒ノ膠着力ヲ大ナラシム。或ハ腐植質ハ砂土ニ於テ繁殖スル微菌類ノ養料トナリ砂粒ハ之ガタメニ相互結合セラレ團粒組織ノ原因タルコトアリ。

濱坂砂丘上ノ高濱砂防造林地ニ於テハくろまつノ植栽ニ當ツテ先ズ植穴ニ藁ヲ入レ砂ヲ被覆セル上ニ植栽シ良好ナル成績ヲ擧ゲタリ。

砂中ニ埋没セル有機物質ノ中最モ速カニ腐植化スルハ藁ニシテ湖山砂丘ニ於ケル實驗ニヨレバ6ヶ月ニシテ全ク腐朽シ腐植土狀ヲ呈スルニ至レリ。

客土セル砂地ノ砂モ亦之ヲ施行セザル個所ノ砂ニ比較スレバ尙多クノ水分ヲ含有セリ。(第58表参照)。而シテ土壤ソレ自身トシテハ粘土ハ埴土ヨリ多量ノ水分ヲ吸收保持スレドモ接觸セル砂ノ水分ヲ増加セシムル作用ニ於テハ埴土ハ粘土ヨリ大ナリ。更ニ之等ノ土類ヲ粉碎シテ能ク砂ニ混入スルトキハ其効果一層大ナリ。例ヘバ地下10cmノ深サニ於ケル砂ノ含水量2.9-3.7%ナルトキ粘土ノ微量ヲ混シタル砂ハ11.9%ノ水分ヲ保持スルヲ見タリ。

著者ハ1925年4月飛砂ノ固定セル5m平方ノ羊齒垣内ニ1m置ニ地下15-30cmノ深サニ1個所1畝宛ノ埴土ヲ埋没シ2ヶ年後2年生くろまつ及1年生にせあかちあヲツノ羊齒垣内ニ81本宛植栽シ之ト客土セザル羊齒垣内ニ植栽セルくろまつ及にせあかちあトノ生長状態ヲ比較研究セリ。而シテ該試驗區ハ砂丘ノ中腹ニ位シ比較的風當リ強キ部分ニアリ。客土セザル羊齒垣内ノくろまつハ冬期風及飛砂ノ危害ヲ蒙リ1年後ニハ殆ド枯死シタルモ客土セル羊齒垣内ノくろまつハ植樹ノ當初比較的多クノ水分ヲ得テ根系ノ發育良好ナリシガタメ夏期ノ乾燥及冬期ノ強風或ハ飛砂ニヨツテモ大ナル被害ヲ受クルコトナク概シテ生長良好ナリキ。1928年4月ノ調査ニヨレバ客土セル羊齒垣内ノくろまつハ平均樹高30-50cm, 針葉ノ長サ6-10cm, 嫩枝ノ長サ6-11cm, 根元周圍4-5cmヲ有セリ。客土セザル羊齒垣内ノくろまつハ概ネ形小ニシテ針葉モ短小ナリ。即チ平均樹高15-20cm, 針葉ノ長サ2.5-6cm, 嫩枝ノ長サ1-3cm, 根元周圍3cmナリキ。又客土セル羊齒垣内ノにせあかちあノ葉ハ長サ2.0-3.3cm, 幅1.3-2.3cmニシテ客土セザル羊齒垣内ノにせあかちあノ葉ハ長サ1.0-2.0cm, 幅0.8-1.1cmヲ有シタリ。

上例ニヨツテ見ルニ客土セル砂地ニ於テハ客土セザル砂地ニ比シくろまつ及にせあかちあノ生長著シク良好ナリ。之主トシテ客土ニ由ル水分ノ増加ニ原因ス。

被覆工事トくろまつノ生長トノ關係ニ就テ見ルニ羊齒垣, 羊齒立工, 藁立工或ハ桑枝立
第一卷第三號, 昭和七年)

工等ノ靜砂工事ヲ施シタル部分ニ栽植セシくろまつノ中垣ニ接觸セルモノ程一般ニ生長良好ナリ。蓋シ垣ヲ作レル羊齒或ハ藁ハ單ニ肥料トナルノミナラズ水分關係ヲ良好ナラシムルニ由ルベシ。湖山砂丘上ニ於ケル實驗ニヨレバ8月下旬羊齒垣ニ接シタル砂ノ含水量ハ4.34%、桑枝立工ニ接觸セル砂ノ含水量ハ4.33%ニシテ裸地ノ同ジ深サニアル砂ノ含水量4.08%ニ比較スレバ夫々0.26%、0.25%大ナリキ。又9月上旬深サ10cmノ裸地ノ水分3.37%ナルトキ羊齒垣ニ接觸セル砂ノ水分ハ3.69%、桑枝立工ニ接スル砂ノ水分ハ4.20%ニシテ裸地ノ水分ヨリ前者ハ0.32%、後者ハ0.83%大ナルヲ認メタリ。故ニ羊齒立工或ハ藁立工ニ於テハナルベク埋立ノ列間距離ヲ小ニシ之ニ接シテ植樹ヲ行ヒ又正方形ノ目ヲ有スル網狀ノ羊齒垣或ハ桑枝立工ニ於テハ各網目内ニ更ニ十字形ノ羊齒垣或ハ桑枝立工ヲ施工シ苗木ヲシテ可能的垣ニ接觸セシムベシ。

著者ハ又藁、枯草、蘆、落葉等ノ材料ヲ用ヒテ砂表面ヲ被覆シ砂表面ノ水分關係ニ就テ實驗セリ。(第60表參照)

即チ砂表面ヲ被覆スル之等ノ材料ハ濕熱及風ノ透過ヲ妨ゲ水分ノ發散ヲ防止スルヲ以テ被覆セラレタル砂表面ハ裸地ニ於ケルガ如ク過度ニ乾燥スルコトナク濕潤スルコト多シ。靜砂垣ノ網目内ニ松ノ小枝及針葉ヲ散布スルコト或ハ砂表面ヘ塵芥ヲ散布スル方法等ハ何レモ飛砂ヲ靜止セシムルト共ニ砂ノ水分關係ヲ良好ナラシムルニ効アリ。而シテ砂表面ノ被覆ハ管ニ水分關係ヲ良好ナラシムルニ止マラズ變化制シキ砂表面溫度ヲ溫和ナラシムル作用アリ。即チ被覆セラレタル砂表面ハ直接陽光ヲ受クルコトナキヲ以テ裸地ニ於ケルガ如ク過度ノ高溫ニ達セザルノミナラズ砂表面ヲ被覆スル藁、蘆、落葉等ノ表面溫度モ裸出セル砂表面ヨリ概シテ低ク反射光線ニヨツテ植物ヲ害スルコト裸地ノ如ク劇シカラズ。9月下旬湖山砂丘上ニ於テ測定シタルニ氣溫22°C、裸出セル砂表面38.2°Cノトキ砂表面ヲ薄ク被覆セル藁及蘆上ニテハ33°Cナリキ。又氣溫26°C、裸地表面39.5°Cノトキ砂表面ヲ被覆セル藁上ニテハ29°C、蘆上ニテハ31°C、落葉上ニテハ38°C、枯草上ニ於テハ38.5°Cヲ測レリ。

上述ノ如ク藁、蘆、落葉、枯草等ヲ用ヒテ砂表面ヲ被覆スルトキハ砂ノ水分及溫度ニ對スル關係ヲ良好ナラシムルモノナリ。然レドモ被覆ノ度過大ナルトキハ夏期ニ於ケル小雨ノ地中ニ入ルヲ妨グルガ故ニ却テ不適當ナリ。

其他水分ノ蒸發ヲ防止スル方法トシテ農地ニ於テ普通行ハルハ耕耨ナリ。即チ耕耨ニヨツテ土壤ノ上層ヲ膨軟ナラシメ下層トノ聯絡ヲ切斷シ從テ水分ノ蒸發ヲ可能的減少セシムルモノナリ。然レドモ此方法ハ微細ナル粒子ヨリ成立シ毛細管力ノ大ナル土壤ニ於テノ

ミ有効ナルモノニシテ砂丘ノ砂ノ如ク粗鬆ニシテ毛細管作用ニ乏シキ土壤ニ於テハ却テ有害ナリ。加フルニ砂表面ノ不平坦ヲ生ジ風ニヨツテ砂ノ飛散ヲ容易ナラシムル俱アリ。

第三節 摘 要

(1) 靜砂工事ニ使用セララル羊齒垣及桑枝立工ノ施工ハ乾燥期殊ニ植物ノ生長期ニ於テ砂地ノ上層ニ水分ヲ增加スル作用アリ。湖山砂丘ニ於ケル實驗ニヨレバ5月地下10-30cmノ深サニ於テ靜砂垣内ノ砂ノ水分ガ裸地ヨリ大ナルコト1.47-2.36%、地下10-50cmノ深サニ於テ工事内ノ砂ノ水分ガ裸地ヨリ大ナルコト1.30-1.81%ニ及ベリ。而シテ被覆ノ度大ナル程効果大ナリ。

(2) 藁、綠肥、厩肥、塵芥等ヲ砂中ニ埋没スルトキハ單ニ肥料トナルニ止マラズ砂ノ水分ヲ著シク大ナラシム。埋没セル有機物質ノ上下ニアル砂層内ノ水分ヲ比較スレバ上方ニアル砂ノ水分ハ下方ノ砂ノ水分ヨリ概シテ大ナリ。故ニ砂地上層ノ水分ヲ增加セシムルタメニハ有機物質ノ埋没ハ地下20-30cmノ深サニ於テ行フヲ最モ適當ナリトス。

(3) 客土ハ砂ノ水分ヲ大ナラシムルモノニシテ湖山砂丘ニ於テハ客土シタル砂地ノ水分ガ客土セザル砂地ノ水分ヨリ大ナルコト3%以上ニ達セシコトアリ。客土セル砂地ニ栽植セシくろまつ及ニせあかちあノ生長ガ裸地ニ栽植セシモノニ比較シ著シク良好ナルハ明カニ此關係ヲ示スモノナリ。

(4) 砂表面ヲ藁、枯草、蘆、落葉等ヲ用ヒテ被覆スルトキハ熱及風ノ透過ヲ遮リ水分ノ蒸散ヲ防止スルヲ以テ裸出セル砂表面ノ如ク過度ニ乾燥スルコトナシ。且表面溫度ノ激變ヲ防止ス。但過度ニ厚キ被覆ハ夏期ニ於ケル小雨ノ地中ニ入ルヲ妨グルガ故ニ却テ不適當ナリ。

第十三章 砂地造林ノ方法

砂丘ノ造林ヲ實行セントスレバ森林ノ現在狀況ノミナラズ過去ノ取扱法ト將來ノ關係ニヨツテ其方法ヲ異ニセザルベカラズ。即チ無林地ノ造林ニシテモ海岸ヨリノ距離ニヨツテ差異アリ。又現在森林アリトスルモ其狀態ト過去ニ於ケル落葉落枝採集、伐採等ニヨツテ同ジカラザルモノアルガ故ニ本章ニ於テハ實際ニ生ジ得ル各種ノ狀況ニ應ジ其造林法ヲ攻究セントスルモノナリ。

第一節 播種及植樹造林法ノ選定

砂地造林=當ツテ播種或ハ植樹ノ何レヲ可トスルヤ=就テハ Wiebecke 氏⁽⁸¹⁾ハ播種造林=山ルベキヲ主張シ其理由トシテ播種=ヨツテ發生セル幼苗ハ其根系ノ發達自然ニシテ將來最良ノ林木ヲ保證シ得ルコト及播種造林ハ植樹造林ニ比較シ費用ノ低廉ナルコトノ二點ヲ擧ゲタリ. Wiedemann 氏⁽⁸²⁾=ヨレバ Bärenthoren =於テハ播種造林廣ク行ハレ特ニ土壤上層ノ濕潤セルトキニハ殆下播種=ヨツテノミ造林ヲ行ヘリト謂フ.

湖山砂丘上=於テ著者ノ行ヘル播種試驗ノ結果=ヨレバ乾燥度大ナル粗砂粒ヨリ成立セル砂地=於テハ全ク不成功=終リタルモ砂ノ上層=多量ノ水分ヲ保有シ發芽期=於テ砂表面ノ常=濕潤セル砂地=於テハ發芽率50%以上=及ビ發生セル幼苗ノ根系統ノ發育良好ニシテ6月乃至8月ノ乾燥期=於テモ枯死シタルモノ少ナカリキ. 又天然下種=ヨツテ發生セル幼苗=就テ見ルモ乾燥セル裸地=於テ發生セル幼苗ハ乾燥期=於テ殆下枯死シタルモ適當ナル厚サノ落葉落枝或ハはひごけ等ノ地表面ヲ被覆シ土壤上層ノ常=濕潤セルガ如キ個所=發生セル幼苗ハ乾燥期=於テモ枯死シタルモノ少シ. 斯ノ如キ實例ハ砂丘上=於テ播種造林ノ能ク適用サレ得ルヲ指示スルモノニシテ適當ナル方法=ヨリ最適ナル時期=良質ノ種子ヲ用ヒテ造林ヲ行ヘバ決シテ失敗=歸スルコトナシ. 加フル=播種造林=ヨツテ生ズル幼苗ノ生長ハ極メテ緩慢ナルノ缺點アルモ根系統ハ健全ニシテ人工植樹ノ如ク植付ガ根ヲ不自然ノ状態=陥ラシムルコトナク將來優良ナル生長ヲ約束スルモノナリ.

湖山砂丘地方=於ケル植樹造林=就テ見ル=同地方=於テハ之ガ準備トシテノ防砂法ノ不充分ナルト造林用苗木シテハ一般=氣候状態及土壤ノ性質ノ異ナレル他地方ヨリ購入セラレタル2年生或ハ3年生ノ稍大形ナルくろまつ苗木ヲ使用シ加フル=植樹後ノ手入宜シキヲ得ザルガタメ=其成績概シテ不良ニシテ植樹後數年間=於ケル枯損歩合甚大ナルヲ以テ年々多額ノ補植費ヲ要セリ. 1年生苗木ヲ用フレバ造林費ヲ多少軽減シ得ルモ播種造林=比スレバ尙多額ノ費用ヲ要スルノミナラズ活着ノ點=於テモ播種=ヨツテ發生セル稚樹=及バス. 唯こうぼうむぎ, ちがや等ノ密生セル砂地=於テハ播種=ヨツテ發生セル幼苗ハ之等植物ノ枝葉及地下莖ノタメ=過度ノ被壓ヲ受ケ枯死スルコト多キヲ以テ斯カル砂地=ハ1年生苗木ヲ用ヒ植樹造林ヲ施行スルヲ適當トス.

要スル=海岸砂地=於テハナルベク播種=ヨツテ造林スルヲ適當トシ植樹造林ハこうぼうむぎ, ちがや等ノ密生地ノ如キ特殊ノ砂地=於テノミ行フベキモノトス.

第二節 播種造林ノ方法

Joliet 氏⁽³⁸⁾=ヨレバ佛國=於テハ海岸松ノ播種造林ヲ行フ=當リ1ha當10kgノ Pinus maritime ノ種子=Ajoc, Genét, Groubet ノ種子各3kg 他=食虫鳥ヲ誘フ=必要ナル種子3kgヲ混ジ平播スルヲ例トシ Gayer 氏⁽⁴³⁾ハ平均8kg, Mayr 氏⁽⁴³⁾ハ平均10kgヲ松ノ1haノ播種量トス.

