

成層土壤의 乾燥機構에 關한 研究

—裸地와 草地의 比較—

Studies on the Drying Mechanism of Stratified Soil

—Comparison between Bare Surface and Grass plot—

金 哲 基* · 趙 誠 正**
Chul Kee Kim, Sung Jung Cho

Summary

This study was to investigate the drying mechanism of stratified soil by investigating "effects of the upper soil on moisture loss of the lower soil and vice versa" and at the same time by examining how the drying progressed in the stratified soils with bare surface and with vegetated surface respectively. There were six plots of the stratified soils with bare surface(A₁—A₆ plot) and the same other six plots(B₁—B₆ plot), with vegetated surface(white clover).

These six plots were made by permutating two kinds of soils from three kinds of soils; clay loam(CL). Sandy loam(SL). Sand(s). Each layer was leveled by saturating sufficient water. Depth of each plot was 40cm by making each layer 20 cm deep and its area. 90×90(cm²).

The cell was put at the point of the central and mid-depth of the each layer in the each plot in order to measure the soil moisture by using OHMMETER. soil moisture tester. and movement of soil water from out sides was cut off by putting the vinyl on the four sides.

The results obtained were as follows;

1. Drying progressed from the surface layer to the lower layer regardless of plots.

* 忠北 大學

** " "

There was a tendency that drying of the upper soil was faster than that of the lower soil and drying of the plot with vegetated surface was also faster than that of the plot with bare surface.

2. Soil moisture was recovered at approximately the field capacity or moisture equivalent by infiltration in the course of drying, when there was a rainfall.
3. Effects of soil texture of the lower soil on dryness of the upper soil in the stratified soil were explained as follows;
 - a) When the lower soil was S and the upper, CL or SL, dryness of the upper soils overlying the lower soil of S was much faster than that overlying the lower soil of SL or CL, because sandy soil, having the small field capacity value and playing a part of the layer cutting off to some extent capillary water supply. Drying of SL was remarkably faster than that of CL in the upper soil.
 - b) When the lower soil was SL and the upper S or CL, drying of the upper soil was the slowest because of the lower SL, having a comparatively large field capacity value. Drying of CL tended to be faster than that of S in the upper soil.
 - c) when the lower soil was CL and the upper S or SL, drying of the upper soil was relatively fast because of the lower CL, having the

largest field capacity value but the slowest capillary conductivity. Drying of SL tended to be faster than that of S in the upper soil.

4. According to a change in soil moisture content of the upper soil and the lower soil during a day there was a tendency that soil moisture contents of CL and SL in the upper soil were decreased to its minimum value but that of S increased to its maximum value, during 3 hours between 12.00 and 15.00.

There was another tendency that soil moisture contents of CL, SL and S in the lower soil were all slightly decreased by temperature rising and those in a cloudy day were smaller than those in a clear day.

5. The ratio of the accumulated soil moisture consumption to the accumulated gauge evaporation in the plot with vegetated surface was generally larger than that in the plot with bare surface. The ratio tended to decrease in the course of time, and also there was a tendency that it mainly depended on the texture of the upper soil at the first period and the texture of the lower soil at the last period.

6. A change in the ratio of the accumulated soil moisture consumption was larger in the lower soil of SL than in the lower soil of S. when the upper soil was CL and the lower, SL and S. The ratio showed the biggest figure among any other plots. and the ratio in the lower soil plot of CL indicated slightly bigger than that in the lower soil plot of S. when the upper soil was SL and the lower, CL and S.

The ratio showed less figure. than that of two cases above mentioned, when the upper soil was S and the lower CL and SL and that in the lower soil plot of CL indicated a less ratio than that in the lower soil plot of SL. As a result of this experiment, the various soil layers were arranged in the following order with regard to the ratio of the accumulated soil moisture consumption: $SL/CL > SL/S > CL/SL > CL/S \approx S/SL > S/CL$.

I. 緒 言

오늘날 農耕地에서의 土壤乾燥問題는 作物生育面 및 農機械의 作業能率面에 깊은 關係가 있는 것으로 알려지고 있다. 土壤乾燥는 바로 排水 蒸發等 要因에 依한 土壤水分의 減少를 나타내는 現象이어서 土壤乾燥가 어느 限界以上으로 進行하면 作物成長 自體에 危險을 주고 固結現象의 隨伴으로 因한 耕耘等 作業能率의 甚한 低下를 가져오고 있다. 따라서 作物生育에 絕對不可欠한 土壤水分을 土壤種類에 따라서 適期에 알맞게 供給하고 한편 效率의 인 農機械作業의 能率問題와 關聯시키어 볼때 土層種別에 따른 乾燥特性을 究明하는 일이란 참으로 緊要한 것이다.

勿論 單一土層으로 된 土壤은 그 狀態가 單純하여 그 乾燥機構에 對하여는 相當히 研究된 바가 있으나⁽¹⁸⁾⁽²²⁾⁽²³⁾⁽²⁷⁾ 特別히 粒度 및 透水係數等 物理的 性質이 다른 土性들 사이에 이루어진 成層土壤에 對하여는 그 成層類型이 많은 關係인지 이에 對한 乾燥機構⁽⁸⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾에 關하여는 別로 알려지지 않고 있다.

따라서 本研究에서는 土壤의 成層類型을 土性이 서로 다른 3種類의 흙(Clay Loam, Sandy Loam, Sand)에서 順列의으로 두가지 土性の 흙을 아래 위로 組合하여 이루는 成層으로 限定시켜 裸地狀態와 草地狀態에서의 土壤水分 消費關係를 比較하고 單一土層의 土壤類型에서는 생각할 수 없는 下層 또는 上層土壤이 上層 또는 下層土壤에 對한 水分消失에 미치는 影響에 對한 究明을 通하여 各 成層土壤類型에 對한 乾燥機構를 特徵지우고자 하였다.

筆者는 이에 對한 몇가지 試驗結果를 얻었으므로 이에 報告한다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗區 設計

本 試驗에서는 CL, SL, S인 3種類의 土壤을 2種類型 順列의으로 組合하여 얻은 6個區의 裸地狀態의 成層試驗區(A₁-A₆, 試驗區) 및 이에 對應하는 草地狀態의 成層試驗區(B₁~B₆, 試驗區)를 設置하였고 各土層은 물로 完全飽和시켜 整地하고, 그 두께는 各各 20cm로 하여 各試驗區의 全體두께를 40cm로 되게 하였으며 各土層마다 中央中間深에 Cell을 埋設하여 土壤水分 測定器인 OHMMETER(Soil Test

Inc. U.S.A)로 土壤水分을 測定할 수 있도록 하였고 돌레는 비닐로 둘러싸서 側面으로 부터의 土壤水

分移動을 遮斷시켰다. 各 試驗區의 넓이는 90cm × 90cm로 하였고 草地 造성은 White Clover로 하였다

2. 供試土壤의 物理的 性質

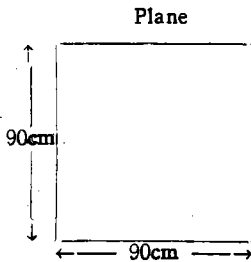
Physical properties of soils

Classification of soil	Mechanical analysis				Atterberg limit				specific gravity	Moisture retention		
	gravel	sand	silt	clay	liquid	plastic	shrinkage	plastic		1\10	1\3	1\5
	mm > 2.00	2.00~0.05	0.05~0.005	mm < 0.005	limit	limit	limit	Index		atm	atm	atm
CL	4	38	33	25	43.4	31.9	26.42	11.5	2.575	42.46	38.17	11.01
SL	11	61	22	6	25.7	18.69	17.6	8.1	2.616	26.57	22.65	8.94
S	32	68	0	0	NP	NP	NP	NP	2.623	9.51	7.22	3.54

