敷藁の效果に對する微氣象的研究*

大 後 美 保・丸 山 榮 三

(中央氣象臺)

Micro-meteorological study on the effect of straw-matting.

Y. DAIGO & E. MARUYAMA

(Central Meteorological Observatory)

第 1 表

1. ま え が き

種子を播いた時に、また、まだ作物が幼い時に、その上に敷藁を敷いて寒さの害を防ぐことは、ふつうによく行われている。この場合、いいかげんに敷藁を敷いているのでは充分その効果をあげることができない。それで敷藁をすると地温がどのようにかわり、どのくらいの寒さの時にはどのくらいの厚さの敷藁を敷くのがよいか、また敷藁は日中とりはずした方がよいかどうか、などについて埼玉縣大和田町の圃場で微氣象的に調べてみた。

2. 日 中 敷 藁 を と り は ず す こ と の 效 果

天氣の良い日には日中敷藁をとりはずすと、地面が日射を吸収するので、それだけ夜間、敷藁の下地温を高く保つことができると考えられる。このことについて實際どのくらい効果があるかを厚さ約 10cm の敷藁について調べてみた。まず 9 時 30 分から 16 時まで敷藁をはずしたところ (半敷藁) と、敷藁を一日中かぶせたままのところと、裸地とについて、それぞれ最低地面温度を 1951 年 2 月 22 日から 3 月 15 日にかけて毎日観測した。その結果は第 1 表に示すとおりで、この表をみると、敷藁を敷いたままのものより半敷藁の方が地面温度は高く、平均して敷藁を敷いたままの地面温度は裸地の地面温度より 5.6°C 高いのに對して、半敷藁の地面温度は 7.8°C 高く、敷藁を敷いたままのところより、半敷藁のところの方が最大 5.8°C、平均して約 2°C 高いことがわかる。

また 1951 年 3 月 4 日 8 時から 5 日 4 時にかけて毎時に観測してみた。その結果をみると、敷藁をとつたところの方が、敷藁をしたままのところの地面温度よりも、日射が直接地面に當つている時には特に高く、18°C 以上も高くなり、朝方の 4 時にも約 4°C ほど高くなっている。

期 日	裸 地	敷 藁	半 敷 藁
2 月 22 日	-0.3	1.7	4.1
23	-0.7	3.8	5.8
24	0.2	5.2	6.8
25	0.2	2.2	4.2
26	3.1	4.2	4.1
27	-1.3	4.8	5.6
28	-0.9	2.7	3.8
3 月 1 日	3.1	4.0	4.0
2	5.8	7.6	7.9
3	-0.7	4.6	4.6
4	-4.0	2.0	3.5
5	-1.2	1.6	3.3
6	-0.3	2.8	
7	3.8	3.4	4.2
8	0.3	5.2	5.6
9	1.7	-1.0	4.8
10	2.8	4.8	6.6
11	-0.5	6.6	7.4
12	5.1	7.9	9.3
13	-1.5	0.9	2.2
14	-1.7	3.4	5.0
15	-0.7	5.8	6.7
平 均	0.6	5.6	7.8

以上の観測結果からみると、いずれにしても天氣の良い時はなるべく敷藁をとりはずした方がよいということが明かに認められる。また敷藁を日中とりはずすことは、補温の意味からばかりでなく、作物の生理の上からみても、同化作用を盛にし、耐寒性を強めるのでよいといえる。

3. 敷 藁 の 效 果 と 敷 藁 の 厚 さ と の 關 係

1950 年 12 月 21 日から 1951 年 1 月 1 日にかけて厚さ 11cm 及び 18cm に敷いた敷藁の表面と、敷藁の下地面の温度と、裸地の地面温度とを観測した。この観測結果は第 1 圖に示すとおりである。

敷藁の表面の温度は敷藁の厚さによりちがいが、厚さの

* 昭和 26 年 11 月 4 日、臨時總會にて発表。

第 1 圖

— 厚さ 18cm の敷藁の下の地面温度 straw matted 18cm thick
 - - 厚さ 11cm の敷藁の下の地面温度 straw matted 11cm thick
 — 裸地 Uncovered ground
 露場 Observation field

厚い方が最高温度は高くなり、日較差が大きくなる傾向が認められる。これは敷藁が厚いほど土の影響を受けることが少く、土にくらべると藁は比熱が小さいので、日中日射により容易に昇温し、また夜間は容易に温度が下るからである。また敷藁の下地面温度は、裸地の地面温度よりはるかに高く、しかも敷藁が厚い方が裸地の地面温度より更に高くなっている。厚さ 11cm の敷藁の下地面温度は裸地の地面温度より $7.8 \pm 2.7^\circ\text{C}$ 高く、厚さ 18cm の敷藁の下地面温度は、裸地の地面温度より $9.2 \pm 2.9^\circ\text{C}$ 高くなっている。

今敷藁の表面の温度を y 、その振幅を A とし、 y と A との間に、 $y = A \sin nt$ という関係があるとするならば、 $X\text{cm}$ 下の温度の日変化は次の式で表わされる。

$$y = Ae^{-\frac{X}{K}\sqrt{\frac{n}{2}}} \sin\left(nt - \frac{X}{K}\sqrt{\frac{n}{2}}\right)$$