湖山砂丘地方=於テハ砂ノ性質上森林ノ成立概シテ困難ナルヲ以テ播種量ハ稍大ナルノ要アルベク即チ同地方ノ播種造林=ハ1ha當少クトモ海岸=近キ砂地=對シテハ15kg, 内方砂地=對シテハ10kgノくろまつ種子ヲ使用スルヲ可トス. 次=潤葉樹種子ノ混濁量ハ海岸=近キ砂地=於テハねむのき種子約3.7kg 或ハにせあかちあ種子約1.9kgトシ内方砂地=於テハねむのき種子約2.5kg 或ハにせあかちあ種子約1.3kgトシ豫メ被覆工事ヲ完全=施行セル砂地=播下スベシ. 然ルトキハ成林後=於テ約10%ノ潤葉樹ヲ混ズル=至ルモノナリ. 潤葉樹種子ノ過大ノ混濁ハ發生後くろまつノ生長ヲ壓迫シ該森林ノ主林木ヲナス=至ルノ惧アルヲ以テ之ガ混濁ハ過大=失スベカラズ. 既ニ叙述セルガ如ク種子ノ發芽ハ砂ノ水分=ヨツテ影響セラルルトコロ極メテ大ニシテ一般=砂地上層=於ケル水分ノ大ナル時期=於テハ種子ノ發芽良好ナルモ砂地上層ノ水分小ナル時期=於テハ種子ハ其發芽力ヲ著シク減殺セラルルモノナリ.

著者ハ湖山試驗地=於テ3月下旬, 4月上旬及4月中旬くろまつ種子各100粒宛ヲ播種シ其發芽状態及發芽後ノ成績ヲ調査シタル=3月下旬播種セルモノハ4月下旬=於テ發芽シ其發芽率52%, 6月中旬マデノ消失率15%ヲ示シ4月上旬播種セルモノハ5月上旬=發芽シ其發芽率40%, 6月中旬マデノ消失率50%ナルヲ見タリ. 又4月下旬播種セルモノハ5月中旬發芽シタルモ其發芽率ハ僅=10%ニシテ6月中旬マデノ消失率ハ100%ヲ示セリ. 斯ノ如ク播種ノ時期後レタルモノ程發芽成績ノ不良ナリシハ砂地上層ノ乾燥度大ニシテ種子ノ發芽=不適當ナル状態ヲ呈センガ故ナリ. 尙同實驗=ヨレバ一般=4月中=發生セル幼苗ハ充分=根ヲ伸長シ能ク5月上旬ノ乾燥=耐ヘ生長良好ナレドモ5月=入ツテ發生セル幼苗ハ末ダ根系ノ發育不充分ナル=俄ニ強度ノ乾燥=遭遇スルヲ以テ忽チ枯死スル=至レリ. 之=ヨツテ見ルトキハ湖山砂丘地方=於テハ3月中旬乃至3月下旬=播種ヲ行ヒ4月中=幼苗ノ發生ヲ計ルヲ以テ最モ適當ナル方法ナリトス.

風力弱ク砂表面ノ常=濕潤セルガ如キ個所=ハ被覆工事ヲ施行セズシテ直ニ播種スルモ可ナリ. 但砂表面ノ含有水分大ナリト雖モ風力常=大ナル個所=アツテハ被覆工事ヲ行ハズシテ播種スルトキハ種子ハ往々砂ト共ニ飛散スルノ惧アルヲ以テ播種=先立テ羊齒或ハ

枝條材ヲ用ヒテ砂表面ヲ被覆スルヲ要ス。海岸ニ近キ粗大ナル砂粒ヨリ成立スル砂地ハ強度ノ乾燥ト風ノタメニ成林ノ可能性ニ乏シキヲ以テ造林ヲ行フニ當ツテ特ニ強ク被覆ヲ行フカ或ハ被覆工事ニ加フルニ更ニ豫メハひねずノ如キ枝葉ノ密ナル匍匐性植物ヲ植栽シテ砂表面ヲ被覆シ水分ノ蒸發ヲ防止セザルベカラズ。

著者ノ調査ニヨレバ末恒砂丘上ニ於テ海岸線ヨリノ距離100m内外ノ砂粒大ナル砂地ニ密生セルハひねず内ニ疎立セルくろまつ林ヨリノ上方下種ニヨツテ多數ノ幼苗發生シ3m平方ノ地域内ニ150本ノ幼苗生育セリ。試ミニハひねずノ被覆セル砂表面ノ水分ト裸地上層ノ水分トヲ比較測定シタルニ其結果次表ノ如シ。

第61表 はひねずノ密生被覆セル砂表面ノ水分ト裸地表面ノ水分トノ比較

年	月	日	はひねずノ被覆セル砂表面ノ水分%	裸地表面ノ水分%	
1930	4	23	6.79	0.20	
		5	7	5.26	0.25
		14	2.52	0.10	
		18	2.14	0.08	
		25	1.81	0.09	

即チ裸地表面ノ氣乾セルトキハひねずニヨツテ被覆セラレタル砂地表面ハ常ニ濕潤セリ。

はひねずノ造林ハ豫メ被覆工事ヲ行ヘル砂地ニ播種ニヨツテ行フヲ適當トス。但砂地ニ於ケルハひねず種子ノ發芽ハ極メテ不良ナルヲ以テ比較的多量ノ種子ヲ要スベク1ha當10kg内外ノ種子ヲ播下スベシ。而シテハひねずノ造林後3-5年ヲ經テくろまつノ播種造林ヲ施行ス。

第三節 植樹造林ノ方法

砂丘上ノ造林ハ既ニ叙述セルガ如ク一般ニ播種ニ由ルヲ可トスルモこほうむぎ、ちがや等ノ密生セル砂地ニ於テハ播種ニヨツテ發生セル幼苗ハ之等植物ノ枝葉及地下莖ノタメニ過度ノ被壓ヲ受ケ枯死スルコト多キヲ以テ斯ノ如キ砂地ニハ根系ノヨク發達セル1年生苗木ヲ用ヒ植樹造林ヲ行ヒ混淆林ヲ造成スルヲ適當トス。

植樹ヲナスニハ4月上旬乃至下旬鉤ヲ用ヒテ溝ヲ穿テ1ha當1年生くろまつ苗木8000

〔鳥取高農學術報告

-10000本及ねむのき或ハニせあかちあ800-1000本ヲ混植ス。而シテ苗木ハ裸根ノモノヲ使用シ稍深目ニ植栽スベシ。土附苗モ從來砂地ノ造林ニ屢用ヒラレ米國ニテハ紙ニテ苗ノ根ヲ包ミ砂地ニ鉢附苗ノ造林ヲナン好果ヲ擧ゲツツアリト謂フ。湖山砂丘地方ニ於テハ管テ土附苗ヲ使用シタルコトアルモ土附苗ハ取扱不便ニシテ大ナル費用ヲ要スルヲ以テ近來之ガ使用ヲ全ク見ザルニ至レリ。

尙造林施行前ニ被覆工事ニ加フルニ地表下20-30cmノ深サニ藁、刈草、塵芥等ヲ埋沒スレバ肥料トナルノミナラズ砂ノ水分ヲ著シク増加シ稚樹ノ生長ヲ助成スルコト大ナリ。

第四節 天然下種造林法

砂丘上ニ於ケル無林砂地ハ人工造林ニヨツテ森林ヲ造成セザルベカラザルモ砂丘上ニ存在スル既成林或ハ造林ニヨツテ將來成立スベキ森林ハ林地ノ保護及林木生育ノ保全等ノ關係ヨリシテ天然下種ニヨツテ更新スルヲ以テ最も適當ナリトス。而シテ砂丘上ニ於ケルくろまつノ天然下種ニヨル幼苗ノ發生狀態ヲ見ルニ主トシテ上方下種ニヨツテ行ハレ側方下種ニヨル幼苗ノ發生ハ極メテ稀ナリ。湖山砂丘上ニ於テ著者ノ行ヒタル調査ニヨレバ防風用くろまつ林ノ北側林縁ニ發生セル1年生幼苗ノ總數120本ノ中林縁木ノ樹幹ヲ去ルコト2m以内即チ林縁木ノ樹冠下ニアルモノ90本、樹冠ノ先端ヲ離ルルコト1m以内ニ20本同ジク1-2mノ距離ニ10本存在シ樹冠ノ先端ヲ距ツルコト2m以上ノ距離ニ於テハ全ク幼苗ヲ發見スルコト能ハザリキ。又湖山砂丘上ニ疎立セル70年生くろまつ林ニ於テハ樹冠ノ直徑8-12mナル各母樹ノ樹冠下ニ16本乃至20本ノ1年生幼苗ノ生ズルヲ見タルモ樹冠ニヨツテ保護セララル區域以外ノ砂地上ニハ幼苗ヲ缺除セリ。而シテ樹冠下ニ於ケル幼苗ハ何レモ樹幹基部ヨリノ最大距離即チ樹冠ノ先端直下ニ最モ多ク生育シ中心ニ近ズクニ從ヒ其數ヲ減ジ且生長不良トナル。例ヘバ湖山砂丘上ニ於テ樹冠ノ直徑6mヲ有スル母樹下ニ生ゼシ幼苗20本ノ中12本ハ樹心ヨリ5.5-6mノ距離ニ生育シ5本ハ中心ヨリ4-5mノ距離ニアリ。中心ヨリ4m以内ニ生ゼシモノハ僅ニ3本ナリ。而シテ樹心ヨリ5.5-6mノ距離ニ生育セル幼苗ノ生長狀態ヲ吟味シタルニ平均樹高5cm、樹冠ノ長サ1.2cm、針葉ノ長サ1.2cm、主根ノ長サ5cmニシテ多數ノ側根ヲ有セリ。樹心ヨリ4-5mノ距離ニアル幼苗ハ平均樹高4cm、樹冠ノ長サ0.5cm、針葉ノ長サ0.9cm、主根ノ長サ8cmニシテ根系統ノ發達概シテ不良ナルヲ見タリ。

斯ノ如ク樹冠ノ先端直下ニ於テ幼苗ノ發生及生長良好ナルハ陽光及土壤溫度ノ適當ナルニ原因シ樹心ニ近キ部分ニ於ケル程母樹ノ根ニヨツテ上層土壤ノ水分ヲ奪取セララルコト

第一卷第三號、昭和七年)

多キト陽光度ノ乏シキニ由ルモノナリ。

末恒砂丘上ニ於テ行ヘル調査結果モスベテ一致スルトコロニシテ即チ砂丘上ニ於ケル天然更新ハ主トシテ上方下種ニヨツテ行ハレ發生セル幼苗ハ母樹ノ保護ノ下ニ最モ安全ニ生長シ得ルモノナルコトヲ指示セリ。

以上天然下種ニヨル幼苗ノ發生狀態ヨリ考察スレバ砂丘上ニ於ケル天然更新ハ上方下種ニヨツテ行フベキモノニシテまつニ對シ一般ニ應用セラルル側方皆伐作業ノ如キハ不適當ナリト謂ハザルベカラズ。

Möller氏⁽⁵¹⁾ハBärentorenノまつ林ニ就テ研究セル結果砂地ノまつ林ニ對シテハ恒續林施業法ニヨル最モ適當ナリト主張セリ。尙同氏⁽⁵¹⁾ハ恒續林思想ヲ實施スルニ當リ(1)上方天然下種(2)樹種ノ混淆(3)異齡林(4)上層間伐(5)落葉落枝採集禁止ノ必要ヲ説述セリ。

落葉落枝ノ保存ハ砂丘林ニ於テ殊ニ緊要ニシテ表土ノ水分ヲ增加スルノミナラズ肥料トナリテ地力ヲ増進シ且又はひごけノ如キ有益ナル蘚類ノ繁殖ヲ誘致シ幼苗ノ發生及生長ヲ良好ナラシムル作用アリ。

著者ハ湖山砂丘上ノくろまつ林ニ就テ落葉落枝ノ有無ト幼苗發生トノ關係ヲ調査セルニ幼苗ノ大部分ハ落葉落枝ノ保存セラレタル砂地ニ生ジ落葉落枝ヲ有セザル砂地ニハ幼苗ノ發生セルモノ極メテ少數ナリキ。例ヘバ50年生くろまつ林内ニ於テ落葉落枝採集ノ個所ニハ3m平方ノ地域ニ3本、落葉落枝保存ノ個所ニハ3m平方ノ地域ニ30本ノ幼苗ノ發生セルヲ見タリ。

落葉落枝ノ採集ト幼苗消失トノ關係ニ就テ行ヘル調査ニヨレバ落葉落枝ノ採集ハ幼苗ノ枯損ヲ多カラシムルモノニシテ湖山砂丘上ノ50年生くろまつ林ニ於テハ採集後ニ於ケル幼苗ノ消失率ハ75%ニ及ベリ。

潤葉樹ノ混淆ガ砂丘くろまつ林ニ及ボス影響ニ就テハ既ニ叙述セルガ如ク落葉落枝ノ腐熟分解ヲ促進シ酸性腐植質ノ堆積ヲ防止シ林地ノ酸度ヲ中性ニ向ハシメ幼苗ノ發生及生長ヲ有利ナラシム。又潤葉樹ノ混淆トまつノ材積生長トノ關係ニ就テハWiedemann氏⁽⁵²⁾ニヨレバ潤葉樹ノ混淆ニヨリまつノ材積ハ却テ減少セリト謂フモMöller氏⁽⁵¹⁾ハBärentorenノ最モ瘠惡ナル砂地ニ於テモふなノ下木ハ可能ニシテ且又之ニヨツテまつノ收穫ヲ増加シ得ベシト主張シWiebecke氏⁽⁵¹⁾ハ最高ノ材積及最高ノ材價ハ混淆林ニヨツテ始メテ得ラルルモノナルコトヲ論述セリ。而シテ著者モ亦末恒砂丘上ニ於テ僅少ナルあべまきノ混淆ニヨツテくろまつノ材積ガ著シク増大セラレタルヲ實驗セリ。

砂丘林ノ更新ニ當ツテ一時ニ大面積ヲ伐採スルトキハ砂地ノ乾燥ト瘠惡トヲ一層大ナラシメ林木ノ生長ヲ害シ且幼苗ノ發生及生長ヲ不可能ナラシムルガ故ニ擇伐ノ採法ニヨルヲ以テ最モ適當トスルハ湖山砂丘林及末恒砂丘林ニ於テ行ハレタル既往ノ作業法ニヨツテ見ルモ明カナルトコロナリ。

砂丘上ニ於ケル以上ノ事實ハ砂丘林ノ更新ニ當ツテMöller氏ノ主張セル恒續林施業ノ最モ適當ナルヲ如實ニ物語ルモノニシテ若シ砂丘林ノ更新ニ恒續林思想ヲ實施センカ少クトモ砂地表土ノ物理的性質ヲ改善セラレ後繼樹タルベキ幼苗ノ發生及生長ヲ良好ナラシメ且又水分ニ對スル樹根ノ競争ヲ除去シテ林木ノ生長ヲ促進シ林地ノ生産力ハ著シク増大セラレベシ。

而シテ海岸砂地林ノ經營ニ當ツテハ海岸ニ最モ近ク存在スル幅50-80mノ森林ハ飛砂防止林トシテ伐採ヲ禁ジソレヨリ内方ノ森林ハ之ヲ利用林トシテ恒續的ニ施業スルヲ適當トス。

砂丘上ニ成立セル恒續林ノ更新ハ其地方ニ於ケル生長關係、利用關係或ハ保安關係等種々ナル條件ヲ考察シ之ニ基キテ行ハザルベカラズ。例ヘバ鳥取地方ニ於ケルくろまつノ利用關係ニ就テ見ルニ用途ハ主トシテ建築材、杭木及薪材ニシテ建築材トシテ利用ニ適スルハ胸高直徑39-40cmノ林木ニシテ杭木トシテ適當ナルハ胸高直徑約15cmノ林木ナリ。而シテ湖山砂丘地方ニ於ケルくろまつノ生長ハ海岸ヨリノ距離ニヨツテ異ナリ一般ニ海岸ヨリノ距離大ニシテ砂粒ノ小ナル内方砂地ニ於テハ60年乃至70年ニシテ建築材トシテノ所要胸高直徑ニ達シ得レドモ海岸ニ近ク砂粒ノ大ナル砂地ニ於テハ生長不良ニシテ所要胸高直徑ヲ有スルニハ普通100年ヲ要ス。