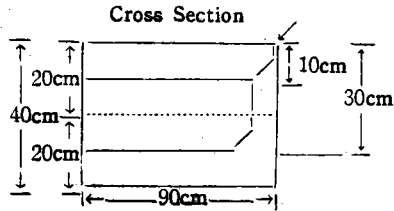
coefficient of permeability

- 5.028 × 10⁻⁷cm/sec
- 2.094 × 10⁻⁷cm/sec
- 1.153 × 10⁻²cm/sec

3. 試驗區 配置圖



裸地(A)



草地(B)

A-1-a-CL(上層)
A-1-b-SL(下層)

CL / SL

A-2-a-CL(上層)
A-2-b-S(下層)

CL / S

A-3-a-SL(上層)
A-3-b-CL(下層)

SL / CL

A-4-a-SL(上層)
A-4-b-S(下層)

SL / S

A-5-a-S(上層)
A-5-b-CL(下層)

S / CL

A-6-a-S(上層)
A-6-b-SL(下層)

S / SL

B-1-a-CL(上層)
B-1-b-SL(下層)

CL / SL

S-1-b-CL(上層)
B-2-a-S(下層)

CL / S

B-3-a-SL(上層)
B-3-b-CL(下層)

SL / CL

B-4-a-SL(上層)
B-4-b-S(下層)

SL / S

B-5-a-S(上層)
B-5-b-CL(下層)

S / CL

B-6-a-S(上層)
B-6-b-SL(下層)

S / SL

Remarks; A: Plot of bare surface

B: Plot of vegetated surface

a: upper layer

b: lower layer

1,2..., 6: Series number of all plots

CL: clayloam

SL: Sandy loam

S: sand

CL/ SL, ... S/SL: represent stratified soil of each plot, upper and lower symbols denote upper and lower soils respectively.

4. 試驗期間(100日間)

1972. 7. 27~ 9. 22(露天狀態)

1972. 9. 23~11. 3(降雨遮斷狀態)

5. 土壤水分測定

土壤水分測定은 Sampling에 의한 直接測定 및 電氣抵抗에 의한 間接測定을 때에 따라 併行하였으며 直接測定에 있어서는 內徑 5cm인 Sampler를 使用하여 土壤이 完全히 물로 飽和되었을 때를 除外하고 每日 Sampling을 實施하여 大起式 實容積測定器

및 oven處理를 통해서 含水比를 測定하였고 間接測定에 있어서는 降雨가 있는 날을 除外하고 每日 9, 12, 15 및 18時 4회에 걸쳐 土壤水分測定器인 OHM METER를 使用하여 測定했다.

6. 氣象調査

降雨量, 蒸發量은 試驗園에서 약 150m 떨어진 地點에서의 觀測值에 依하고 氣溫, 濕度, 日照率 및 日射量은 試驗園場에서 約 1.0km 떨어져 있는 淸州測候所의 觀測值를 使用하였다.

Table-1. Soil moisture content(%) by 5 day interval

date treat	7.30	8.5	8.10	8.15	8.20	8.25	8.30	9.5	9.10	9.15	9.20	9.25	9.30	10.5	10.10	10.15	10.20	10.25	10.30
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
A-1-a-CL	28.3	32.8	30.5	28.4	32.4	28.8	29.5	30.1	29.0	29.9	29.0	27.6	27.6	27.6	27.1	26.6	26.6	26.6	26.4
A-1-b-SL	24.3	22.0	21.3	20.8	22.1	19.5	19.6	20.2	19.0	22.9	18.7	19.7	19.6	18.8	17.8	16.5	15.5	14.7	13.9
A-2-a-CL	29.1	32.3	31.2	24.9	32.8	23.1	30.8	31.2	29.0	32.0	28.8	22.7	24.7	23.1	21.1	20.5	20.2	20.0	19.5
A-2-b-S	10.7	12.2	10.7	8.6	10.8	8.7	9.4	10.1	9.0	10.1	8.6	8.2	7.3	6.5	6.1	5.7	5.2	4.7	4.2
A-3-a-SL	26.6	26.3	27.4	19.8	27.5	22.3	26.9	26.5	21.5	25.3	20.9	19.7	18.5	17.7	16.8	15.6	14.5	14.0	13.0
A-3-b-CL	30.3	32.7	32.7	30.7	32.7	31.8	32.7	32.4	31.6	32.8	31.5	30.8	30.1	29.4	28.5	27.2	26.1	25.9	25.6
A-4-a-SL	22.1	20.3	17.0	15.5	13.5	17.0	17.8	18.6	17.7	20.2	17.8	16.7	13.4	10.2	7.1	3.8	2.2	1.7	
A-4-b-S	9.0	10.1	9.9	8.3	9.7	8.3	8.5	9.0	7.6	8.3	7.6	7.2	6.7	6.2	6.0	5.7	5.5	5.1	4.8
A-5-a-S	8.0	9.5	8.0	6.4	8.7	6.6	7.0	7.5	6.4	7.5	6.5	5.5	4.5	4.0	3.5	2.8	2.7	2.7	2.2
A-5-b-CL	32.0	32.7	33.0	33.0	33.4	32.8	33.4	33.4	33.5	33.7	33.4	33.4	31.6	30.8	30.0	29.5	29.3	29.1	29.1
A-6-a-S	6.4	9.0	4.7	4.4	7.6	3.5	4.1	4.9	4.6	5.6	4.5	4.0	4.0	4.0	3.8	3.7	3.7	3.6	3.6
A-6-b-SL	25.1	24.7	25.0	24.0	24.3	23.9	22.5	22.3	21.3	21.7	21.3	21.4	20.1	19.5	19.6	16.7	16.5	16.1	15.7
B-1-a-CL	28.0	30.6	29.0	26.7	32.8	25.8	27.6	29.8	25.7	29.9	26.6	27.5	27.5	27.0	15.9	15.0	15.0	14.8	14.8
B-1-b-SL	15.5	18.2	17.0	15.4	18.1	16.7	15.5	15.6	14.8	19.2	18.3	18.2	17.5	17.0	15.9	15.0	15.0	14.8	14.8
B-2-a-CL	28.4	32.0	31.0	25.1	32.4	28.5	30.1	30.5	29.0	31.1	28.9	27.3	24.7	22.3	21.1	20.6	19.8	19.7	19.3
B-2-b-S	8.0	10.6	10.3	8.7	13.0	8.6	7.7	7.7	7.8	7.3	7.2	7.6	7.1	6.6	6.1	5.3	4.4	3.5	2.5
B-3-a-SL	15.5	22.3	24.1	16.4	26.9	18.2	24.1	23.5	16.3	22.7	17.6	15.8	13.5	11.1	9.1	6.6	5.7	5.1	3.7
B-3-b-CL	31.6	30.6	29.9	29.7	30.7	30.5	31.0	31.1	30.9	31.2	31.1	30.9	30.6	30.0	27.2	25.9	25.3	24.7	24.7
B-4-a-SL	18.0	27.5	23.9	17.3	26.9	19.7	20.8	21.7	18.1	21.4	17.8	15.6	12.5	6.4	2.5				
B-4-b-S	8.8	11.1	11.0	8.3	10.3	8.7	8.6	8.0	7.2	8.0	7.2	6.7	6.1	5.8	5.4	4.6	4.1	3.5	2.9
B-5-a-S	6.9	7.9	6.5	5.8	7.3	6.1	6.0	6.0	4.7	5.1	4.8	4.8	3.7	2.7	1.9	1.1	0.8	0.4	
B-5-b-CL	32.2	32.0	31.6	30.2	30.0	29.8	29.6	29.8	29.4	29.5	29.6	32.1	32.0	31.9	31.4	30.3	30.1	30.0	29.8
B-6-a-S	7.0	8.2	7.6	3.0	6.6	3.2	5.0	5.0	5.2	5.8	4.8	3.3							
B-6-b-SL	18.6	20.5	21.4	19.2	21.4	21.0	18.2	18.5	16.5	17.8	14.0	15.0	13.7	13.0	12.5	11.5	10.6	9.9	9.4
evaporation (mm)	21.3	24.4	18.7	25.2	14.8	17.6	12.0	11.2	15.4	15.0	17.4	13.1	13.9	12.6	12.1	14.5	11.6	14.3	10.3
rainfall(mm)		145.1	42.1		128.9	33.2	22.8	52.0	4.4	34.5	21.4	14.0	18.6	20.8	0.3	7.8		14.0	0.3

