掛流灌漑による水稻の霜害防止の効果*

羽生 壽郎・津川 清治

(青森県農事試験場)

On the effect of frost protection of paddy rice by irrigation.

J. HANYU and K. TSUGAWA

(Aomori Agricultural Experiment Station)

1. ま え が き

畑作物や果樹、桑の霜害については今まで数多くの気象観測や、防止対策の実験が行われているが、水稻についてはまだ行われていないようである。水稻は晩霜の頃は苗代期或いは田植直後にあたり、凍結、結霜を起さないような温度の高い灌漑水により保護されており、又初霜の頃は既に収穫前後に達し、たとえ結霜しても被害は数えるに足りないような状態であり、その対策が軽視されていた。然し本年のような遅延型冷害の年には登熟が著しく遅れ、初霜による被害は冷害に拍車をかける結果となつた。

今まで霜害防止対策として普通考えられる方法は次の通りである。

- i) 燻煙法(燃烧法を含む)
- ii) 撒水法
- iii) 送風法
- iv) 被覆法
- v) 湛水法

これらの方法は対象とする作物の種類や時期によつて単独に、或いは幾つかの方法が組合されて行われる。然し v) を除く他の方法は広い範囲にわたり防霜効果をあげるのに多くの経費を要し、一般に普及実施され難い。

然るに水稻はその生育の大部分が湛水状態にあり容易に水をかけることが出来るので、落水後でも予め準備をしておけば、結霜が予想される場合に水を灌漑することは不可能でない。この方法により結霜を防ぐことが出来れば経費を要しない点、極めて有利である。

本年度は先ず結霜時の気温の垂直分布を観測したのでその結果を報告する。

2. 観測の時期及び方法

観測は昭和 29 年 10 月 10~11 日(22 時~6 時)と 10 月 26~27 日(20~6 時)の 2 回、当試験場圃場において行つた。

実験は掛流灌漑区、無灌漑区及び裸地区の 3 区とし、次の気象要素を観測した。

気温(地面上): 10, 20, 40, 60, 80, 100 cm (以上

* 昭和 29 年 12 月 3 日東北支部総会に於て発表

輻射覆をつける。裸地区は 100 cm の観測欠)

地温: 地表温(掛流灌漑区を除く)

水温: 水田水温, 流水温(掛流灌漑区のみ)

風速(地面上): 10, 20, 40, 60, 80 cm (附近 1 箇所)

風向

尚露場では同時に乾湿球温度、草上接地気温を観測した。

測器は棒状温度計、曲管地中温度計、理工研式小型ロビンソン風速計を使用した。

3. 観測結果と考察

観測当時の天気は第 1 図(気温分布線上部)及び第 1 表から明かなように、快晴・微風(1 回目, 80 cm の平均風速約 1.5 m/sec, 2 回目は 0.5 m/sec)で典型的な放熱型の気象下にあつた。

Table 1. Mean wind velocity in 2 minutes. (m/sec)

Date	Oct. 10~11					Oct. 26~27				
	10	20	40	60	80	10	20	40	60	80
Height cm										
Time										
21						0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
22	0.9	1.5	1.7	0.9	1.9	—	—	—	—	—
23	1.0	0.6	0.8	0.9	1.2	—	—	—	—	—
24	1.4	1.6	1.6	1.8	1.9	—	—	—	—	—
1	0.8	0.9	1.1	1.4	1.5	0.2	0.5	0.8	1.0	0.9
2	0.9	0.9	1.1	1.2	1.4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
3	1.0	0.9	1.1	1.2	1.2	—	—	0.2	0.1	0.5
4	0.8	1.6	2.0	2.2	2.4	—	—	—	—	—
5	1.0	1.0	0.9	1.1	1.1	—	—	—	—	—
6	0.3	0.2	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.6	0.7	0.8

温度の垂直分布は第 1 図の如く、観測中常に地表温が高く、灌漑水温との差が少なかったため、気温の上昇効果は予期したよりも少なかった。

気温の最低の位置は裸地で 20 cm、無灌漑区で 60 cm であるが灌漑区は 80 cm であつた。水稻生育区の 60~80 cm の気温が裸地より低いのは、水稻の輻射冷却によるもので、風の殆どない時に顕著であつた。

Fig. 1. Vertical distribution of temperature.