今鳥取地方ニ於ケル海岸砂地造林ノ方法ヲ定メントスレバ先ズ其作業法ハ純然タル擇伐林ニアラズシテ長期ノ傘伐林ナリト考フベキモノナリ。落葉落枝ノ採集ハ絶對ニ禁止スベキモノナレドモ地方ノ習慣上之ガ採集ノ絶對的禁止ヲ全ク不可能トスレバ少クトモ海岸ニ近キ砂地ニ於テハ更新期ニ入ラントスル5年前ヨリ内方砂地ニ於テハ更新期ニ入ラントスル3年前ヨリ禁止ノ實行ヲナサザルベカラズ。然ルトキハ更新期ニ入ルトキ落枝モ腐朽シ良好ナル蘚類ヲ生ジ下種ノ發芽ニ適當ナル狀態ヲ呈スルニ至ルモノナリ。

次ニ更新ノ開始期ハ伐採木ノ利用可能トナリ稚樹ノ發生シ得ル状態トナリタルトキ及自然ニ鬱閉ノ破ラルルニ至レルトキヲ以テスベシ。鬱閉密ニ過レバ稚樹ノ發生ヲ見ズ。又假令發生スルモ其發育不良ナリ。故ニ鬱閉ノ自然ニ破ラルルニ至レバ之亦更新期ニ入ルベキ徵候ナリ。

一般＝海岸＝近キ砂地ハ林木ノ生長遅緩ニシテ發育不良ナルモ成熟結實期＝達スルコト比較的早ク鬱閉モ破開シ易キガ故＝更新期＝入ルコト早シ。然レドモ斯ノ如キ砂地＝於テハ新林ノ成立モ地味良好ナル内方砂地＝比較シ困難ナルヲ以テ更新ノ終了スルコト遅ク從テ長キ更新期ヲ要スベシ。之ヲ以テ更新期ノ終了シタルトキハ明ナル擇伐林狀ヲ呈スル森林トナル。而シテ斯カル林地ハ保安の必要ヲ有スルコト多シ。海岸ヨリ稍遠キ砂地＝於テハ森林ハ早ク鬱閉シ之ヲ保持スルコト強キヲ以テ遅ク更新ヲ始ムルモ可ナリ。且又稚苗ノ發生容易ナリ。而シテ利用木ノ生長モ速カナルガ故＝從テ更新期ノ終了モ早キ理ナリ。之ヲ以テ成立セル森林ハ傘伐林＝近キ即チ年齢ノ差甚ダシカラザル異齡林トナルモノナリ。

叙上ノ理由＝ヨリ海岸＝近キ林地＝於テハ50年マデヲ普通ノ撫育期トシ此間枯死木、生存ノ見込ミナキ木、病木及過量ノ潤葉樹ノ整理＝カヲ盡シ伐期マデ必ズ殘留スベキ幹形良好ニシテ生長優良ナル主木ノ妨害タル林木ノ疎伐ヲナスモノトス。此間＝於テモ落葉落枝ノ採集ヲ禁止スルヲ原則トスレドモ已ムヲ得ザレバ之ヲ許スベキナリ。而シテ稚樹ノ發生ハ常ニ之ヲ保護スルヲ要ス。50年＝及ビタル後ヲ更新期トシ最初ハナルベク伐採ヲ少クシテ稚苗ノ發生ヲ促ガシ更新期ノ半バ以上＝達シテ稚苗ノ光線要求度ト生長關係トヲ考察シテ稍急激＝伐採シ100年＝至ツテ最モ幹形ノ良好ナルモノ1ha當約50本ヲ殘存セシムルモノトス。而シテ之等ノ上木ハ森林ノ狀況＝ヨリ最モ幼少ナル稚樹＝對シテ保護ヲ要スル部分＝適當＝排置セラルルモノトス。下木＝ヨリ新林ハ1-50年ノ差アリ。

内方砂地林＝於テハ40年以後ヲ更新期トシ海岸＝近キ林地ヨリ稍疎＝伐採シテ稚苗ノ發生ヲ促シ80年＝於テ伐採ヲ終了スベシ。下木＝ヨリ新林ハ1-40年ノ差ヲ有ス。此場合＝於テモ最後マデ殘サレル本數排置ハ前項＝準ズルモノトス。

斯ノ如クシテ成立シタル森林ガ第二代＝至レバ海岸＝近キ砂地林ハ50年＝達シテ既ニ100年生ノ林木ヲ混生シ内方砂地林ハ40年＝達シテ80年生ノ林木ヲ有ス。之等ハ又徐々＝行ハルル間伐ヲ經テ收穫ト更新トヲ完フスルヲ得ベシ。

第五節 既成林及荒廢林ノ取扱法

鳥取縣下各砂丘地方＝於ケル從來ノ森林作業法ハ主トシテ皆伐作業ニシテ伐採跡地ハ直ニ植樹スルコトナク數年後＝至ツテ漸ク2年生乃至3年生くらまつ苗木ヲ用ヒ人工植樹ヲ行フヲ普通トスルヲ以テ裸出セラレタル皆伐跡地ハ過度ニ乾燥シ或ハちがやノ侵入甚ダシク苗木ノ生長極メテ不良ニシテ7-8年後ノ樹高0.5-0.7m、根元直徑1-2cmニ過ザルモノアリ。

〔鳥取高農學報告〕

砂丘地＝於テ皆伐作業＝ヨリ側方天然下種更新ノ不可能ナルハ既ニ述ベタルトコロニシテ風力最モ弱ク水分＝富メル砂丘低地＝於テスラ母林ヲ離ルルコト6-7mノ距離＝於テハ最早幼苗ノ發生困難ナル状態＝アルヲ以テ砂丘地方＝屢見ルガ如ク砂丘林＝皆伐ヲ行ヒ其伐採跡地ヲ放置シテ母林ヨリノ天然下種ヲ待ツモ徒ニ雜草ノ繁茂ヲ來タシ林地ヲシテ益荒廢セシムル＝過ズ。又極メテ粗放ナル傘伐ヲ行ヒ天然下種＝ヨリ成林ヲ企圖セルモ徒ニ林地ノ荒廢ヲ大ナラシメタルノミニテ當初ノ目的ヲ達シ得ザリシモノ多シ。斯ノ如キ粗放ナル作業法ヲ以テシテハ如何ナル優良立地ト雖モ完全ナル更新ヲ期待シ能ハザルトコロニシテ特ニ砂地＝於テハ林地ノ撫育ヲ第一トナサザル作業法ハ到底實行シ得ザルトコロナリ。尙收利ノ點ヨリ見ルモ將又保安上ヨリ見ルモ既往作業法ハ砂丘林トシテ殊ニ不適當トスルトコロナリ。故ニ既成砂丘林ハ漸次改良シテ恒續林ヲラシメ以テ完全ナル天然更新ヲ遂行スルト共ニ利用ト保安ノ目的ヲ完フセシメザルベカラズ。

既成荒廢林ノ改良利用ヲ實行セントセバ先ズ取扱上森林ノ状態＝ヨリ海岸附近ノ森林及稍内陸ノ森林＝分チ更ニ老齡林、壯齡林ヲ區別シ撫育ノ前提トシテ如何ナル森林＝於テモ落葉落枝ノ採集ヲ禁ジ有用ナル蘚類ノ發生ヲ促スコト肝要ナリ。唯地方ノ必要上落葉落枝ノ採集ヲ許可セザルベカラザル部分＝對シテハ内陸ノ林地ニシテ立木ノ密度多ク壯齡ナル森林＝於テノミ行ハシメ海岸附近ノ林地＝於テハ之ヲ禁止スベシ。

壯齡林＝對シテハ撫育の間伐ヲ施行スベシ。但一般ニ始メハ可及的弱度ニ行フヲ要ス。殊ニ海岸附近ノ森林ハ利用ヲ第二トシ地力ノ向上ト相俟ツテ生長ノ促進ヲ計ルコト即チ最モ恒續林思想ノ適用ニ努メ必要ニ應ジテ潤葉樹ノ混入ヲ促スベキナリ。

利用期＝入りタル森林ニシテ既ニ濫伐ノ取扱ヲ受ケ林内ニ空間ヲ生ジタル森林ハ先ズ天然下種＝ヨリ恢復ガ前述ノ落葉落枝ノ保護＝ヨリ行ハレ得ベキヤ否ヤヲ調査シ之ガ達成シ得ザルトコロハ人工下種＝山ヨリ然ラザルトコロハ人工植樹＝ヨツテ恢復ヲ計ラザルベカラズ。殊ニ海岸附近ノ森林＝於テハ總テ潤葉樹灌木其他地上植物ヲ利用シテ後繼樹ノ發生ニ努ムルヲ要ス。次ニ保安の考慮ヲ第一トシ充分後繼樹ノ成立ヲ俟ツテ上木ノ伐採ヲ行フベキモノニシテ實地＝於テ見ルトキハ斯ノ如キ林分ハ將來群團擇伐林ノ成立ヲ期スベキモノタルベシ。

土地良好ナル内方砂地＝於テハ稚苗ノ發生又ハ幼苗ノ植栽セルモノノ生長ヲ察シテ混生セル潤葉樹灌木トノ競争ヲ調節シ且上木ノ利用ヲ下木ノ生長トノ關係ニヨツテ行フベシ。

老齡林ハ一般ニ疎立セル状態ヲナスヲ以テ先ズ更新的伐採ヲ行ハズシテ極力下木ノ發生ヲ促シ稚樹生育ノ達セラレタルトキ上木ヲ徐々ニ伐採シテ更新ヲ完フスベシ。唯森林ノ狀

第一卷第三號、昭和七年〕

態荒廢狀ヲナサザル部分ハ更新的伐採ニ伴ヒテ新林ノ成立ヲ計ル可トス。但何レノ場合モ更新上多少ノ人工的補助ヲ加フルノ要アルモノトス。

湖山、末恒各砂丘林ニ就テ見ルニ海岸ニ最モ近キ砂地ニ於テハ既ニ利用期ニ入りタル森林ニシテ不合理ナル施業ニヨリ林内各所ニ大ナル孔狀裸地ヲ生ジ落葉落枝ノ保存ヲ計ルモ到底天然下種ニヨリ恢復ノ困難ナルモノアリ。斯ノ如キ砂地ニ於テハ主トシテ人工下種ニヨツテ後繼樹ノ成立ヲ計ル可トシ唯ちがやノ密生セルガ如キ部分ニ對シテ人工植樹ヲ行フベキナリ。播種量及植栽本數等ハ素ヨリ森林ノ荒廢ノ程度ニヨツテ異ナルベキモ第二節及第三節ニ述ベタル裸地ノ造林ニ準ズベキモノトス。例ヘバ樹冠ノ被覆面積稍半バナル地ニ於テハ平均1ha當2-2.5kgノくろまつ種子ニねむのき種子0.48-0.61kg或ハにせあかちあ種子0.25-0.32kgヲ混ジテ用ヒ植樹ニヨル場合ハ1年生くろまつ苗木3000-4000本及ねむのき或ハにせあかち苗木300-400本ヲ混植スレバ可ナルベシ。

尙上記各砂丘上ニ於テ下層土タル火山灰土壤ガ砂表近ク存在スル内方砂地ノ森林ハ概ネあべまき其他ノ潤葉樹ヲ混生シ且稚苗ノ發生及生長著シク良好ニシテ恒續林思想ヲ直ニ適用シ得ル状態ニアリ。

要スルニ既成荒廢林ノ改良利用ノ實行ニ當ツテハ何レノ場合モ土地ノ保護ヲ第一トシ之ニ由リ森林撫育ノ基礎トシ然後上木ノ状態ニヨリ適當ナル手段ニヨツテ新林ノ成立ヲ促シ然シテ後利用ヲ考慮スルヲ可トス。スベテ海岸林ニ於テハ保安的効果ヲ擧ルヲ以テ要件トナスベキモノナリ。

第六節 將來成立スベキ人工林ノ恒續的取扱法

一般ニ砂丘上ニ於テ人工ニヨツテ造林ヲ要スル個所ハ無林砂地、荒廢無林地及僅ニ40-50本ノ老木ノ疎立セル砂地ニ大別スルヲ得ベシ。

(1) 無林砂地ニ於テ成立シタル森林ハ最モ注意ヲ要スル一齊林ニシテ總テノ混淆樹ヲ保護スルヲ要シ且又枯損ノアリタル場合ハ必ズ補植ヲ行フベキモノトス。稍森林ノ生長シタルトキハくろまつノ成林ニ對シ妨害ヲナス潤葉樹ハ之ヲ除伐的ニ伐採シ結局僅少ナル潤葉樹ガ點々混淆スル森林タラシメザルベカラズ。但潤葉樹ノ伐採ハ一時ニ行ハザル様注意シ又林下ニ發生セルはひねず、灌木等ハスベテ保護生育セシムルヲ要ス。造林地ヘノちがやノ侵入ハ砂ノ移動防止上或程度マデ必要ナルコトアレドモ此種雜草ノ過度ノ侵入繁殖ハ砂地ノ乾燥層大ナラシメ松苗ノ生長ヲ阻害スルモノナルヲ以テ砂ノ移動ヲ生ジ易キ個所ノ他ハ之ガ侵入ヲ防止スベシ。

[鳥取高農學術報告

(2) 海岸ニ近ク存在スル荒廢無林地ハ第一ノ場合即チ無林砂地ニ於ケルト同様ニ取扱ヘバ可ナリ。而シテ内方砂地上ノ荒廢無林地ニ於テハ造林地ヲ極度ニ瘠惡ナラシムルちがやノ侵入繁殖ヲ防止スルト共ニ造林地ニ自生セル灌木類ハスベテ保護生育セシムルヲ要ス。又森林ノ成立後潤葉樹ノ適當ナル除伐ヲ行フベシ。尙落葉落枝ハ少クトモ鬱閉ノ成立スルニ至ルマデハ之ガ採集ヲ禁止セザルベカラズ。

(3) 僅少ナル老木ノ疎立セル砂地ニ於テハ老樹ハ出來得ル限り保護ノ用ニ供シ新林ノ充分成立スルマデハ之ヲ保存シ且落葉落枝ノ採集ヲ禁止スルヲ要ス。(第十一圖版第二十七圖參照)

第七節 摘 要

1. 無林砂地ノ造林ハ主トシテ播種ニ由ツテ之ヲ行ヒ特種ノ砂地ニ於テノミ植樹造林ニヨルヲ適當トス。

2. 播種造林ハ3月中旬乃至下旬ニ行フヲ可トス。くろまつ種子ノ播種量ハ海岸ニ近キ砂地ニ對シテハ1haニ15kg、内方砂地ニ對シテハ10kgヲ適當トシ夫々適量ノ潤葉樹種子ヲ混ジテ播下スベシ。

而シテ海岸ニ近キ砂粒ノ粗大ナル砂地ハ特ニ被覆ノ度ヲ強ク行フカ或ハ更ニはひねずヲ仕立テ砂表面ヲ被覆シタル後播種造林ヲ施行スルヲ可トス。

3. こうぼうむぎ、ちがや等ノ密生セル砂地ニ於テハ4月上旬乃至下旬1ha當1年生くろまつ苗木8000-10000本及ねむのき或ハにせあかち苗木800-1000本ヲ用ヒテ植樹造林ヲ行フベシ。

4. 砂丘上ニ存在セル既成林或ハ將來成立スベキ人工林ハ天然下種造林ニ由ツテ更新スベシ。而シテ砂丘林ハ之ヲ恒續林思想ニ基キ施業スルヲ以テ最モ安全ニシテ且適當ナル方法ナリトス。

5. 鳥取地方砂丘林ノ天然造林法ハ純然タル擇伐林ニアラズシテ長期ノ傘伐林ナリト考フベキナリ。落葉落枝ノ採集ハ絶對ニ禁止スベキモノナレドモ之ヲ不可能トスレバ少クトモ更新期ニ入ラントスル3-5年前ヨリ禁止スベシ。