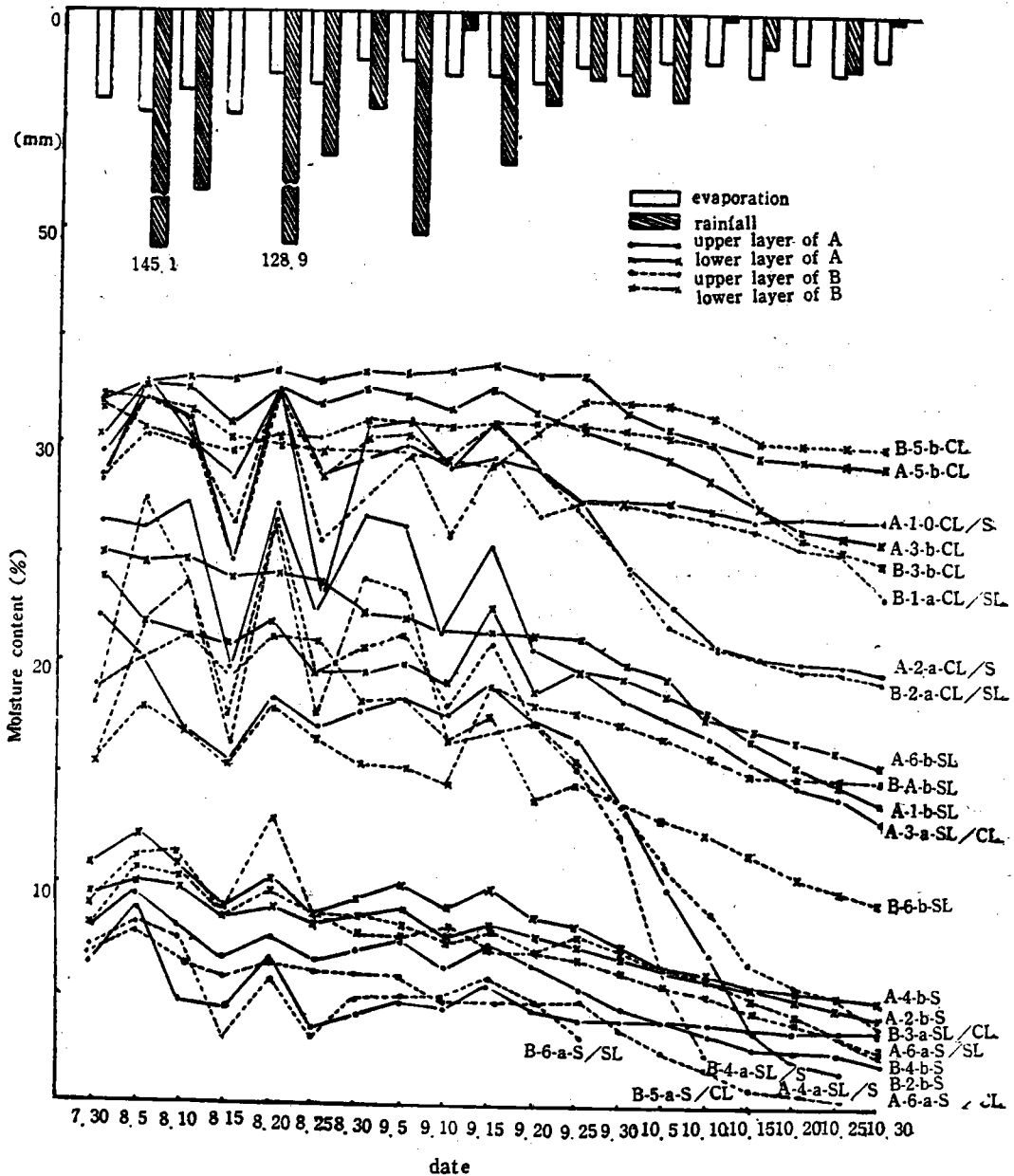


Fig. 1. Soil moisture content(%) at 5 day intervals

Ⅱ. 試驗結果 및 考察

1. 土壤水分的 經時的 變化狀況

가. 全試驗期間의 變化狀況

全試驗期間을 5日間隔으로 土壤水分的 經時的 變化狀況을 살펴보면 표-1 및 그림 1과 같다.

1972年 7月 24日에 물로 完全히 飽和시키면서 填充式으로 試驗區를 設置한 後 7月 26日까지 2日間

물을 繼續注入하여 二層의 成層이 거의 飽和를 維持하도록하여 7月 27日부터 土壤水分測定을 始作하였는데 4日이 經過한 7月 30日의 土壤別 水分分布狀況을 보면 裸地區의 下層이 SL인 境遇 上層 CL의 含水比는 28.0%인데 그와 對應한 草地試驗區는 28.0%로 裸地區보다 若干작은 傾向을 보였고 裸地區의 下層이 S인 境遇 上層 CL의 含水比는 29.1%인데 對應하는 草地區는 28.4%로 亦是 裸地區보다

작은값을 보였다. 裸地區의 下層이 CL인境遇 上層 SL의 含水比는 26.6%인데 같은 成層의 草地區에서는 15.5%로 裸地區보다 작은 값을 나타냈다. 裸地區 下層이 S인境遇 上層 SL의 含水比는 22.1%인데 같은 成層의 草地區의 SL層의 含水比는 22.1% 18.0%로 裸地區 보다 작은 水分含量을 보였다. 또한 裸地區 下層이 CL인 境遇 上層 S의 含水比는 8.0%인데 草地區에서는 그보다 작은 6.9%를 보였다, 그런데 下層이 SL인 裸地區의 上層 S에서는 6.4% 草地區의 上層 S는 7.0%를 보여 草地가 裸地보다若干 큰 土壤水分含量을 나타냈다.