— Irrigation 灌溉 --- Non-irrigation Ground of no plant 裸地

灌溉による気温上昇効果は第1回目 40cm, 第2回 60cm 位の高さに達し, 平均 50cm 位迄は効果が認められる。

100cm 気温は水稻の上端から約 20cm 離れており, 齊一な条件下ではほぼ等しいと考えられるが(後述), 実際には稍違っていた(特に1回目)。水温の影響を受けない高さの気温が各区等しくないと, 昇温効果の限界がはつきりしないので, ここでは一応 100cm 気温が両区

等しいものと仮定しておく。そこで 100cm 気温と各高さの気温との差を 22 時~6 時の平均について図示すると第2図の如くなり(裸地は 100cm の観測をしなかったため, 80cm と他気温との差を示した), 昇温効果は水面に近い程大きく, 10cm で2回平均 1.3°C, 60cm で 0.4°C 高く, 稲体上端である 80cm 近くまで水温の影響を受けていることが分る。然し防霜効果を充分あげるためには燻煙法との併用が望ましい。

裸地における気温の垂直分布は第1図, 第2図の通り終始 20cm 附近に min. があり, 地表温は殆ど max. を示した。この型は梅谷¹⁾の観測中にもあり, この型の現われるのは天氣が良く, 風速の小さい時であつた。本観測中は快晴, 微風であり, 然も風の殆どない2回目の方がこの傾向が顕著であり, 梅谷の結果と符合する。

地表温の高いのは初霜の頃, 地中温度が高いことと, 日中の好天による地表附近の地温の上昇の影響であろうと思われる。従つて初冬の結霜時(快晴, 微風)の夜間の温度垂直分布型は大体本観測例のような型になるものと思われる。

掛流灌溉法に於ては水温, 流量が問題になる。本実験は急に企画したため導水が極めて困難で, 18.2m² の水田に 1m³/sec 内外の水を掛流しするのがやつとであつた。水温と気温との関係は第2表のように平均約 4°C 水温の方が高かつた。こ

Fig. 2. Temperature departure from air temperature at a height of 100 cm (°C).

Mean from 22h to 6h

— Irrigation 灌溉
--- Non-irrigation 無灌溉
..... Ground of no plant 裸地

れは灌漑溝の水量にも関係し、水量が多くなれば気温との差は更に開くことが予想される。又単に湛水よりも掛

Table 2. Comparison between water and air temperature. (Mean from 22^h to 6^h)

Date	Water temperature		Air temperature	
	Stream 流水温	paddy field 水田水温	100 cm 気 温	Obs. field 露場気温
Oct. 10~11	7.5°C	7.5°C	3.1°C	3.8°C
Oct. 26~27	9.5	9.5	5.1	5.9

流しの方が水温の低下を少くすると思われるが、今後の実験に於て確めたい。

100 cm 気温は同一条件下では等しいと仮定したが、2回の観測中殆ど無灌漑区の方が灌漑区より高かつたので他に何か原因があるのかも知れない。地温、水温の観測、更に水稻被害の測定（本実験中水稻には結霜はみられなかつた）等と共に、今後研究を進めたい。

参 考 文 献

- 1) 梅谷博貞：初霜期における地面附近の温度垂直分布について，産気調報，15 (1) 61, 1951.

Résumé

Our experiment was made in October 10-11 and 26-27, 1954, to see the effectivity of irrigation for protecting frost injury of paddy rice.

Observed elements are as follows:

Air temperature (Height: 10, 20, 40, 60, 80, 100 cm),

Earth-surface temperature,

Water temperature of paddy field and stream.

Wind velocity (Height: 10, 20, 40, 60, 80 cm)

Weathers of observed days were clear and calm or light breeze (Table 1). Vertical distribution of temperature are showed in fig. 1 and are ground inversion types have minimum temperature at a height of 20, 40 cm on the ground surface of no plant.

The effect of irrigation reached about 40, 60 cm in height. Air temperature at 100 cm on the irrigated paddy field was generally higher than that of the non-irrigation and this reason is unknown. But suppose both temperatures are equally, we can know the effect of irrigation in comparison of air temperature at 100 cm with at each height. This result is shown in fig. 2. From this figure it is seen that the effect of irrigation reached 60, 70 cm in height.

Therefore it is impossible that paddy rice keep perfectly from forming of frost by this irrigation method, but possible by using jointly the smoking or combustion method.

本 文 訂 正

10巻1.2号に重大な誤植がありましたので下記の如く訂正致します。尚この件に関し著者西内光氏に多大な御迷惑をおかけ致しましたことを深く御詫び致します。

(編集幹事 小沢行雄)

一 記 一

10巻1.2号61頁の標題「世界における最寒暖温線月等図と各種作物分布限界との関係」は

「世界における最寒暖月等温線図と各種作物分布限界との関係」

の誤りにつき御訂正下さい。

誤

正

61頁右段13行目 あられる場所… あら~~わ~~れる場所…

” 19行目 作物分布降界 作物分布~~降~~界

” 22行目 ある種の物の… ある種の~~物~~の…

” 27行目 作物界との… 作物~~界~~界との…