海岸ニ近キ森林ニ於テハ50年マデヲ普通ノ撫育期、50-100年ヲ更新期トシ内方砂地林ニ於テハ40年マデヲ撫育期、40-80年ヲ更新期トス。而シテ最後マデ殘存スベキ本數ハ何レモ50本ヲ標準トシ之等ノ上木ハ森林ノ狀況ニヨリ最モ幼小ナル稚樹ニ對シテ保護ヲ要スル部分ニ適當ニ排置セラルルモノトス。

第一卷第三號, 昭和七年)

6. 砂丘上ニ存在セル既成荒廢林ノ改良利用ノ實行法トシテ(イ)如何ナル森林ニ於テモ落葉落枝ノ採集ヲ禁ズベシ。但己ムヲ得ザル場合ハ内方砂地林ニシテ立木ノ密度大ナル壯齡林ニ於テノミ之ヲ行ハシムモノトス。(ロ)壯齡林ニ對シテハ撫育的間伐ヲ施行スベシ。殊ニ海岸附近ノ森林ハ利用ヲ第二トシ地力ノ向上ト相俟ツテ生長ノ促進ヲ計ルヲ要ス。(ハ)利用期ニ入リタル森林ニシテ林内ニ空間ヲ生ジタルモノハ天然或ハ人工ニヨツテ恢復ヲ計ルモノトス。殊ニ海岸附近ノ森林ニ於テハ保安的考慮ヲ第一トシ充分後繼樹ノ成立ヲ俟ツテ上木ヲ伐採スベシ。内方砂地林ニ於テハ後繼稚樹ト混生セル潤葉樹灌木等トノ競争ヲ調節シ且上木ノ利用ヲ下木ノ生長トノ關係ニヨツテ行フベキナリ。(ニ)疎立セル老齡林ニ於テハ先ズ極力下木ノ發生ヲ促シ稚樹生育ノ達セラレタルトキ上木ヲ徐々ニ伐採シテ更新ヲ完フスルヲ要ス。

7. 將來成立スベキ人工林中無林砂地ニ成立シタル森林ニ於テハ(イ)混淆樹ヲ保護シ(ロ)枯損アリタルトキハ補植ヲ行ヒ(ハ)森林ノ稍大トナリタルトキくろまつノ成林ヲ害スル潤葉樹ノ適度ニ除伐シ(ニ)林下ニ發生セルはひねず、灌木等ヲ保存スベキモノトス。

海岸ニ近キ荒廢無林地ハ前者ト同様ニ取扱ヒ内方砂地上ノ荒廢無林地ニ於テハ(イ)ちがやノ侵入繁殖ヲ防止シ(ロ)造林地ニ自生セル灌木類ノ保存ヲ計リ(ハ)森林ノ成立後潤葉樹ノ適當ナル除伐ヲ行ヒ(ニ)落葉落枝ノ採集ハ少クトモ鬱閉ノ成立スルニ至ルマデハ禁止スベシ。

僅少ナル老木ノ疎立セル砂地ニ於テハ老樹ハ新林ノ成立スルマデ之ヲ保存シ且落葉落枝ノ採集ヲ禁止スルヲ要ス。

8. 砂丘林ノ經營ニ當ツテハ海岸ニ最モ近キ幅 50-80mノ森林ハ飛砂防止林トシテ伐採ヲ禁ジソレヨリ内方ノ森林ハ利用林トシテ恒續林的ニ施業スベキモノトス。

第十四章 砂地林ノ撫育

恒續林思想ノ最モ大ナル基礎ハ森林ノ撫育ニアリ。鳥取地方砂丘林ノ荒廢ノ原因ヲナスモノハ撫育ノ宜シカラザルニ基クトコロ最モ多シ。而シテ撫育ノ方法ハ森林其者ノ状態ニヨツテ異ナラザルベカラズ。又之ヲ具體的ニ論ズルタメニハ多年ノ實驗ヲ要スルコロナリ。故ニ本章ニ於テハ可及的ノ實驗ト攻究ニ基キ將來ノ方法ヲ論ゼントスルモノナリ。

第一節 落葉落枝ノ採集

落葉落枝ノ採集ノ不利ナルハ前述ノ如シ。之ニ對スル方策ハ

〔鳥取高農學術報告

- (1) 絶對禁止
 - (2) 己ヲ得ザル場合最小量ニ制限シ採集區劃ヲ定メ其最小量ヲ取り得ル範圍ノ標準ニヨリ各區劃ノ面積ヲ定メ3年又ハ5年目ニ順環的ニ1回宛採集シ其間ノ年ハ採集ヲ休止スルコト。
 - (3) 採集分量又ハ習慣上己ヲ得ザルトキハ更新期ノ前3-5年ニ禁止スルコト前述ノ如シ。
- 但(2)ノ場合ト雖モ更新期前ニハ禁止スルコト。

第二節 砂地林ノ間伐

Wiebecke 氏⁽⁴¹⁾ハ恒續林ノ間伐ヲ施行スルニ當リ先ズ間伐スベキ樹型級ヲ(1)枯死木(2)瀕死木(3)病木(4)劣等木(5)胸高直徑 45cm以上ノ林木(6)優勢木ニシテ不整形ナル林木ニ分チ之ヲ成熟木ト命名シ毎年全林ヲ通ジテ(1)-(6)ノ成熟木ヲ適度ニ選定伐採スベキコトヲ主張セリ。即チ(1)-(4)ノ伐採ハ撫育的間伐ニシテ(5)及(6)ノ伐採ハ更新的間伐ナリ。

Wiebecke 氏ノ唱フル撫育的間伐即チ弱度ノ下層間伐ハ何レノ砂地恒續林ニ對シテモ適用シ得ルモノナレドモ更新的間伐ノ施行ニ際シテハ其地方ニ於ケル用材ノ利用關係ヲ考慮シテ伐採木ヲ選定スルヲ要ス。

著者ノ主張スル森林ハ擇伐林ニアラザルヲ以テ之ガ成立マデ即チ更新期ニ入ルマデ主トシテ Wiebecke 氏ノ(1)-(4)ヲ伐採ス。即チ暗伐ヲナスニ止ム。此時代ハ暗伐期ニシテ收入ヲ第二トシ林木ノ撫育ヲ目的トシテ間伐ヲ行フモノナリ。鬱閉ハ一時破壊スルコトアルモ速カニ回復セラル。此間過量ノ潤葉樹ヲ伐採整理スルモノトス。而シテ此期ノ利用材ハ主トシテ薪材ナリ。森林ガ更新期ニ入ルトキ(5)-(6)ノ伐採ニ及ブ。

著者ノ方法ニヨツテ更新ヲ終了シタルトキノ幼林ハ1-40年又ハ1-50年ノ異齡林ナリ。之ニ Mayr 氏⁽⁴²⁾ノ撫育期ノ如キ暗伐ヲ施行スレバ漸次若齡ナル下壓木ハ除去セラレ齊林ニ近キ林形ヲ呈スルニ至ルモノナリ。次ニ更新期ニ入レバ理論上ニ於テハ40-80年或ハ50-100年ノ林木ヲ存スルモ低キ年齢ノ林木ハ其數ヲ減少ス。而シテ之ガ取扱ハ更新ト收利ト保安的ノ意味ヨリ行ハルルコトヲ要ス。即チ上木ヲ急激ニ除去スレバ一時ニ大ナル收利ヲ擧ゲ得ルモ稚樹ノ砂地ニ對スル保安ノ効ヲ完フスルヲ得ズ。稚樹ガ20-30年ニ達スレバ上木ハ少數トナルモ可ナルガ故ニ始メハ弱度ニ行ヒ次第ニ稚樹ノ發生ト生長即チ陽光ノ必要度ヲ見テ間伐シ更新期ノ半バ以上ハ收利ノ關係上最モ良質ナル用材トナルベキモ

第一卷第三號, 昭和七年]

ノノ少数ヲ最後マデ止ムル様ニシ強キ間伐ヲ施行ス。即チ稚樹ニ對スル保護ノ意味ヲ離レテ良質ナル材種ノ生産ヲ企圖スルモノトス。故ニ最後ニ殘存スベキ本數ハ約50本ヲ標準トスルモ材ノ利用ト更新ノ進捗状態ニヨツテ斟酌スベキモノナリ。

次ニ荒廢林ハ上木ノ多少ニヨツテ異ナルモ人工又ハ天然下種ニヨツテ稚樹林ノ成立シタルトキハ上木ヲ伐採シ其後更新期マデハ前ノ如ク暗伐ヲナシ然レ後光伐ヲ行フベシ。

新ニ造林シタル稚樹林ハ鬱閉ヲ速カニ形成セシムル様ニシ前同様ノ順序ニ於テ手入ヲ行フベキモノトス。

第三節 砂地林ノ下木植付

下木植付ハ法正ナル状態ヲ持續シツツアル森林ニ於テハ實行ノ必要ナキモ

- (1) 現在稍老齡ニ達シテ尙必要上伐期ヲ延バシ置ク森林
- (2) 更新期ニ入りタルトキ又ハ之ニ近ズキタルトキ外界ノ影響ニヨツテ鬱閉破レ林地ノ保護ヲ要スル森林

(3) 林木ノ種類ガ單純ニ傾キタル森林

等ニ於テハ速カニ下木植付ヲ行ヒ地力ノ維持ヲ計ラザルベカラズ。

(1) ノ森林ニ對シテハ天然下種ニヨリ後繼樹ヲ發生セシムルハ勿論ナルモ尙速カニ幼林ノ成立ヲ期スルタメニくろまつヲ主トシ適度ノ潤葉樹ヲ加ヘテ植樹ヲナシ同時ニ林内ニ自生セル潤葉樹灌木類ニシテ林地及稚樹ノ保護上必要ナルモノヲ生育セシムルヲ要ス。

(2) ノ森林ニ於テハ一時的ナルモノト永久ナルモノトノ別アリ。一時的下木植付ニハねむのき、にせあかちあ、やしやぶし等利用價值小ナルモ生長速カナル樹種ヲ用ヒ永久的下木トシテハ利用價值ノ大ナル樹種ヲ植付ルヲ要ス。而シテ砂地林ノ更新期ハ40-50年ノ長サヲ有シ更ニ其後伐期マデ尙40-50年ノ期間ヲ存スルガ故ニ下木トシテハ後繼林ノ樹種タルくろまつヲ用フル外林地保護ト將來ノ利用上可及的有用樹種ヲ選ブベキハ論フ俟タザルトコロニシテ鳥取地方砂丘陵ニ對シテハくぬぎ、あべまき等ヲ以テ最モ適當ナル樹種トス。

(3) ノ森林ニ對スル下木トシテハ日陰ニ耐ヘ得ル樹種タルコトヲ要ス。而シテ鳥取地方各砂丘陵ニ於ケル潤葉樹ノ混生状態ヲ見ルニあべまき、はぜのき等ハ相當鬱閉度ノ大ナルくろまつ林内ニ生育シ且生長良好ナリ。故ニ同地方砂丘陵ニシテ林木ノ種類ガ單純ニ傾キタル森林ニ對シテハ下木トシテ之等ノ樹種ヲ用フルトキ能ク其目的ヲ達シ得ベシ。尙内方砂地林ニシテ砂表近ク下層土ノ存在スルガ如キ林地ニ於テハ下木トシテ常緑かし類ヲ

〔鳥取高農學術報告

仕立ルモ可ナリ。

下木植付ハ何レノ場合ニ於テモ主トシテ播種ニヨツテ行ヒ然ラザルトコロハ植樹ニヨツテ行フベク其播種量或ハ植栽本數等ハ森林ノ状態ニヨツテ異ナルベキモノトス。又更新面ニ於テ稚樹ノ發生不可能ナル空間部ノ生ズルハ免レ難キ處ナルヲ以テ斯ノ如キ處ハくろまつノ樹苗ヲ以テ稍密ニ補植スルヲ要ス。補植苗ハ別ニ養成スルカ或ハ附近ノ自然苗ヲ用フルヲ可トス。

第十五章 砂地林ノ作業法トシテノ恒續林

本章ニ於テハ以上各章ニ於テ論ジ來リタルトコロニ基キ海岸砂地林ノ使命及將來成立スベキ恒續的砂地林ノ林型ヲ論述シ更ニ之ガ施業上ノ考察ヲ行ハントスルモノナリ。

第一節 海岸砂地林ノ使命

海岸砂地林ノ最モ重大ナル使命ハ飛砂防止ニアルヲ以テ砂地林ノ作業法トシテハ此目的ノ最モ能ク達成シ得ラルルモノタルコトヲ要スルハ論フ俟タズト雖モ之ガ經濟的作用ニ就テモ亦大イニ考慮ヲ要スルトコロナリ。即チ海岸砂地林ノ經營ハ最モ大ナル保安の效果ト最大ナル經濟の效果トヲ具有スル作業法ニヨツテ之ヲ行ハザルベカラズ。

皆伐作業或ハ更新期ノ短カキ傘伐作業ハ林地ノ荒廢ヲ惹起シ易ク飛砂防止ノ目的ヲ達成シ難シ。加フルニ之等ノ作業法ハ小面積ノ砂地林ニ於テハ收穫ノ保續ヲナスヲ得ズ。而シテ恒續林ハ森林有機體ノ恒續性ヲ持續スルヲ施業ノ目的トシ其更新ニ當ツテ健全ナル自然状態ヲ破壞スルコトナキヲ以テ保安上ノ効果最モ大ナルノミナラズ且又毎年全林ニ亙ツテ施行セラルル間伐ニヨツテ保續的ニ最モ多量ノ木材生産ヲナシ得ルノ利益アリ。從テ海岸砂地林ニ對シ最適當ナル作業法ハ恒續林ナリト謂フヲ得ベク換言スレバ海岸砂地林ノ使命タル保安的及經濟的効果ハ恒續林施業ニヨツテ始メテ達成シ得ラルルモノナリ。

第二節 恒續的砂地林ノ林型

恒續林ノ意義ヲ完全ニスル林型ハ擇伐林ナリ。然ルニBärenthorenノ作業ガ純然タル擇伐林ニアラザル所以ノモノハ同地方ニ於ケル森林ガ陽性ナルくろまつヲ主要樹種トスルガ故ナリ。鳥取地方海岸砂地ニ於テモ其主要樹種ハ陽樹タルくろまつナルガ故ニBärenthorenニ於ケルト同ジク純然タル擇伐林ト見ルコト能ハズ。而シテ著者ノ採リタル長期傘伐林ノ選定ガ最モ此目的ニ適スル理由ハ次ノ如シ。

第一卷第三號、昭和七年)

- (1) 更新期 = 入ルマデハ健全ナル壯齡林ガ最モ良好ナル森林ヲ作りーツハ林木ノ形質ヲ向上シーツハ保安ノ効ヲ完フスルコトヲ得。
- (2) 更新期 = 入り前半ハ上木ノ保安的効果ヲ盡シ下木ノ保護ヲ完フス。收穫ハ良質ノ林木ヲ得ルモ其量ハ小ナリ。
- (3) 後半ハ既ニ下木ガ保安的効果ヲ行ヒ上木ガ大ナル收利ヲ擧ゲシム。
- (4) 全期ヲ通ジテ恒續林思想ヲ破ルコトナシ。

第三節 海岸砂地林ノ施業上ノ考察

輪伐期ノ考ヘハ上述ノ如ク全然之ヲ否定スルコト能ハズ。然レドモ此森林ハ一種ノ擇伐林トモ考フベキモノナルガ故ニ皆伐林ノ如ク嚴格ニ定ムルコトハ不可能ナルベシ。更新期モ内陸ニテハ之ヲ40年以後トナスモ稚樹ノ發生良好ニシテ上木ノ生長佳良ナルニ於テハ稍早クトモ更新期トシテ可ナルベシ。位置ヨリ云フモ海岸ヨリ内陸ニ移ルニ變化アルハ免レザルトコロナルガ故ニ多少ノ伸縮モ亦已ムヲ得ザルナラン。故ニ生長ト利用ノ上ヨリ考察シテ輪伐期ヲ定ムルヲ要ス。