한편 全試驗期間동안 各 試驗區의 土壤水分 變化狀況을 對應하는 區끼리 比較하여 보면 下層이 SL인 裸地區의 上層인 CL의 含水比는 8月 5日의 145.1mm의 降雨量 Peak點으로서 날에 따라 多少의 降雨에 따른 土壤含水比의 凹凸을 보였는데 8月 5日의 上限值 32.8%와 10月 30日의 下限值 26.4%로 6.4%의 變化幅을 보였으며 이에 對應하는 草地區에 있어서는 上限值 32.8% 下限值 23.4%로 9.4%의 變化幅을 보였다. 下層이 S인 裸地區의 上層인 CL에 있어서도 128.9mm 降雨가 있는 8月 20日의 32.8%를 peak로 10月 30日의 最小值 19.5%로 13.3%의 變化幅을 對應하는 草地區에 있어서는 같은 날의 上限值 32.4% 下限值 19.3%로 13.1%의 變化幅을 보였으며 下層이 S인 境遇가 SL인 境遇보다 큰 水分消失을 가져왔다. 특히 下層이 S인 境遇는 草地區와 裸地區間에 그 水分消失差가 別로 나타나지 않고있다. 下層이 CL인 裸地區의 上層인 SL의 含水比는 128.9mm의 강우가 있는 8月 20日의 27.5%가 最高이고 10月 30日의 13.0%가 最低로 그 幅은 14.5%이나 對應하는 草地區에 있어서는 亦是 含

水比는 26.9%가 最高이고 3.7%가 最低로 23.2%의 幅을 나타냈다. 下層이 S인 裸地區의 上層인 SL의 含水比는 7月 30日의 22.1%가 最高이고 10月 25日의 1.7%가 最低로 그 幅은 20.4%가 되고 草地區에서는 27.5%가 最高이고, 2.5%를 最低로 25.0%라는 큰 變化幅을 보여 上層 SL 亦是 草地區가 裸地區보다 큰 土壤水分 消失을 가져왔음이 뚜렷하였으며 下層이 S인 境遇가 CL인 境遇보다 큰 水分消失을 가져왔다. 또 裸地區와 草地區間의 水分消失差는 下層이 S인 境遇가 CL인 境遇보다 훨씬 작은 값을 나타내었다. 下層이 SL인 裸地區 上層인 S의 含水比는 8月 5日의 9.5%와 10月 30日의 2.2%로 變化幅은 7.3%, 草地에서는 7.9%와 0.4%로 그 變化幅을 보였고 下層이 SL인 裸地區의 上層인 S의 含水比는 8月 5日의 9.5%와 10月 30日 3.6%로 變化幅은 5.4%, 草地區에 있어서는 8.5%와 9月 25日의 3.3%로 그 變化幅은 5.2%를 보였고 下層이 CL인 境遇가 SL인 境遇보다 큰 水分消失을 나타냈다고 이와 같이 上下土層의 土性에 따르는 含水比 變化幅에 差異는 있으나 草地區가 裸地區보다 土壤水分 消失이 큰 事實은 草地區에서 蒸發散量으로 消失하는 水分量이 裸地區에서 土壤面蒸發量으로 消失하는 水分量보다 큰⁽¹⁾⁽²⁾⁽¹⁰⁾ 때문이라고 생각되며 土壤層의 乾燥促進이 必要할 境遇에는 裸地狀態로 두는 것 보다는 草地造成의 方法을 취하는 것이 有利함을 시사하는 것으로 생각된다.

나. 日間의 時間的 變化狀況
土壤水分의 日間에 9時부터 18時에 이르는 時間的 變化狀況을 맑은날과 구름건날로 나누어본바 그 結果는 表-2, 表-3 및 그림 2, 그림 3과 같다.

1) 맑은 날(7月 27日: 表2 및 그림 2參照)

Table 2. Soil moisture content(%) at 3 hour intervals during a clear day (Selected date: Jul. 27, 1972)

measuring time		9	12	15	18	measuring time		9	12	15	18
treat		%	%	%	%	treat		%	%	%	%
A-1-a-CL		29.4	29.7	29.4	29.2	B-1-a-CL		30.8	30.6	29.9	29.8
A-1-b-SL		26.6	26.6	26.6	26.3	B-1-b-SL		22.0	22.1	22.1	21.9
A-2-a-CL		33.1	33.3	33.3	33.0	B-2-a-CL		30.9	31.2	30.8	30.6
A-2-b-S		11.6	11.6	11.6	11.6	B-2-b-S		7.8	8.1	8.0	7.8
A-3-a-SL		26.6	26.6	27.2	26.6	B-3-a-SL		25.3	26.0	25.1	24.9
A-3-b-CL		32.3	32.5	32.5	32.6	B-3-b-CL		32.2	32.3	32.2	32.1
A-4-a-SL		23.6	23.6	23.4	23.2	B-4-a-SL		19.8	20.0	20.6	19.3
A-4-b-S		8.4	8.5	8.7	8.5	B-4-b-S		9.6	9.9	9.6	9.6
A-5-a-S		7.7	7.8	8.0	7.6	B-5-a-S		8.0	8.3	8.0	7.9
A-5-b-CL		32.4	32.5	32.7	32.6	B-5-b-CL		32.5	32.0	32.5	32.4

	7	12	15	18		9	12	15	18
A-6-a-S	5.9	6.0	6.4	5.9	B-6-a-S	8.3	8.5	8.3	8.2
A-6-b-SL	23.7	24.0	24.3	24.2	B-6-b-SL	16.8	17.5	17.0	16.8
temperature (C)	25.0	28.2	30.4	30.9	temperature (C)	25.0	28.2	30.4	30.9

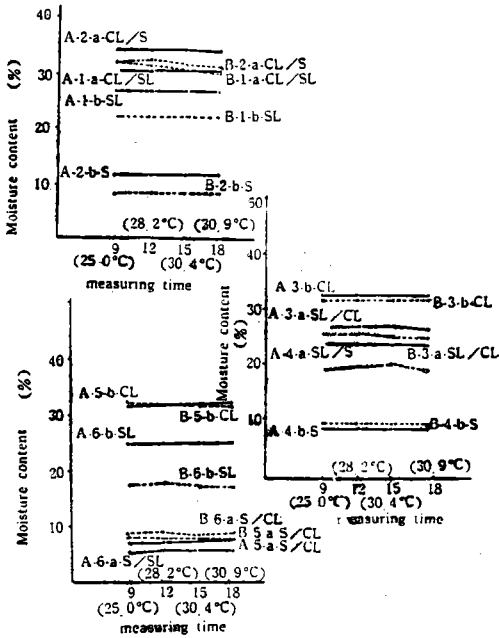


Fig. 2. Soil moisture Content(%) at 3 hour in tervals during a clear day (Selected date: Jul. 27, 1972)