厚さ X が増すにしたがって振幅は小さくなり、その小さくなり方は $Ae^{-\frac{X}{K}\sqrt{\frac{n}{2}}}$ で示される。それで深さ X のところの温度の日較差を R とすれば、 R は次式で與えられる。

$$R = 2Ae^{-\frac{X}{K}\sqrt{\frac{n}{2}}} \dots\dots\dots(1)$$

この式を書きかえる次のようになる。

$$\frac{X}{K}\sqrt{\frac{n}{2}} \log e = \log 2A - \log R \dots\dots\dots(2)$$

第 2 表より厚さ 11cm 及び 18cm の敷藁の $(\log 2A$

$-\log R)$ をそれぞれ求めると次のようになる。

敷藁の厚さ	$\log 2A - \log R$
11cm	0.6498
18cm	1.0111

この値を (2) 式に入れて K を求めると、厚さ 11cm の敷藁の時には 0.044、厚さ 18cm の敷藁の時には 0.046 となり、平均して 0.045 という値が得られる。

(2) 式に K の値を入れると次の式が求められる。

$$X = 17(\log 2A - \log R) \dots\dots(3)$$

この式を用いればどの

くらいの厚さの敷藁の時には、敷藁上の温度較差から敷藁下の温度較差を求めることができる。しかし我々は、敷藁の下地面温度を或る温度以下に下らないようにするにはどのくらいの厚さの敷藁を敷かなければならないかということが最も知りたいのである。ところで敷藁上部の温度の日較差 (X_1) と、裸地面の温度の日較差 (y_1) との関係を考えてみると、

$$y_1 = 0.57 X_1 + 7.0 \quad \pm 2.3^\circ\text{C}$$

また敷藁下の温度の日較差 (X_2) と敷藁下の最低温度 (y_2) との関係を考えてみると

$$y_2 = 2.8 - 0.52 X_2 \quad \pm 0.5^\circ\text{C}$$

という関係が求められ、いずれも兩者の間にかかなり密接な関係が認められる。それで敷藁上部の温度の日較差を用いるかわりに、裸地の地面温度の日較差を用い、また敷藁下の地面温度の日較差を用いるかわりに、敷藁下の最低地面温度を用いて、これらと敷藁の厚さとの関係を求めると第 2 圖のような圖が求められる。この圖を用いれば、敷藁下の最低温度を或る温度以下に下らないようにするには、敷藁の厚さをどのくらいにすればよいかということを裸地面の温度の日較差から求めることができる。

この場合に、敷藁上部の温度の日較差を用いるかわりに、裸地面の温度の日較差を用いることによる温度の誤差は、 $\pm 2.3^\circ\text{C}$ で、これにより見積られる敷藁の厚さの

第2圖 裸地の地面温度の日較差
Diurnal range of the earth surface temperature
in the uncovered ground

誤差は $\pm 2\text{cm}$ 以下である。また敷藁下の温度の日較差のかわりに、敷藁下の最低温度を用いることによる温度の誤差は 0.5°C で、これにより見積られる敷藁の厚さの誤差は $\pm 1\text{cm}$ 以下である。それで、裸地面の温度の日較差がわかれば、敷藁下の温度が或る温度以下に下らないための敷藁の厚さを求めることができることになる。しかしこの場合、裸地面の温度の日較差を求めるには、最高温度は實測し、最低温度は豫想から求めなければならない。

また第2圖を利用すればいつ頃はいくらの厚さに敷藁を敷けばよいかということを知ることもできる。

Résumé

In this paper, we studied the effect of straw-matting in the winter season.

On the comparing with the case of being covered with straw-matting all the day long and the case of being uncovered in day time, as shown Fig. 1, it was made clear that in the latter the minimum ground surface temperature is higher about 2°C on the mean and 5.8°C on the maximum than the former.

Then, it is very convinient, if we know that in the case of covering straw-matting, how much thick of straw-matting is desirable for the certain cold.

When the surface temperature of straw-matting is y and its amplitude A , if it is assumed that there is such a relationship as $y = A \sin nt$, the diurnal change of the temperature at $X\text{cm}$ depth, is shown as following formula.

$$Y = Ae^{-\frac{X}{K}\sqrt{\frac{n}{2}}} \sin\left(nt - \frac{X}{K}\sqrt{\frac{n}{2}}\right)$$

When the diurnal range of the temperature at $X\text{cm}$ depth is placed to R , it is

$$R = 2Ae^{-\frac{X}{K}\sqrt{\frac{n}{2}}}$$

The formula is transformed as following.

$$\frac{X}{K}\sqrt{\frac{n}{2}} \log e = \log 2A - \log R$$

On the straw-matting of 11cm thick and of 18cm thick, being calculated $(\log 2A - \log R)$ respectively and counted K from those values, K is about 0.045 .

Therefore, the following formula is obtained.

$$X = 17(\log 2A - \log R)$$

There are close relations between the diurnal range of the surface temperature of the straw-matting ($2A$) with the diurnal range of the surface temperature at the uncovered ground, and the diurnal range of the ground surface temperature under the straw-matting with the minimum ground surface temperature under the straw-matting.

From the above relations, in order to know that, when the diurnal range of the uncovered ground surface temperature is obtained, how much thick of straw-matting are desirable that the temperature under the straw-matting might not lower less than the certain temperture, the figure such as Fig. 2 was tried to make.