案トシテ撫育期ニハ收穫少ナク從テ此時期ハ大ナル收穫ノ希望ナキガ故ニ林地ノ區分ト施業計畫ニ於テ收穫ノ保續ヲ計ルベキナリ。又保安關係ヨリ林分ノ配置ニ注意ヲ要ス。

鳥取縣砂丘地方ノ如キハ大ナル面積ニ亘ツテ保安ト生産ノ目的ヲ達スル必要上森林組合ヲ設ケ一林區ノ統一ヲ圖リ森林技術者ヲシテ恒續的施業ノ實行ヲ計畫セシムルヲ必要トス。

第十六章 結 論

海岸砂地ニ於ケル造林樹種トシテ最モ適當ナルハくろまつナルヲ以テ本研究ノ實驗ニハスベテ此樹種ヲ使用セリ。

一般ニ粗大ナル砂粒ヨリ成立シ且含有水分ニ乏シキ海岸砂地ニ於テハ種子ノ發芽及發生セル幼苗ノ生長極メテ不良ナリ。砂ノ強度ノ酸性ハ年齡相當大ナルくろまつ林ニ對シテハ影響ヲ有セザルモ幼苗ノ發生及生長ニ對シテハ有害ナル作用ヲ及ボスモノナリ。砂地上層ニ於ケル溫度ハ早春既ニ屢 20°C 以上ニ及ビ種子ノ發芽ヲ促進セシムルノ利アレドモ夏期ニ於テハ屢 40°C 以上最高 60°C ニ達シ熱ト乾燥トニヨツテ幼苗ノ危害ヲ蒙ルコト甚ダ大ナリ。而シテ被害ノ最モ大ナルハ發生後間モナキ幼苗ニシテ年齡ノ増加スルニ從ヒ漸次被害ノ度ヲ減ズルモノナリ。生長期ニ於ケル降水量ハ砂地ノくろまつ林ニ對シ至大ノ關係ヲ有

[鳥取高農學術報告

シ一般ニ雨量大ナル程之ガ生長ヲ助長スルモノナリ。砂地上層ニ於ケル水分 7% ニ達スルマデハ水分ノ増加スル程主根短小トナリ側根ノ數及長サヲ増大ス。

飛砂ヲ固定スルニハ先ズ滯砂丘ノ築設ヲ必要トス。滯砂丘ハ最高潮線ヨリ 30-50m ノ個所ニ海岸線ニ平行ニ簀垣或ハ羊齒垣ヲ用ヒテ造成シ高サハ 5-9m トスルヲ原側トス。海岸ヨリノ距離相當大ナル砂地ト雖モ海岸ニ向ヘル高所ニシテ風當リ強キ個所ニアリテハ滯砂丘ノ築設ハ極メテ有効ナリ。但海岸線ノ距離ニ應ジテ其高サノ度ヲ減ズルコトヲ得ベク濱坂砂丘上海岸線ヨリノ距離約 600m ノ個所ニ於テハ高サ 3m ノ滯砂丘ヲ築設シ湖山砂丘上海岸線ヲ隔ツルコト 1000-1500m ノ個所ニ於テハ高サ 1m ノ滯砂丘ヲ築設シ共ニ良好ナル結果ヲ得タリ。滯砂丘ノ内方ノ砂地ニハ藁、羊齒或ハ松ノ枝條材、桑枝等ヲ用ヒテ被覆工事ヲ行ヒ飛砂ヲ防止スベシ。藁、綠肥、厩肥、塵芥等ノ埋没ハ單ニ肥料トナルニ止マラス砂ノ水分ヲ著シク大ナラシム。著者ハ之等有機物質ノ埋没ニヨツテ夏期砂地上層ノ水分ガ裸地ニ比シ屢 2-3% 増大セルヲ認メタリ。覆蓋ハ砂ノ水分及溫度ニ對スル關係ヲ良好ナラシムルモノナレドモ被覆ノ度過大ナルトキハ夏期ニ於ケル小雨ノ地中ニ入ルヲ妨グルガ故ニ却テ不適當ナリ。

海岸砂地ノ造林ハ主トシテ播種ニヨツテ行フベキモノトス。1ha 對シ 10-15kg ノくろまつ種子ニぬむのき種子 2.5-3.7kg 或ハにせあかちあ種子 1.3-1.9kg ヲ混ジテ使用シ 3 月中旬乃至下旬ニ造林ヲ施行ス。海岸ニ近キ粗大ナル砂粒ヨリ成立スル砂地ニ於テハ豫メ先ズはひねずノ造林ヲ行ヒ砂表面ヲ被覆シ水分ノ蒸發ヲ防止シ然ル後くろまつ種子ノ播種ヲ行フヲ可トス。但こうぼうむぎ、ちがや等ノ密生セル砂地ニ於テハ播種造林ハ不適當ナルヲ以テ 1 年生苗木ヲ使用シテ植樹造林ヲ行ヒ混淆林ヲ造成スベシ。

人工造林ニヨツテ將來達成セラルベキ森林ハ天然下種ニヨツテ更新スルヲ最モ適當ナリトス。而シテ其作業法ハ土地ノ状態ト環境ニ最モ適應シ海岸砂地林ノ重大使命タル保安ノ目的ヲ完フスル共ニ最大ノ收利ヲ擧ゲ得ルモノヲラザルベカラズ。著者ノ選定セル長期ノ傘伐林ハ最モヨク此目的ニ適ヘルモノニシテ海岸ニ近キ砂地ニ於テハ 50 年マデヲ撫育期、50-100 年ヲ更新期トシ内方砂地ニ於テハ 40 年マデヲ撫育期、40-80 年ヲ更新期トス。撫育期ニ於テハ暗伐ヲナスニ止メ以テ林木ノ形質ヲ向上セシムル共ニ保安ノ効ヲ完フセシメ更新期ニ入ツテ其前半ハナルベク伐採ヲ少クシテ稚苗ノ發生ヲ促シ其半バ以上ニ達シテ稚苗ノ光線要求度ト生長關係トヲ考察シテ稍急激ニ伐採シ最後ニ 1ha 當約 50 本ヲ殘存セシムルモノトス。下木ニヨル新林ハ 1-40 年或ハ 1-50 年ナリ。但撫育及更新ノ時期ハ土地及森林ノ状態ニヨツテ變更スルヲ得ベシ。森林ノ取扱ニ對シテハ常ニ恒續林思想ヲ

第一卷第三號, 昭和七年]

適用スベキモノトス。

砂丘上ニ存在セル既成荒廢林ノ改良ニハ第一ニ下木植付ヲ施行スルノ要アリ。下木トシテハ可及的クろまつヲ使用シ其他海岸ニ近キ砂地ニ於テハねむのき、にせあかちあ、やしやぶし等ヲ用ヒ内方砂地ニ於テハ漸次クぬぎ、あべまき、はぜのき等ニ改ムルヲ可トス。

鳥取砂丘地方ノ如キ大面積ニ亙ツテ保安ト生産ノ目的ヲ達スル必要上森林組合ヲ設ケテ林區ノ統一ヲ計リ森林技術者ヲシテ恒續的施業ノ實行ヲ計畫セシムルヲ要ス。施業案トシテハ撫育期ニハ收穫少ク從テ此時期ハ大ナル收穫ノ希望ナキガ故ニ林地ノ區分ト施業計畫ニ於テ收穫ノ保續ヲ計ルベキナリ。又保安ノ關係上林分ノ配置ニ注意スルヲ要ス。

以上實驗的研究ニ基キ選定セル砂丘林ハ他ノ海岸砂地ニ對シテモ亦好果ヲ收メ得ルモノナリト信ズ。

参 考 文 獻

- (1) Achromeik, A. 1928. Zur Frage über den Einfluss der Struktur des Bodens auf dessen Fruchtbarkeit. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, etc., A, II Band, S. 36-50.
- (2) Albert. 1924. Die ausschlaggebende Bedeutung des Wasserhaushaltes für die Ertragsleistungen unserer diluvialen Sande. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 56 Jahrg., S. 193-202.
- (3) Albert. 1925. Der waldbauliche Wert der Dünenlande, sowie der Sandböden im allgemeine. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 57 Jahrg., S. 129-139.
- (4) Bates, C. G. 1926. Some relations of plant ecology to silvicultural practice. Ecology, 7, pp. 469-480.
- (5) Bilau, K. 1927. Die Windkraft in Theorie und Praxis. S. 53-54.
- (6) Binder. 1922. Die Benutzung des Pfluges zur Begründung von Kiefernkulturen auf schlechten Sandböden. Forstwissenschaftl. Centralb., Vol. 44, S. 249-252.
- (7) Borggreve, B. 1891. Die Holzzucht. 2. Aufl.
- (8) Bühler, A. 1918, 1927. Der Waldbau. 1. Band, S. 431, 2. Band, S. 276.
- (9) Buxton, P. A. 1924. The temperature of the surface of desert. Jour. of Ecology, vol. 12, pp. 127-134.
- (10) Cannon, W. A. 1911. The Root Habits of Desert Plant.
- (11) Cannon, W. A. 1923. The influence of the temperature of the soil on the relation of roots to oxygen. Science, vol. 58, pp. 331-332.
- (12) Carey, A. E., and Oliver, F. W. 1918. Tidal Lands. A study of shore problems.
- (13) Case, G. O. 1914. Coast Sand Dunes, Sand Spits and Wastes.
- (14) Clements, F. E. 1916. Plant succession. An analysis of the development of Vegetation.
- (15) Clements, F. E. 1920. Plant indicators. The relation of plant communities to process and practice.

- (16) Cressey, G. B. 1928. Indiana Sand Dunes and Shore Lines of the Lake Michigan Basin. pp. 22-32.
- (17) Darbishire, O. V. 1924. Die Dünen der englischen Westküste gleich südlich von Southport. Vegetationsbilder, 16 Reihe, Heft 1/2.
- (18) Dengler, A. 1930. Waldbau auf ökologischer Grundlage. S. 180-181, 240-244, 544.
- (19) Dobrescu, J. 1926. Die Durchtränkung und Bewegung des Wassers im Sande. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, etc., A, VIII Band, S. 81-95.
- (20) Ewing, S. 1922. The movement of saturated water vapor through quartz flour. Soil Sci., vol. 13, pp. 57-61.
- (21) Exner, F. M. 1920. Zu Physik der Dünen.
- (22) Exner, F. M. 1927. Über Dünen und Sandwellen.
- (23) Farrow, E. P. 1919. On the ecology of the vegetation of Breckland: VII. General effects of blowing sand upon the vegetation. Jour. of Ecology, vol. 7, pp. 55-64.
- (24) Gaut, A. 1907. Seaside Planting of Trees and Shrubs.
- (25) Geiger, R. 1927. Das Klima der bodennahen Luftschicht. S. 12-13, 119.
- (26) Gerhardt, P. 1900. Handbuch des deutschen Dünenbaues.
- (27) Haasis, F. W. 1921. Relation between soil type and root form of western yellow pine seedlings. Ecology, vol. 2, pp. 292-303.
- (28) Hann, H. S. 1927. Physikalische, chemische und biologische Eigenschaften veramerter und durch Humusbildung veränderter Waldböden sowie Mittel zu Besserung solcher Böden. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 59 Jahrg., S. 282-301.
- (29) Hansen, H. C. 1926. The Waterretaining power of the soil. Jour. of Ecology, vol. 14, pp. 111-119.
- (30) Herlé, E. et Harlé, J. 1919. Mémoire Sur Les Dunes De Gascogne.
- (31) Hartmann, F. K. 1926. Die Abhängigkeit der Höhenbonität und der Bodenflora der Kiefer vom Feinerdegehalt und Unter-

- grund gewisser diluvialer sandböden. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 58 Jahrg., S. 226-256.
- (32) Hartmann, F. K. 1930. Über die ursächliche Zusammenhänge zwischen dem Wachstum der Kiefer und ihren diluvialen Standorten. Allg. Forst-u. Jagdz., 106 Jahrg., S. 9-17.
- (33) Hilf, H. H. 1927. Wurzelstudien an Waldbäumen.
- (34) Hill, T. G., and Hanley, J. A. 1914. The structure and water content of shingle beaches. Jour. of Ecology, vol. 2, pp. 21-38.
- (35) Holmes, A. 1921. Petrographic Methods and Calculation. Second impreseion.
- (36) Johnson, D. W. 1919. Shore Process and Shoreline Development.
- (37) Johnson, D. W. 1925. New England Acadian Shoreline.
- (38) Joliet, A. 1916. Traite Pratique de sylviculture. 2 Edit., p. 544.
- (39) Klockmann, F. 1923. Lehrbuch der Mineralogie. 9. u. 10. Aufl.
- (40) Lebedeff, A. F. 1927. Die Bewegung des Wassers im Boden und im Untergrund. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, etc., A, 10 Band, S. 1-36.
- (41) Liese, J. 1926. Beitrage zur Kenntnis des Wurzelsystems der Kiefer (Pinus silvestris). Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 58 Jahrg., S. 129-181.
- (42) Lingford, L. B. 1926. The relation of light to soil moisture phenomena. Soil Sci., vol. 22, pp. 233-252.
- (43) Mayr, H. 1925. Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. 2. Aufl., S. 383, 493-503.
- (44) Maximov, N. A. 1929. The plant in relation to water.
- (45) Merckenschlager, F. 1924. Keimungsphysiologische Problem. Naturwissenschaft u. Landwirtschaft, Heft 1.
- (46) Mevius, W. 1927. Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstum. Naturwissenschaft u. Landwirtschaft, Heft 2.
- (47) Mitscherlich, E. A. 1920. Bodenkunde für Land-und Forstwirte.
- (48) Müller, A. 1902. Ueber die Wurzelbildung der ein-und zweijährigen Kiefer im märkischen Sandboden. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw.,

- 34 Jahrg., S. 179-215.
- (49) Möller, A. 1903. Untersuchungen über ein- und zweijährige Kiefern im märkischen Sandboden. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 35 Jahrg., S. 257-272.
- (50) Möller, A., und Albert, A. 1916. Über Stickstoffdüngung junger Holzpflanzen. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 48 Jahrg., S. 463-479.
- (51) Möller, A. 1922. Der Dauerwaldgedanke. S. 5-18, 37, 52-66.
- (52) Müller, R. 1927. Die Aufforstung der Wanderdünen in der Oberförsterei Grünhaus und ihre Erfolge. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 59 Jahrg., S. 577-602.
- (53) Ower, E. 1927. Measurement of Air Flow.
- (54) Pearson, G. A. 1930. Light and Moisture in Forestry. Ecology, vol. XI, pp. 145-159.
- (55) Rackmann, K. 1910. Kieferndüngungsversuch auf den Dünen der Kurischen Nehrung. Naturwiss. Zeitschr. f. Forst-u. Landwirts., 8 Jahrg., S. 513-522.
- (56) Ramann, E. 1883. Die Einwirkung der Streuentnahme auf Sandboden. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 15 Jahrg., S. 577-590, 633-663.
- (57) Ramann, E. 1887. Die Wirkung der Streuentnahme auf Sandboden. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 19 Jahrg., S. 406-412.
- (58) Ramann, E. 1903. Die Dichtigkeit der Lagerung der Dünen sand. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 35 Jahrg., S. 370-371.
- (59) Roll, F. 1928. Die Wärmeleitfähigkeit von Sanden. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, etc., A, 12 Band, S. 199-204.
- (60) Rotmistroff, W. G. 1926. Das Wesen der Dürre.
- (61) Salisbury, E. J. 1925. Note on the edaphic succession in some dune soils with special reference to the time factor. Jour. of. Ecology, vol. 13, pp. 322-328.
- (62) Salomon, W. 1924. Grundzüge der Geologie. Band 1.
- (63) Schimper. 1903. Plant Geography upon a physiological Basis.