Table 3. Soil moisture content(%) at 3 hour intervals during a cloudy day (Selected date: Oct. 20, 1972)

measuring time	measuring time				measuring time	measuring time			
	9	12	15	18		9	12	15	18
treat					treat				
A-1-a-CL	26.7	26.6	26.3	26.2	B-1-a-CL	25.6	25.5	24.8	24.7
A-1-b-SL	15.5	15.5	15.5	15.5	B-1-b-SL	15.1	15.0	14.9	14.8
A-2-a-CL	20.3	20.2	20.3	20.2	B-2-a-CL	19.9	19.8	19.8	19.6
A-2-b-S	5.2	5.2	5.1	5.0	B-2-b-S	4.5	4.4	4.4	4.4
A-3-a-SL	14.3	14.5	14.4	14.2	B-3-a-SL	6.0	5.7	5.3	5.1
A-3-b-CL	26.0	26.1	26.0	26.0	B-3-b-CL	25.9	25.9	25.8	25.8
A-4-a-SL	2.6	2.2	2.1	1.8	B-4-a-SL				
A-4-b-S	5.5	5.5	5.5	5.5	B-4-b-S	4.1	4.1	4.0	4.1
A-5-a-S	2.6	2.7	2.8	2.8	B-5-a-S	0.7	0.8	0.9	0.9
A-5-b-CL	29.3	29.3	29.3	29.3	B-5-CL	30.1	30.1	30.1	30.1
A-6-a-S	3.4	3.7	3.9	3.8	B-6-a-S				
A-6-b-SL	16.4	16.5	16.5	16.6	B-6-a-SL	10.6	10.6	10.6	10.6
temperature (C)	14.0	23.7	24.3	20.8	temperature (C)	14.0	23.7	24.3	20.8

下層이 SL 또는 S이고 上層이 CL인 경우; 下層이 CL이고 上層이 SL인 裸地區에서의 含水比의 變化幅은 0.2%이고 草地區에서는 1.0%이며 下層이 S이고 上層이 CL인 裸地區에서는 그 變化幅은 0.1% 草地區에서는 0.3%이었다.

下層이 CL 또는 S이고 上層이 SL인 경우; 下層이 SL이고 上層이 CL인 裸地區의 含水比의 變化幅은 0.0%이고 草地區에서는 0.4%이며 下層이 S이고 上層이 SL인 裸地區에서는 그 變化幅은 0.4%이고 草地區에서는 0.5%이었다.

下層이 CL 또는 SL이고 上層이 S인 경우; 下層이 CL이고 上層이 S인 裸地區의 含水比의 變化幅은 0.1%이고 草地區에서도 0.1%이며 下層이 SL이고 上層이 S인 裸地區에서 그 變化幅은 0.0%이고 草地區에서는 0.1%이었다.

2) 구름낀 날(10月 20日: 표3 및 그림3 參照)

下層이 SL 또는 S이고 上層이 CL인 경우; 下層이 SL이고 上層이 CL인 裸地區의 含水比의 變化幅은 0.5%이고 草地區에서는 0.9%이며, 下層이 S이고 上層이 CL인 裸地區에서는 그 變化幅은 0.1%이고 草地區에서는 0.3%이었다.

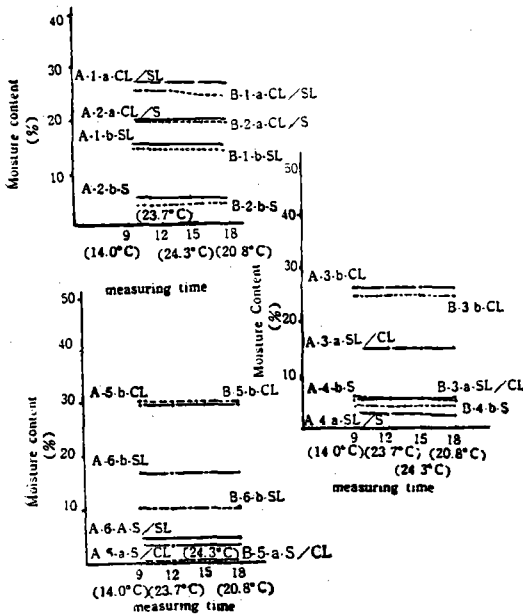


Fig. 3. Soil moisture content(%) 3 hour intering a cloudy day (Selected date: Oct. 20, 1972)

下層이 CL 또는 S이고 上層이 SL인 경우; 下層이 CL이고 上層이 SL인 裸地區에서의 含水比의 變化幅은 0.1%이고 草地區에서는 0.9이며, 下層이 S이고 上層이 SL인 裸地區에서의 含水比의 變化幅은 0.8%이고 草地區에서는 Cell에 異常이 생겨 測定值을 얻지 못하였다.

下層이 CL 또는 SL이고 上層이 S인 경우; 下層이 CL이고 上層이 S인 區에서의 含水比의 變化幅은 裸地區 草地區에서 共히 -0.2%이었으며 下層이 SL이고 上層이 S인 裸地區에서의 그 變化幅은 -0.4%이었으며 여기서도 草地區에서는 Cell異常에 依하여 測定值을 얻지 못하였다.

以上에서와 같이 土壤水分의 消失에 對한 變化幅은 1日間에서 맑은날과 구름진날에 따라 差異가 있음을 發見할 수 있으며 1日間의 時間에 따르는 土壤含水比의 變化樣은 上層이 SL 또는 CL인 區에 있어서는 12~15時의 土壤含水比의 값은 最小로 되고 18時에 이르러 若干 回復하며 上層이 S인 區에 있어서는 反對로 12~15時에 最大를 이루고 18時에 이르러서는 도리어 若干떨어지는 傾向을 보여주고 있다. 또 1日間의 含水比 變化에 있어서도 一般적으로 草地區는 裸地區보다 그 水分消失變化幅이 큰 傾

向을 나타내고 있는데 이는 또한 全試驗期間의 變化狀況에서 言及한바있는 各試驗區間의 含水比變化幅에 對한 事實을 傍證할 수 있는 理由가 充分하다고 생각된다. 上層 土壤이 SL 또는 CL인 區에서의 그와 같은 含水比의 1日間의 變化特性은 下層이 SL 또는 S, SL 또는 S의 境遇를 생각할 수 있으므로 CL과 S는 SL보다 그것이 가질 수 있는 圃場容水量 또는 毛管水傳導度⁽⁶⁾ 蒸水態水分의 傳導度⁽⁷⁾⁽⁸⁾가 작으므로해서 上層으로부터 消失되는 蒸發散量 또는 濕發量이 下層으로부터 供給되는 水分을 彌補 增加하는 現象에서 오는 結果로 생각되며 上層 土壤이 S인 區가 12~15時에서 土壤含水比가 最大를 이룬것은 下層 土壤이 S보다도 圃場容水量 또는 毛管水傳導度⁽⁶⁾가 큰 SL 또는 CL인 境遇인 關係로 氣溫 上昇으로 因한 地溫 上昇에 依한 下層으로부터의 活潑한 蒸氣態水分의 供給量이 上層으로부터 消失되는 蒸發散量 또는 蒸發量을 어느程度 增加하는 現象으로 推定된다.

3. 土壤水分 消費狀況

앞에서의 研究에서는 試驗區가 降雨에 露出되는 露天狀態에서의 試驗結果까지도 包含한 것이나 여기서는 降雨의 影響을 받지 않게 하기 위해 Vinyl로 降雨 遮斷施設을 한後인 10月 3日부터 11月 2日에 이르는 期間의 3日間隔의 測定資料에 局限시켜 土壤水分의 變化量을 容積比로 나타내어 各試驗區의 積算土壤水分消費量을 살피고져 한다.

이 期間동안의 容積比로 나타난 各試驗區의 土壤水分變化狀況은 表 4와 같고 各試驗區의 積算土壤水分消費量을 算出한 바 그 結果는 그림 4와 같다.

표 4 및 그림 4를 살펴볼때 各試驗區의 積算土壤水分消費量은 10月 6日까지는 別로 큰 差를 나타내지 않았는데, 그以後에는 時日이 經過함에 따라 土壤水分消費가 相當히 進行하였으며, 特히 裸地區 보다는 草地區가 亦是 더 큰 값을 나타내는 傾向을 보여주고 있다. 積算土壤水分消費量을 成層種別로 보면 大體로 SL/CL區에서 39.0mm, SL/S區에서 34.0mm, CL/SL區에서 24.0, S/SL區에서 20.0mm, CL/S區에서 20.0mm, 그리고 S/CL區에서 10.0mm의 값을 나타냈는데 이들 값에 對하여 CL/SL區와 LS/CL區, S/SL區와 SL/S區 그리고 S/CL區와 CL/S區를 比較하여 볼때 CL/SL < SL/CL, S/SL < SL/S, 그리고 S/CL < CL/S이면서 그 差가 顯著함을 살펴볼때 圃場容水量이 적거나 毛管水 傳導도가 相對적으로 적은 土性의 土壤이 上層을 이루고 있다면 下層 土壤에 對한 mulching 效果⁽⁹⁾를 나타내고 있는

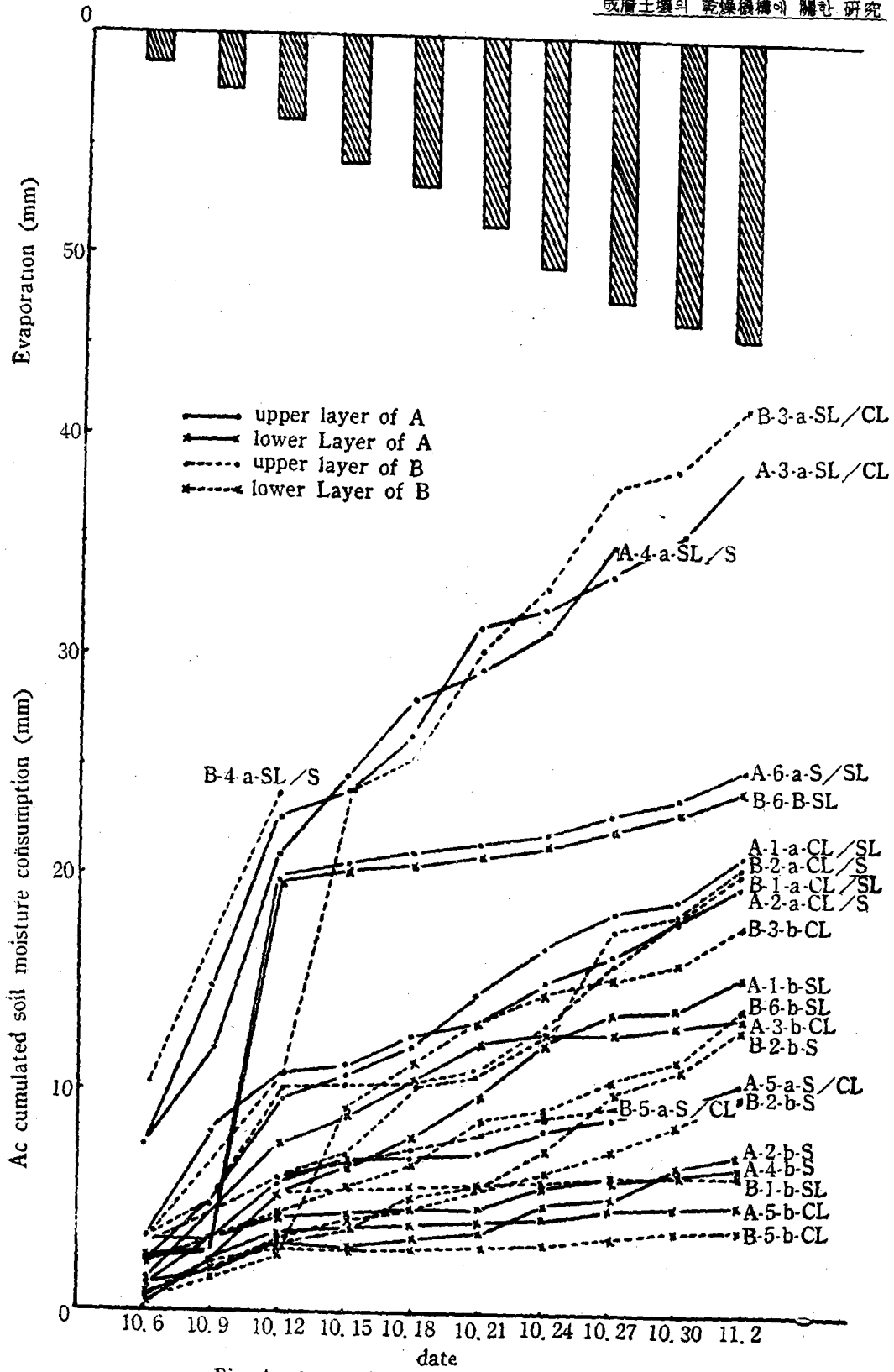


Fig. 4. Accumulated soil moisture consumption

Table 4. Soil moisture content(%) in volume at 3 day intervals during Oct. 3 Nov. 2, 1972