- (64) Schiweck. 1894. Die Festlegung und Aufforstung der Wanderdünen auf der Kurischen Nehrung. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 26 Jahrg., S. 327-343.
- (65) Schmidt. 1926. Zum Faktor Feuchtigkeit bei der Herrichtung und Keimung des Kiefern samens. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 58 Jahrg. S. 29-41.
- (66) Schwappach. 1887. Ueber den Einfluss des Streurechens auf den Hochbestand. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 19 Jahrg., S. 401-406, 698-700.
- (67) Schwarz, F. 1892. Ueber den Einfluss des Wasser- und Nährstoffgehalts des Sandboden auf die Wurzelentwicklung von Pinus silvestris im ersten Jahre. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 24 Jahrg., S. 88-98.
- (68) Sokolow, N. A. 1894. Die Dünen. S. 12-13.
- (69) Solger, F., Graebner, P., Thienemann, J., Speiser, P., u. Schulze, O. 1910. Dünenbuch.
- (70) Spalding, V. M. 1909. Distribution and Movements of Desert Plants.
- (71) Stiny, P. J. 1922. Technische Geologie.
- (72) Stocker, O. 1926. Die ägyptisch- und arabische Wüste. Vegetationsbilder, 17 Reihe, Heft 7/8.
- (73) Stocker, O. 1928. Der Wasserhaushalt ägyptischer Wüsten und Salzpflanzen. Botanische Abhandlungen, Heft 13.
- (74) Toumey, W. 1928. Foundations of silviculture upon an ecological basis. vol. 1.
- (75) Walter, H. 1925. Der Wasserhaushalt der Pflanzen in quantitativer Betrachtung. Naturwissenschaft u. Landwirtschaft, Heft 6.
- (76) Walter, H. 1926. Die Anpassungen der Pflanzen an Wassermangel. Naturwissenschaft u. Landwirtschaft, Heft 9.
- (77) Walter, H. 1927. Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. S. 344
- (78) Walter, J. 1912. Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und

Vorzeit.

- (79) Warming, E., und Graebner, P. 1918. Pflanzengeographie. 3. Aufl.
 (80) Webster, A. G. 1918. Seaside Planting.
 (81) Wiebecke. 1920. Der Dauerwald. S. 7-40.
 (82) Wiedemann, E. 1925. Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes. S. 22, 50.
 (83) Wiedemann, E. 1926. Die Kiefernaturverjüngung in der Umgebung von Bärenthoren. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 58 Jahrg., S. 269-304.
 (84) Wittich, W. 1926. Untersuchungen über den Einfluss intensiver Bodenbearbeitung auf Hohenlubbischower und Eiesentaler Sandböden.
 (85) Yoshii, Y. 1919. Oekologische Studien über Vegetation der Ōta Dünen. Jour. of the College of Science, Imp. Univ. of Tokyo, Vol. XLIII, Art. 3.
 (86) Geologisches Zentralblatt. Band XVIII, S. 210-211.
 (87) Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., 59 Jahrg., S. 763-764.
 (88) 森下正信. 1926. 地質學通論.
 (89) 中村賢太郎. 1930. 天然更新論.
 (90) 佐藤傳藏. 1925. 岩石地質學.
 (91) 佐藤義夫. 1929. エゾマツノ天然更新上ノ基礎要件ト其適用.
 (北海道帝國大學農學部演習林研究報告第六卷)
 (92) 寺崎渡. 1929. 實驗間伐法要綱.
 (93) 林學會雜誌. 第九卷, 第十號. 22-25頁.

Résumé

Da unser japanisches Reich rings vom Meer umspült wird, ziehen sich an den Küsten entlang viele Sanddünen hin; sie sind meistens unbepflanzt und bleiben im Unproduktionszustande liegen. Um solches Dünengebiet nutzbar zu machen muss in erster Linie der Flugsand befestigt und dann Wald angebaut werden. Schon lange hat man in Japan sich mit Dünenbau und Bewaldungsmethode beschäftigt, aber zu einem guten Resultat kam es nie. Für meine Versuchsfelder wählte ich die Dünen von Hamasaka und Koyama und ferner die in der Umgebung von Tottori befindlichen. Ihre Gesamtfläche beträgt 3583.66 ha; grösstenteils bestehen sie durchweg aus unfruchtbaren Sanddünen. Sie liegen in den subtropischen und gemässigt-wärmeren Waldzonen im eigentlichen Kiefernggebiet.

Seit 1925 datieren meine Untersuchungen; von verschiedenem Dünen-sand habe ich im Laboratorium der landwirtschaftlichen Hochschule genau die physikalische und chemische Eigenschaften untersucht, dadurch ist die Entstehung und Bewegung der Dünen, sowie das Nahrungsverhältnis für den Sandboden festgestellt worden. Gleichzeitig wurden in der landwirtschaftlichen Hochschule Kiefernkulturversuche durch Saat und Pflanzung gemacht, auch wurden die verschiedenen Versuche, welche man im Dünenlande ausführte mit den Erfolgen verglichen.

In den Seeküstengebieten entwickelt sich die Schwarzkiefer *Pinus Thunbergii* Parl. am vorteilhaftesten, weshalb ich diese Art für meine Versuchszwecke verwendete. Bei Meeresküsten mit grobkörnigem Sande und wenig Wassergehalt ist nur eine kleine Keimungszahl mit schlechtem Wachstum zu verzeichnen. Die Azidität des Sandbodens beträgt 5.15-6.78, ein bestehender Schwarzkiefernwald kann bei stärker Azidität gedeihen, nur für Samenkeimung und Wachstum der Pflänzlinge wird kein gutes Resultat erzielt werden. Die Temperatur des Sandbodens steigt im Frühjahr bis zu 20°C und übt eine gute Wirkung für die Keimung der Samen aus, aber im Hochsommer wo sie von 40° bis auf 60°C steigt, haben die Jungpflanzen durch Hitze und Trockenheit stark zu leiden und viel Schaden wird unter den Jungpflanzen angerichtet. In der Vegetationszeit ist der

Regen für den Kiefernwald stark wirkend. Bis zu einem Feuchtigkeitsgrad der obersten Sandschicht von 7% wird, je grösser der Wassergehalt ist die Pfahlwurzel kürzer und die Nebenwurzeln zahlreicher und länger sein.

Für die Befestigung des Flugsandes ist in erster Linie das Anlegen von Vordünen notwendig. Es sollen Schilfrohr- oder Farnkrauthecken in paralleler Richtung mit der Uferlinie 30-50 m von Meeresufer entfernt angelegt werden, welche so mit die Grundlage für die Vordünen ergeben. Die Höhe der Vordünen richtet sich nach der Entfernung des Meeresufers; in Hamasaka beträgt sie 3 m mit einer 600 m weiten Entfernung. In Koyama finden wir bei 1 m Höhe eine Entfernung von 1000-1500 m von Meeresufer vor. Die innereseite der angelegten Vordünen werden mit Stroh, Farnkraut, Kiefer- oder Maulbeerreisig bedeckt. Das Eingraben von Stroh, Grünpflanzen, Kompost oder Mülle wirkt nicht nur fruchtbar für den Sandboden, sondern erhöht auch den Wassergehalt und zwar habe ich bemerkt, dass ein solcher Sandboden ca 2% mehr Wassergehalt nachweist als ein ungedüngter Boden; ist aber die Bodenbedeckung zu dicht und dick, dann erleidet er bei schwachen Regengüssen an Einbusse, da das Durchsickern wesentlich erschwert wird.

Die Aufforstung des Sandbodens soll hauptsächlich durch Saat geschehen. Auf 1 ha werden 10 bis 15 kg Schwarzkiefersamen mit 2.5-3.7 kg Albizzia- oder 1.3-1.9 kg Robiniasamen gemischt verwendet. Die Aussaat erfolgt Mitte bis Ende März und zwar streifenweise. Hat man es mit grobkörnigem Sande zutun, dann ist es vorteilhafter erst eine Wacholderart *Juniperus littoralis* Maxim. anzupflanzen und danach die Kiefern-saat auszuführen. Wo Sandgräser wie *Carex macrophala* Willd. oder *Imperata arundinacea* Cry., var. *Koenigii* Hack. dichtwachsend vorkommen, da sollte man diese Teile mit Kiefern-jährlinge und Laubholzarten gemischt anpflanzen.

Der künstlich durch Saat oder Pflanzung angelegte Wald wird später durch natürliche Saat verjüngt werden; die Wirtschaftsmethode soll dem Boden und der Umgebung angepasst sein, damit er in einer Seite seinen Schutzwaldzweck durch die Dünenversicherung erfüllt und andererseits einen

möglichst hohen Waldwert erzielt. Ich habe daher geplant Schirmschlagwirtschaft mit langjähriger Verjüngung auf folgenderweise durchzuführen. In unmittelbar an der Küste gelegenen Teilen sollen die ersten 40 bis 50 Jahre als Erziehungsjahre dienen, vom 40. oder 50. bis 80. oder 100. Jahre erstreckt sich dann die Verjüngungszeit. In der Erziehungszeit ist Wert darauf zu legen, dass möglichst viel Holzbestand stehen bleibt um gute Stammformen zu erzeugen und weiterhin wird der Wald selbständig seinen Schutzzweck erreichen. Während in der Verjüngungszeit soll der Wald allmählich stark durchforstet werden, bei fortwährend grösster Schonung des Jungwuchses. Am Schluss der Verjüngungszeit wird sich ein neuer Bestand aus 1. bis 40. oder 50. jährigen Stämmen gebildet haben. Die Zeitdauer der Erziehung und Verjüngung wird je nach Wald- und Bodenzustand Änderung erfahren und es kann vorkommen, dass schon im Erziehungsstadium mit der Durchforstung angefangen werden muss, falls es die Erhaltung des Jungwuchses erfordert. Der Dauerwaldgedanke muss immer bei der Waldbehandlung eine Hauptrolle spielen.

Ein schon bestehender Kiefernwald, der durch Vernachlässigung stark gelitten hat, wieder zu verbessern, erfordert vor allen Dingen, dass Unterbau geführt wird. Als Unterbauholzarten sollen möglichst Schwarzkiefer gepflanzt werden und ausserdem wähle man für die der Küste am nächsten gelegenen Teile *Albizzia*, *Robinia*, *Alnus firma* Sieb. et Zucc. und *Flaeagnus umbellata* Thunb. und wechsele dann später mehr nach dem Inneren hin mit *Quercus acutissima* Carr., *Q. variabilis* Bl., *Rhus succedana* L., var. *japonica* Engl. ab. Der Kiefernjungwuchs soll gut geschont werden.

Damit die Dünen in der Umgebung von Tottori ihr Schutz und Produktionsziel in grossem Umfange erreichen, ist es notwendig, dass eine Wirtschaftsgenossenschaft der Waldbesitzer gegründet und die Einrichtung eines Wirtschaftsbezirks eingerichtet wird; die Ausführung der dauerwaldlichen Wirtschaft muss in den Händen forstlich ausgebildeter Kräfte liegen. Der Wirtschaftsplan muss verschiedenen Anforderungen entsprechen, so müssen Waldeinteilung und Altersklassenfolge den Schutzwald-

zwecken angepasst werden und auch die Nachhaltigkeit des Waldertrages würde zu berücksichtigen sein.

Ein wie hier mit vielen experimentalen Erfahrungen angelegter Dünenwald kann meines Erachtens nach auch in anderen Küstenteilen Erfolg haben.

圖 版 說 明

- 第一圖版 第一圖 湖山海岸
第二圖 濱坂海岸
第三圖 湖山砂丘大景
- 第二圖版 第四圖 濱坂砂丘ノ一部
第五圖 砂波(濱坂砂丘)
第六圖 こうぼうむぎノ作レル舌狀砂丘(湖山砂丘)
- 第三圖版 第七圖 湖山砂丘ノ外側ニ散生セルはまごうノ圓錐形砂丘
第八圖 増大シツツアルはまごうノ圓錐形砂丘
第九圖 破壊シ始メタルはまごうノ圓錐形砂丘
- 第四圖版 第十圖 通風性ニ乏シキ板垣(高サ1.7cm, 幅18cm, 厚サ12cmノ板ヲ密接シテ作レルモノ)ノ前ニ砂ノ堆積セル狀態(湖山砂丘)
第十一圖 通風性ヲ有スル板垣(高サ1m, 板ノ間隔2.5cm)及羊齒垣(高サ1m)ニヨル人工的砂丘(湖山砂丘)
第十二圖 高サ1mノ簀垣ニヨル人工的砂丘(湖山砂丘)
- 第五圖版 第十三圖 各異ノ砂粒ニ於ケルくろまつ幼苗ノ生長狀態(ポット試験ニヨル)
1. 直徑 2.0-1.0mmノ砂粒ニ於ケル幼苗
 2. 直徑 1.0-0.5mmノ砂粒ニ於ケル幼苗
 3. 直徑 0.5-0.25mmノ砂粒ニ於ケル幼苗
 4. 混合砂(直徑 2.0-1.0mmノ砂粒……1.2%, 直徑 1.0-0.5mmノ砂粒……51.7%, 直徑 0.5-0.25mmノ砂粒……43.7%, 直徑 0.25mm以下ノ砂粒……3.4%)ニ於ケル幼苗
- 第十四圖 各異ノ砂粒ニ於ケル1年生くろまつ苗ノ生長狀態(ポット試験ニヨル)
1. 直徑 2.0-1.0mmノ砂粒ニ於ケル1年生苗木
 2. 直徑 1.0-0.5mmノ砂粒ニ於ケル1年生苗木
 3. 直徑 0.5-0.25mmノ砂粒ニ於ケル1年生苗木
 4. 混合砂(直徑 2.0-1.0mmノ砂粒……1.2%, 直徑 1.0-0.5mmノ

砂粒……51.7%、直径 0.5—0.25mmノ砂粒……43.7%、直径 0.25mm以下ノ砂粒……3.4%) = 於ケル1年生苗木

第十五圖 湖山砂丘上 = 於テ砂粒ノ異ナル砂地 = 發生セルくろまつ幼苗及植栽セル1年生くろまつ苗ノ生長状態

- 1. 内方砂丘上ノ砂粒小ナル砂地 = 播種發生セル幼苗
- 2. 外方砂丘上ノ砂粒大ナル砂地 = 播種發生セル幼苗
- 3. 内方砂丘上ノ砂粒小ナル砂地 = 植栽セル1年生苗木
- 4. 外方砂丘上ノ砂粒大ナル砂地 = 植栽セル1年生苗木

第六圖版 第十六圖 各給水量ノ異ナルポット = 發生セルくろまつ幼苗ノ生長状態

- 1. 毎回(平均五日置)ノ給水量 100ccノポット = 生ジタル幼苗
- 2. 毎回(同上)ノ給水量 200ccノポット = 生ジタル幼苗
- 3. 毎回(同上)ノ給水量 300ccノポット = 生ジタル幼苗
- 4. 毎回(同上)ノ給水量 350ccノポット = 生ジタル幼苗

第十七圖 各給水量ノ異ナルポット = 植栽セル1年生くろまつノ生長状態

- I A. 毎回(平均五日置)ノ給水量 100ccノポット = 於ケル1年生苗木
- II A. 毎回(同上)ノ給水量 200ccノポット = 於ケル1年生苗木
- III A. 毎回(同上)ノ給水量 300ccノポット = 於ケル1年生苗木
- IV A. 毎回(同上)ノ給水量 400ccノポット = 於ケル1年生苗木

第十八圖 同 上

- 1. 毎回(平均五日置)ノ給水量 100ccノポット = 於ケル1年生苗木
- 2. 毎回(同上)ノ給水量 200ccノポット = 於ケル1年生苗木
- 3. 毎回(同上)ノ給水量 300ccノポット = 於ケル1年生苗木
- 4. 毎回(同上)ノ給水量 400ccノポット = 於ケル1年生苗木

第七圖版 第十九圖 上層 = 火山灰土壤ヲ有スル砂地上ノくろまつ林(末恒砂丘) 林齡 45年、地下 20—30cmノ深サ = 火山灰土壤ヲ有スル砂地ノくろまつ林

第二十圖 砂丘林内 = 於テ下層土タル火山灰土壤ノ露出セル孔狀地 = 發生セルあかまつノ幼樹(末恒砂丘) 之ハくろまつ林内 = 混生セル少數ノあかまつヨリノ天然下種 = ヲツテ發生セシモノナリ。地上 = ハつつじ、はぎ、ひさかき、ね

むのき等生育ス。

第八圖版 第二十一圖 はひごげ上 = 發生セルくろまつノ幼苗(末恒砂丘) はひごげノ厚サハ 2—3cm.