date treat	10.6	10.9	10.12	10.15	10.18	10.21	10.24	10.27	10.30	11.2
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
A-1-a-CL	37.68	37.13	36.45	36.44	36.42	36.31	36.28	36.19	36.10	35.76
A-1-b-SL	26.41	25.70	24.00	23.43	22.72	21.73	20.59	19.88	19.24	19.03
A-2-a-CL	30.14	29.04	28.22	28.22	28.11	27.81	27.67	27.26	26.72	26.30
A-2-b-S	8.51	8.11	7.58	7.78	7.18	7.05	6.30	6.38	5.59	5.19
A-3-a-SL	26.41	24.28	22.15	22.10	21.73	20.16	20.02	19.17	18.46	17.04
A-3-b-CL	41.10	39.46	37.81	37.26	36.31	35.48	35.35	35.21	35.08	34.92
A-4-a-SL	13.35	11.08	7.10	5.40	3.83	3.12	2.28	0.99		
A-4-b-S	8.11	7.58	7.58	7.58	7.32	7.32	6.78	6.65	6.41	6.38
A-5-a-S	4.92	4.79	3.99	3.72	3.65	35.9	3.19	30.6	2.98	2.53
A-5-b-CL	42.06	41.24	40.55	40.43	40.36	40.27	40.19	39.98	39.86	39.73
A-6-a-S	5.05	5.03	4.98	4.87	4.84	4.84	4.79	4.73	4.73	4.69
A-6-b-SL	32.38	32.35	23.86	23.73	23.48	23.29	23.15	22.72	22.29	21.73
B-1-a-CL	36.85	36.72	36.75	35.68	35.62	35.35	34.66	32.06	32.00	31.93
B-1-b-SL	23.57	22.72	21.30	21.23	21.18	21.18	21.06	21.03	21.00	21.00
B-2-a-CL	28.50	28.41	28.22	28.18	21.26	27.16	26.99	26.81	26.44	26.17
B-2-b-S	8.65	8.11	7.45	7.05	6.25	5.99	5.05	3.99	3.33	2.39
B-3-a-SL	14.91	13.35	12.21	9.37	9.37	7.81	7.10	5.25	5.25	4.69
B-3-b-CL	41.79	41.37	40.83	37.26	36.31	35.35	34.66	34.25	33.84	33.02
B-4-a-SL	6.39	3.69	1.14							
B-4-b-S	8.11	7.32	6.65	6.12	5.85	5.32	5.05	4.39	3.86	3.19
B-5-a-S	3.33	2.93	1.60	1.46	1.20	0.93	0.63	0.53		
B-5-b-CL	42.47	41.79	41.51	41.51	41.24	41.24	41.10	40.96	40.40	38.83
B-6-a-S										
B-6-b-SL	18.18	17.61	17.04	16.33	15.90	14.91	14.63	13.92	13.35	12.35
evaporation (mm)	5.4	6.90	7.60	9.20	5.70	9.70	8.40	7.50	4.90	4.30

것으로 생각된다. 反對로 圃場容水量이 크거나 毛管水 傳導度가 相對的으로 큰 土性의 土壤이 上層에 있게되면 그 土壤面으로 부터의 蒸發이 그 反對性質을 가진 土性의 土壤에 比하여 훨씬 旺盛하고 또 이로 因하여 乾燥가 빨리 進行함으로서 생기는 上層土와 下層土間의 큰 蒸氣壓差⁽⁴⁾에 依한 蒸發促進으로 總蒸發量은 더욱 많아지는 것으로 解釋된다.

4. 積算計器蒸發量과 積算土壤水分消費量의 關係

10月 3일부터 11月 2일에 이르는 積算計蒸發量에 對한 各試驗區의 積算土壤水分消費量의 比를 積算土壤水分消費率로 表示하여 6日間隔으로 整理하여 얻은 結果는 그림 5및 그림 6와 같다.

그림 5및 그림 6에서 보는바와 같이 積算土壤水分消費率은 草地區에서는 裸地區보다 土壤水分消費量이 크므로 裸地區보다 늘 큰값을 나타내며 어느

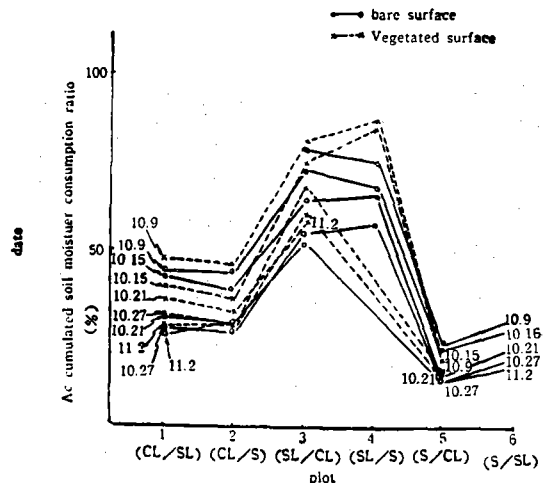


Fig. 5. Ratio of accumulated soil moisture consumption to gauge evaporation.

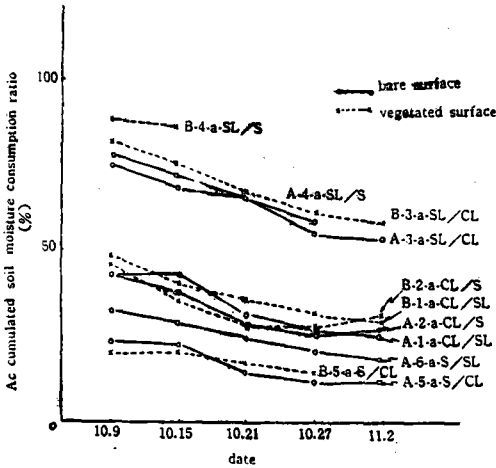


Fig. 6. Ratio of accumulated moisture consumption to gauge evaporation at six-day intervals.

試驗區를 莫論하고 時日의 經過에 따라 減少하는 傾向을 보였다.

試驗區別 初期의 積算土壤水分消費率은 주로 上層土壤의 土性에 左右되어 上層土壤이 SL인 區에서는 80% 内外 CL인 區에서는 45% 内外 S인 區에서는 25% 内外였고 後期의 積算土壤水分消費率은 下層土壤의 土性에 左右되어 下層土壤이 CL인 境遇보다는 SL인 境遇가, S인 경우보다는 CL인 境遇가 그 消費率의 減少를 鈍化시키는 傾向을 보였다. 이와 같이 積算土壤水分消費率이 時日의 經過에 따라 減少하는 것은 土壤粒子가 가지는 土壤水分이 減少됨에 따라 水分이 더욱 強한 張力으로 蒸發에 對抗하여 固着하고 있는 것⁽⁴⁾으로 解釋되며 한편 草地造成은 뿌리에 依한 後期土壤水分消費率을 보다 높이는 데 좋은 方法으로 생각된다.

IV. 結 論

以上の 試驗結果를 綜合하여 볼때 成層土壤에서의 乾燥機構의 特徵은 單一土層의 土壤에서의 그것과 比較할때 다음과 같이 말할 수 있을 것이다.

單一土層의 土壤에서는 그 土性如何를 不拘하고 그 乾燥進行에 있어서 土性에 依한 緩速이란 差異는 있으나 土壤面의 蒸發 및 地溫昇降에 依한 內層의 毛管水 및 蒸氣態水分의 供給衰退 또는 毛管水消滅이란 過程을 通하여 心土層으로 移行하는 單純한 過程을 보이고 있는 것이다⁽⁴⁾⁽¹¹⁾⁽⁸⁾⁽¹⁴⁾ 成層土壤에서의 乾燥進行은 單一土層의 土壤類型에서의 그와 같은 乾燥過程을 呑으면서도 上下土層의 土性差

異로 말미아마 土層土壤의 乾燥進行은 下層土壤의 土性에 依한 影響을 크게 받는다는 事實이다⁽⁴⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁶⁾ (14). 勿論 土層土壤의 土性이 下層土壤의 乾燥에 미치는 影響도 看過할 수 없기는 하지만 特히 下層土壤의 土性이 지닐수있는 圃場容水量의 大小 및 毛管水傳導度의 大小는 上層土壤의 乾燥進行의 緩速을 支配하는 重要한 要因이 된다는 事實이다⁽⁴⁾. 即 上層土壤의 土性(S 또는 CL)이 下層土壤의 것(SL)보다 그 毛管水傳導度가 작은 경우에는 그 上層土壤은 그 下層土壤에 對한 mulching 作用과 같은 蒸發抑制作用⁽⁴⁾을 나타내고 이와 反對로 下層土壤의 土性(S 또는 CL)이 上層土壤의 것(SL)에 比하여 圃場容水量 또는 毛管水傳導度가 작은 경우에는 이 값이 작은 土性의 경우일 수록 上層土壤으로 向하는 毛管水供給이 보다 速히 切斷되는 關係로 上層土壤의 乾燥는 單一土層의 土壤의 경우 보다 더 빨리 進行한다고 推定할 수 있다.