第二十二圖 くろまつ及あべまきノ混淆林内 = 發生セルくろまつノ幼苗(末恒砂丘)

地上 = ハ落葉落枝アリ。又はひごげ、やまとしのぶごげヲ生ズ。

第九圖版 第二十三圖 下木トシテやしやぶし、はぜのき、たぶ等ヲ有スルくろまつ林(末恒砂丘)

地下 10—25cmノ深サ = 火山灰土壤ヲ有ス。地上 = ハはぎ、ひさかき等ノ小灌木アリ。くろまつノ幼苗多數發生ス。

混淆セルあかまつハ生長良好ニシテくろまつト大ナル差違ヲ見ズ。

第二十四圖 くろまつ及あべまきノ混淆林(末恒内方砂丘)

第十圖版 第二十五圖 恒續林内 = 於ケルくろまつ幼樹ノ生長状態(末恒内方砂丘) 側方ノ母樹ハ 80年生、混淆セル落葉潤葉樹ハあべまき、林下 = 生ズルくろまつノ幼樹ハ 10—15年生ニシテ恒續林外ノモノ = 比較シ生長甚ダ良好ナリ。

第二十六圖 林下 = あきぐみ、はぎ、つつじ、はひね等ノ生育セルくろまつ林内 = 發生セルくろまつノ幼樹(末恒砂丘)

地表 = ハ落葉落枝アリ。且はひごげ密生ス。

第十一圖版 第二十七圖 保護樹ノ下 = 成林セル人工造林地(末恒砂丘)

第二十八圖 海岸 = 最も近キくろまつ林ト其前方 = 生育セルはひね等(末恒砂丘)

第十二圖版 第二十九圖 砂 = ヲツテ被覆セラレタルくろまつノ稚樹(湖山砂丘)

第三十圖 砂 = ヲツテ被覆セラレタルくろまつノ老樹(濱坂砂丘)

第三十一圖 砂ノ移動 = ヲリ根覆ヲナシタル砂丘高所ノくろまつ(濱坂砂丘)

第十三圖版 第三十二圖 滯砂丘(濱坂砂丘)

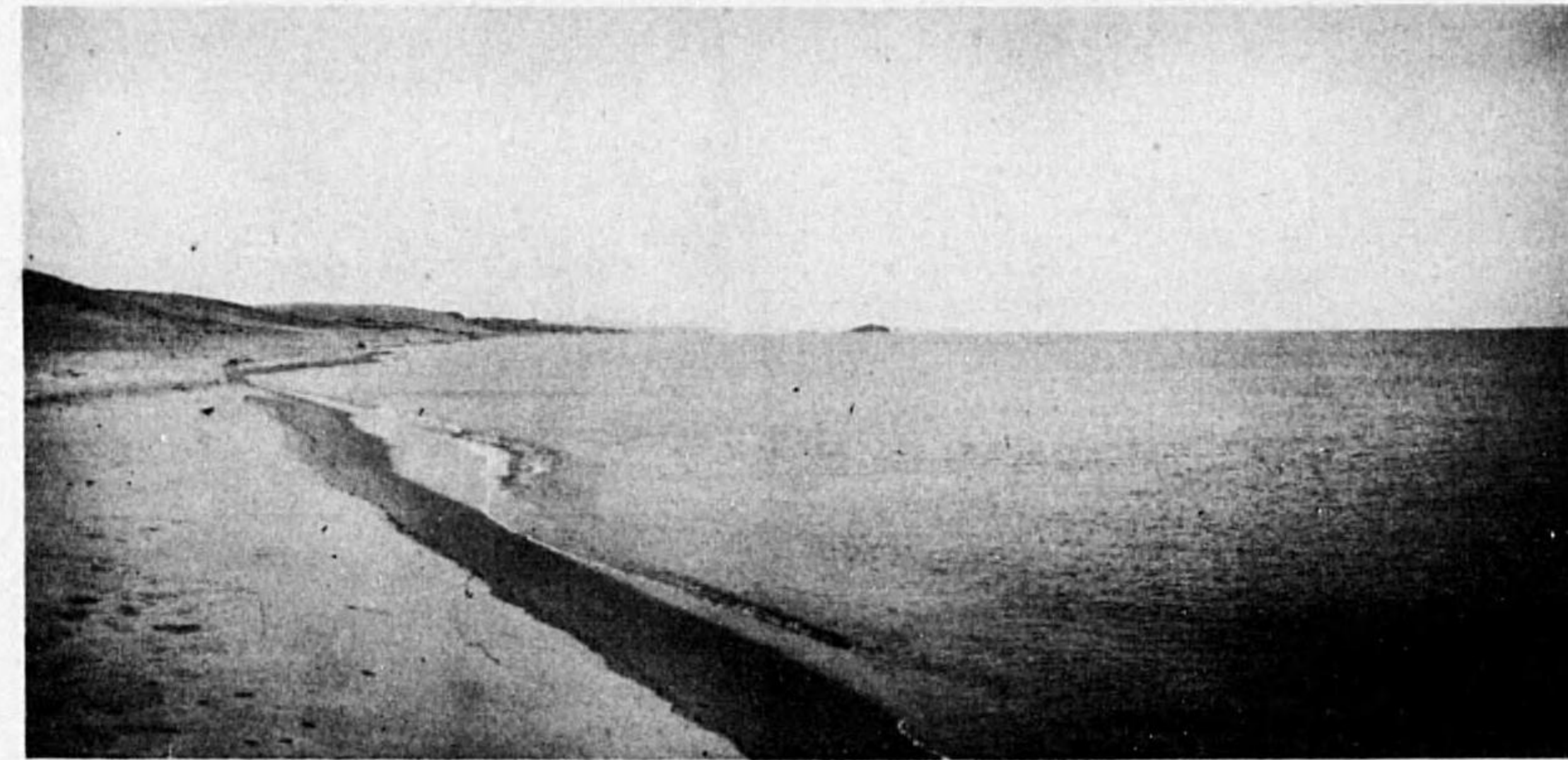
海岸ヨリノ距離 600m、高サ 3m.

第三十三圖 同上。砂丘ノ上部 = にせあかちあヲ植栽ス。

- 第三十四圖 網状桑枝立工(湖山砂丘)
- 第十四圖版 第三十五圖 高サ1mノ滞砂垣ヲ設ケ且羊齒埋立工ヲ施工シタルくろまつ造林地(湖山砂丘)
海岸ヨリノ距離1500mニシテ海岸ニ向ヘル内方砂丘ノ高所。
- 第三十六圖 高サ1mノ滞砂丘ノ内方ニ於ケルくろまつ造林地(湖山砂丘)
海岸ヨリノ距離1500mニシテ海岸ニ向ヘル内方砂丘ノ高所、くろまつノ生長ハ滞砂丘ニ接シタルモノ程良好ナリ。
- 第三十七圖 滞砂丘ノ内方ニ於ケルくろまつ(12年生)、にせあかちあ(11年生)及やしやぶし(11年生)ノ混植地(濱坂砂丘)
滞砂丘ノ高サハ3m、之ヨリ内方3mヲ隔テテ造林ス。
- 第十五圖版 第三十八圖 網状羊齒垣ヲ施工セル9年生くろまつ造林地(湖山砂丘)
前方ニ大ナル砂丘アリテ防風ノ用ヲナス。造林地ノ前方ニアルくろまつ林ハ約25年生。
- 第三十九圖 網状羊齒垣ヲ施工セルくろまつ(9年生)及にせあかちあ(8年生)ノ混植地(同上)
- 第四十圖 同上混植地ニシテ連年夏期砂表面ニ刈草ヲ散布被覆セン個所



第一圖



第二圖



第三圖



第 四 圖



第 五 圖



第 六 圖



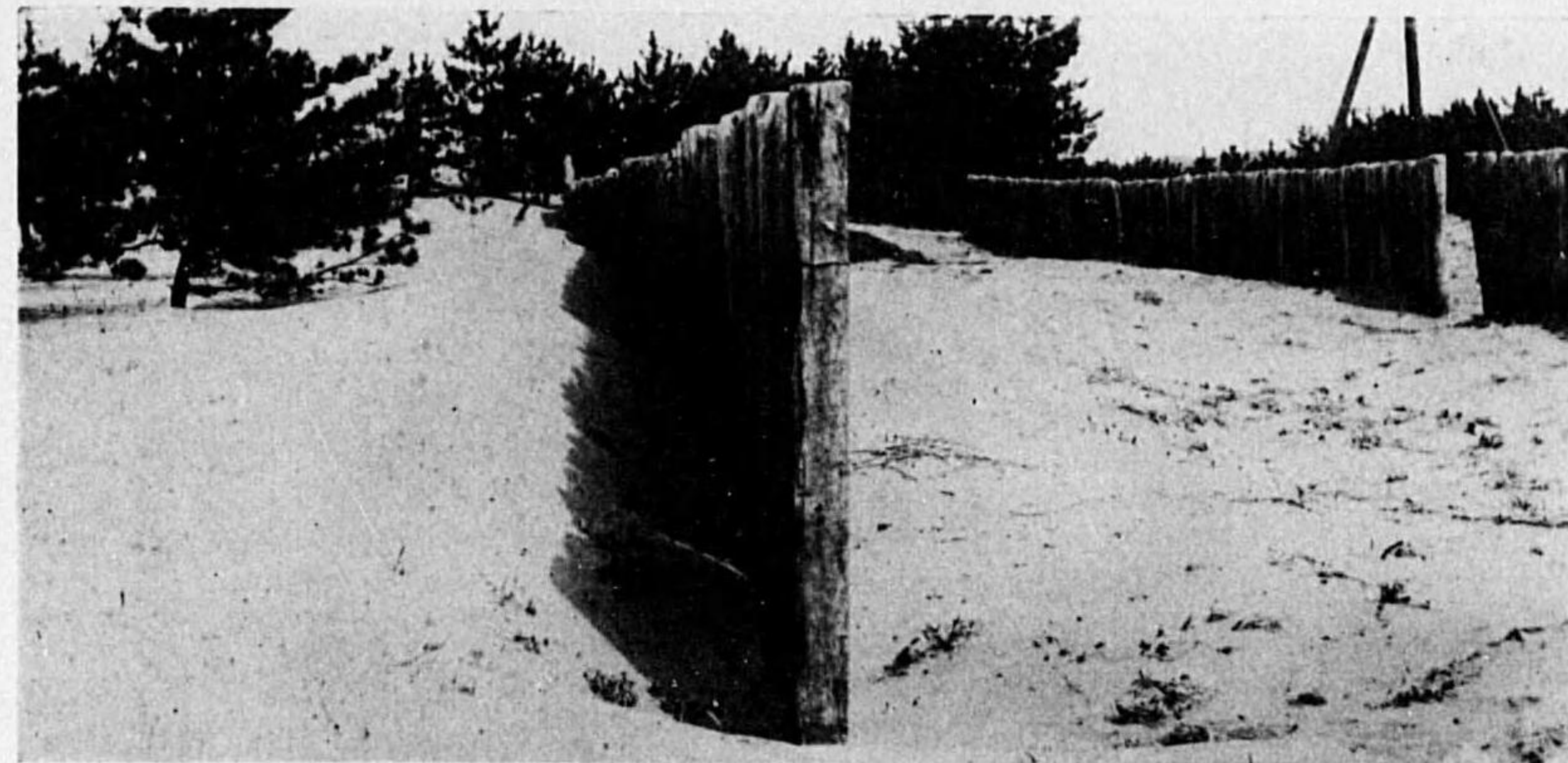
第七圖



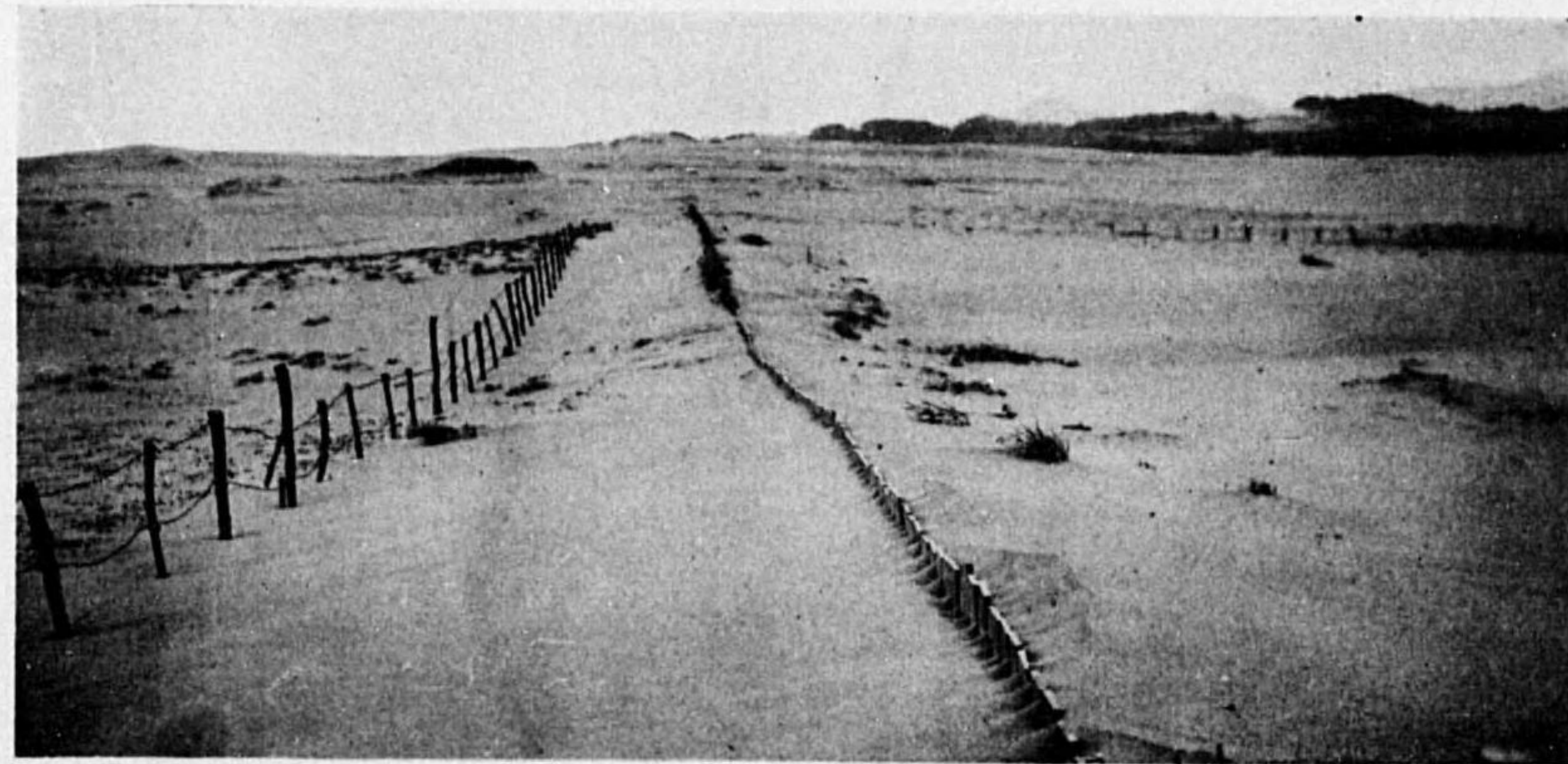
第八圖



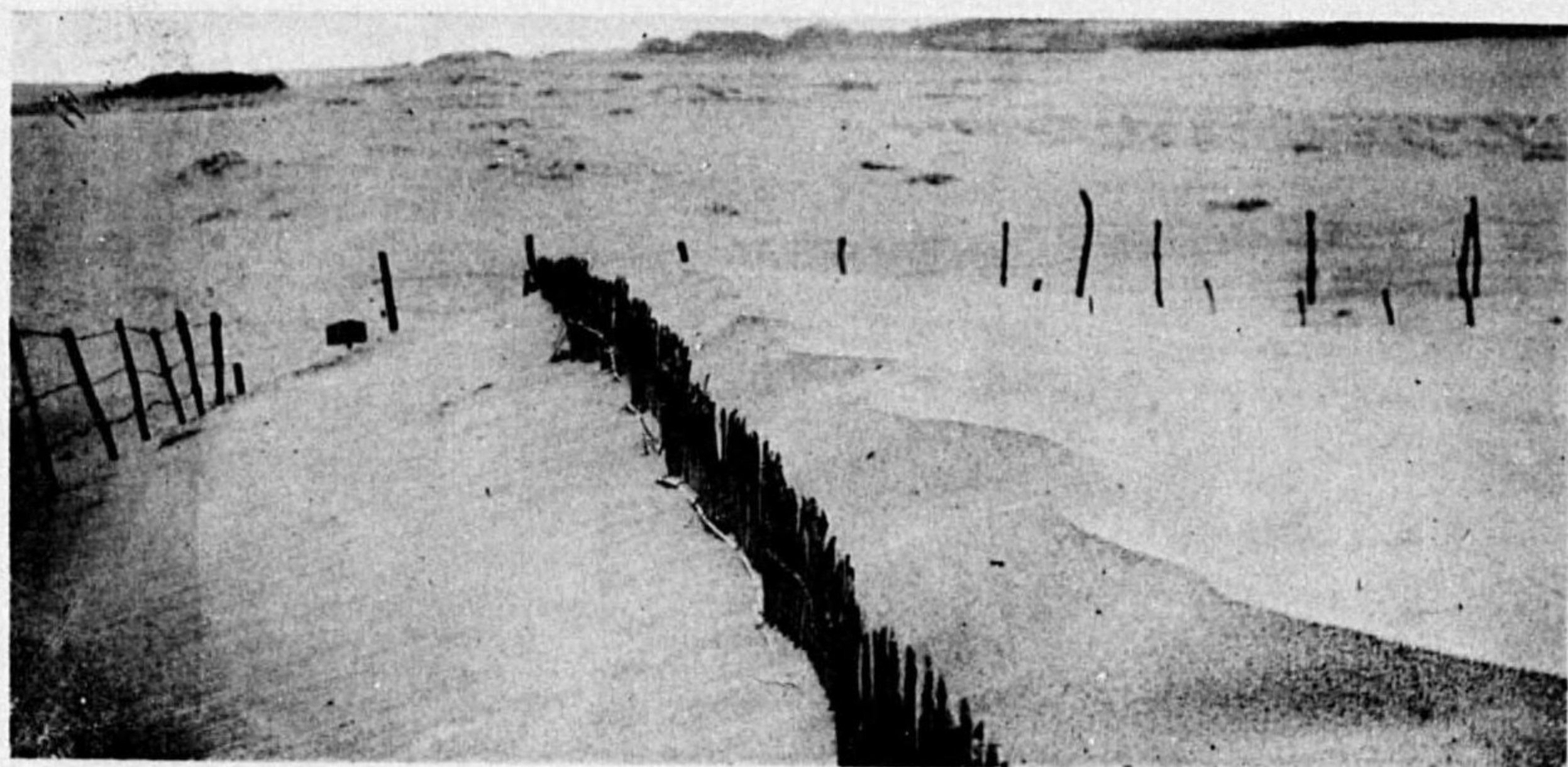
第九圖



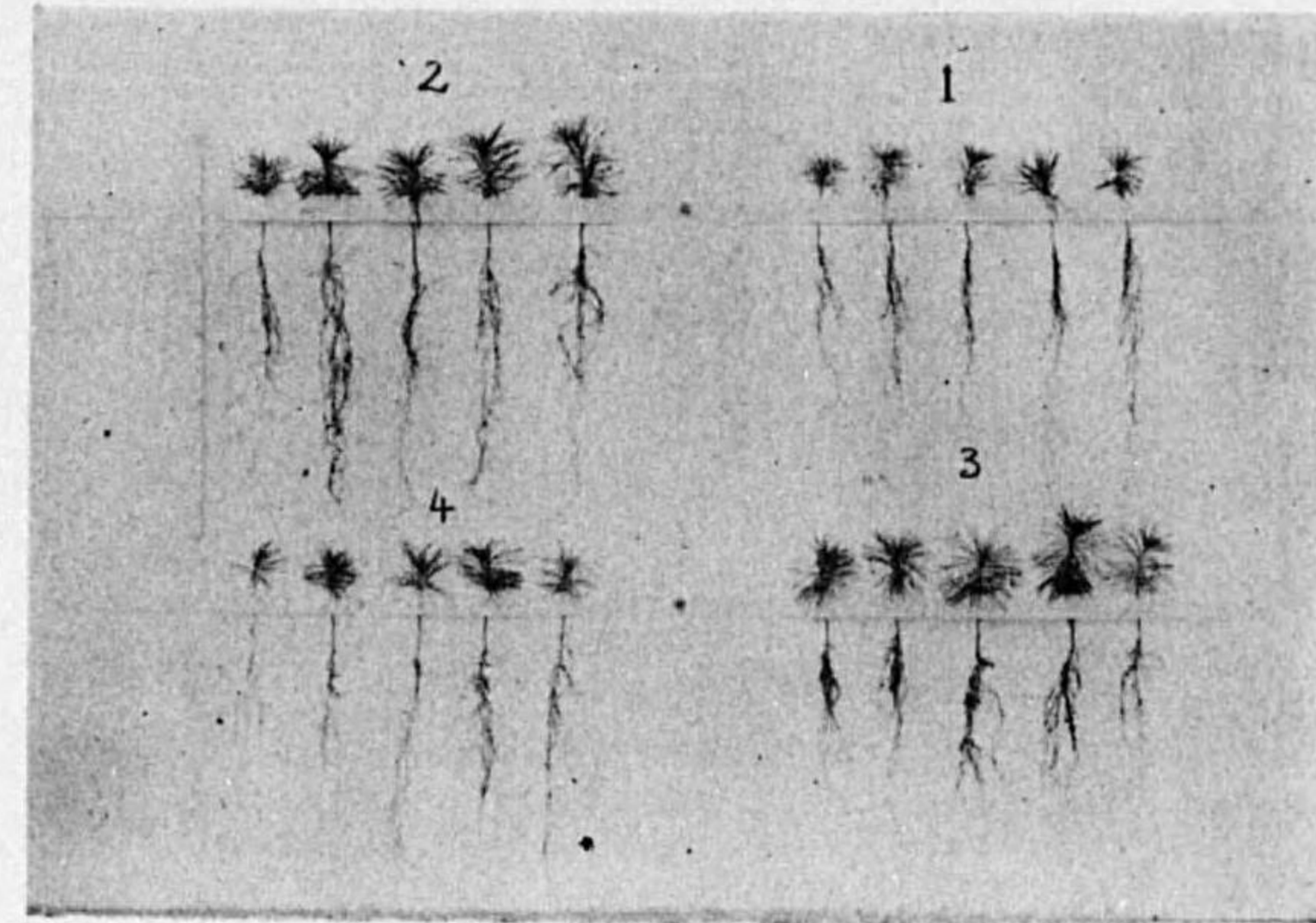
第十圖



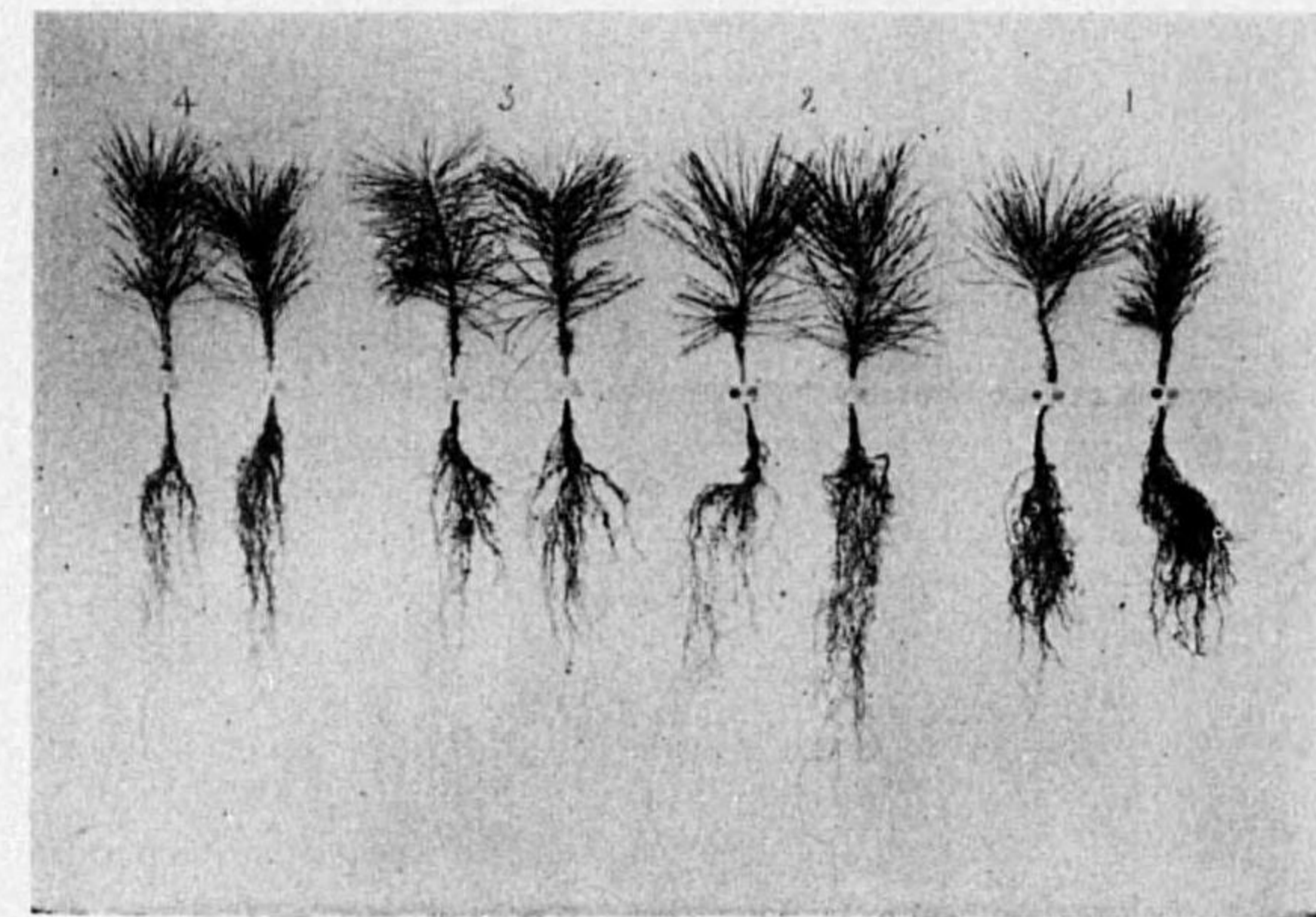
第十一圖



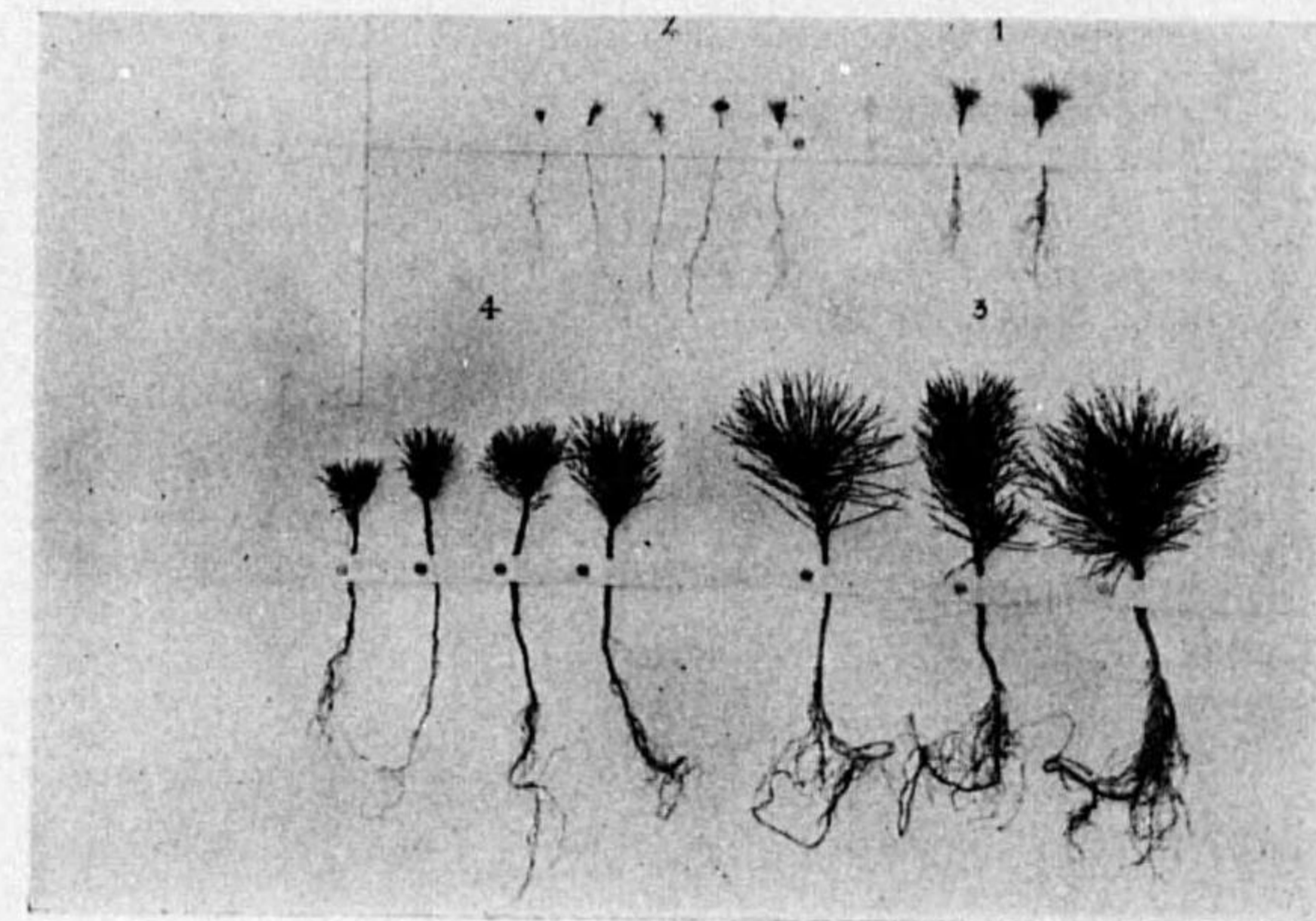
第十二圖



第十三圖



第十四圖



第十五圖