V. 摘 要

이와같은 方法에 依하여 얻은 몇가지 試驗結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 어느 試驗區를 莫論하고 乾燥進行은 表層으로부터 始作하여 下層으로 向하며 下層土보다는 上層土가 裸地區보다는 草地區가 그 進行速度가 좀 빠른 傾向을 나타냈다.

2. 乾燥過程에 降雨가 있으면 土壤水分은 降雨浸透經路를 通하여 圃場容水量 또는 水分當量 附近으로 回復하고 있다.

3. 成層土壤에서 下層土의 土性이 上層土의 乾燥에 미치는 影響은 다음과 같이 說明된다.

가. 下層土가 S이고 土層土가 CL 또는 SL인 경우에 이 CL 또는 SL의 乾燥는 圃場容水量이 적은 下層의 S가 어느程度 毛管水供給의 遮斷層이 되어 下層土가 SL 또는 CL로 되었을 때보다 훨씬 乾燥가 빨리 進行하며 CL보다는 SL쪽이 顯著하게 빨리 乾燥한다.

나. 下層土가 SL이고 上層土가 S 또는 SL인 경우에 이 S 또는 CL의 乾燥는 圃場容水量이 比較的 크고 또 毛管水傳導도 比較的 圓滑한 下層의 SL로 因하여 그 進行速度가 가장 완만하며 S보다는 CL쪽이 더 빨리 乾燥하는 傾向이다.

다. 下層土가 CL이고 上層土가 S 또는 SL인 경우에 이 S 또는 SL의 乾燥는 圃場容水量이 가장 크나 毛管水傳導度가 가장 느린 下層의 CL로 因하여 그 進行速度가 比較的 빠른 便이며 S보다는 SL쪽이

더 빨리 乾燥하는 傾向이다.

4. 上層土壤 및 下層土壤에서의 含水比에 對한 1日 間의 時間的 變化를 보면 上層土壤이 CL 및 SL에 있어서는 氣溫이 上昇하는 12~15時 사이까지는 含水比가 減少되고 18時 以後부터는 若干 回復하는 傾向을 보이는데 이에 反하여 S에 있어서는 氣溫이 上昇하는 12~15시에 含水比가 Peak點을 이루는 傾向을 보였으며 下層土壤에서의 含水比는 CL, SL 및 S 모두 氣溫上昇에 따라서 若干減少하는 傾向을 나타냈고 구름건날의 含水比의 變化는 CL, SL 및 S 共히 맑은 날에 比하여 若干 작은 傾向을 보였다.

5. 積算計器蒸發量에 對한 積算土壤水分消費率은 一般的으로 華地區가 裸地區보다 큰 傾向을 보였으며 時日의 經過에 따라 그 率이 減少하는 傾向을 보였고 또 그것은 初期에는 主로 上層土壤의 土性에 左右되고 後期에는 下層土壤의 土性에 많이 左右되는 傾向이었다.

6. 積算土壤水分消費率은 下層土가 SL 또는 S이고 上層土가 CL인 境遇에 下層이 SL인 境遇가 S인 경우보다 變化幅에 컸으며, 下層이 CL, 또는 S이고 上層이 SL인 境遇는 가장 큰 값을 나타냈는데 下層이 CL인 境遇의 그 값은 S인 경우보다 若干 큰 傾向을 보였다. 또한 下層이 CL 또는 SL이고 上層이 S인 경우는 위에 말한 두 경우보다도 작은 값을 보였으며 下層이 CL인 境遇가 SL인 경우보다 더욱더 작은 값을 나타내는 傾向을 보였으며, 即 本試驗에서의 土壤水分 消費率은 大體로 SL/CC > SL/S > CL/SL > CL/S > S/SL > S/CL > 의 順位로 되었다

引用文獻

1). Abichandani, C.T; Krishnan,A; Bhatt,P.N (1967): Some observationson soil moisture changes in arid zone soils.
 Jour. Indian Soc. Soil Sci. 15: 7-15

2). Harris, F.S.H.W. Turpin(1917): Movement and distribution of moisture in the soil.
 Jour. Agr. Res, 10: 113-155

3). Keen, B.A(1927): The limited rold of capillary-ing water to plant roots.
 Pros. Ist Intern. Congr. Soil Sci, 1: 504-511

4). King, F.H (1907): Textbook of the physics of agriculture.

Madison, Wis: 161-203

5). Lebedeff, A.F(1927): Tht movement of ground and soil waters.
 Proc. 1st Intern. Congr. Soil Sci, 1: 459-494

6). Loo.H.Y; Jan.A· F; Shieh, C.H(1965): Experimental investigation of upward movement of soil water in layered systems.
 Acta Pedol. Sin, 13:312-324

7). Moore. R.E(1939): Water conduction from shallow water tables.
 Hilgardia, 12: 383-426

8). Richards, L.A(1928): The usefulness of capillary potential tos oil moisture and plant investigations.
 Jour. Agr. Res,37: 719-742

9). Vehimeyer, F.J; A.H.Hendrickson(1928): So il moisture at Permanent wilting of plants
 Plant Physiol, 3: 355-357

10). Wollny, E(1885): Untersuchungen uber die Kapillare Leitung des Wassers in Boden.
 Forsch. Gebiete Agr-Phys. 7: 269-308, 1884. 8: 206-220

11). 白井清恒(1965): 溫度勾配のあるときの 土壤水分の 移動について.
 土壤物理研究, 2: 10-15

12). 寺澤西郎(1996): 土壤斷面における 水分の 移動形態.
 土壤物理研究, 3: 21-26

13). 西出勤(1965): 有効土壤水分の 保水機構ついて.
 土壤物理研究, 2: 23-27

14). 田淵俊雄 外 6人(1970): 新期火山性 成層土における 水分移動に 關する 研究(第 1報)
 農土論集, 31: 1-9

15). 中野政詩(1970): 新期火山性 成層土における 水分移動に 關する 研究(第 2報)
 農土論集, 31: 10-16

16). 中野政詩 外 2人(1970): 新期火山性 成層土における 水分移動に 關する 研究(第 3報)
 農土論集, 31: 17-24

17). 横田廉一外 1人(1965): 札幌における 農耕 期間中, 土壤水, 變動.
 土壤物理研究, 2: 2-6