



Title	灌漑水温の上昇に関する研究（第6報）：ビニール障子を利用した遊水池の水温について
Author(s)	八鍬, 利助; 前田, 隆
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 2(4), 15-22
Issue Date	1956-11-18
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11612
Type	bulletin (article)
File Information	2(4)_p15-22.pdf



[Instructions for use](#)

灌漑水温の上昇に関する研究 (第6報)

ビニール障子を利用した遊水池の水温について*

八 歙 利 助
前 田 隆

Studies on the raising of the temperature of irrigation water
Report VI. On the temperature of water in warming pools
with vinyl frames

By

Risuke YAKUWA
Takashi MAEDA

Institute of Agricultural Meteorology,
Faculty of Agriculture, Hokkaido University

緒 言

北海道のような寒冷地においては、灌漑水温の上昇は甚だ大切である。近年その重要性が認識され各種の水温上昇方法の研究が盛んに行われている。筆者等は前に、黒色亜鉛板水槽、ならびに迂回路による水温上昇試験の報告を行つたが、1955年模型遊水池を作り、ビニールを利用した水温上昇試験を行つたので、その概略について報告する。

実 験 方 法

1. 実験区の概要

実験区は札幌市、北海道大学農学部附属第1農場に設置した。実験区の種類は次の通りである。

(1) 標準区

1.5 × 10.8 m² の短冊型の水田で水路の水を直接灌漑する。

(2) ビニール障子被覆区

標準区と同面積の水田に遊水池を付設する。遊水池は面積 150 × 210 cm²、深さ 20 cm の浅い木

製の水槽を用い、その底部、側部に黒色ビニールを張り、これに深さ約 15 cm の水を水路から取入れ、遊水池を南面に 4° 傾斜させた透明ビニール障子で被覆した。

(3) ビニール障子浮掩区

水田、遊水池はビニール障子被覆区と同様であるが、遊水池にビニール障子を浮べた。

大要は写真 1、第 1 図を参照されたい。

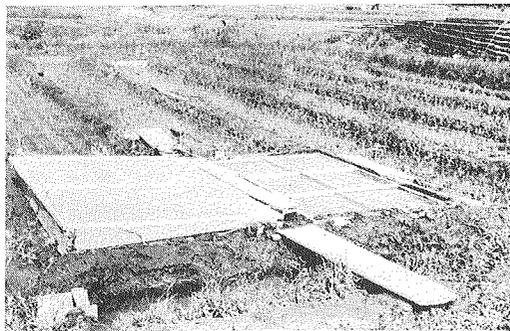
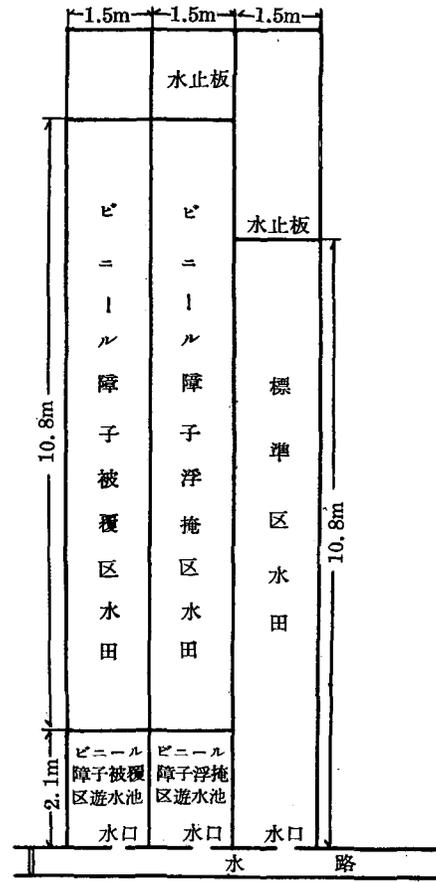


写真 1. 左より右へ
ビニール障子被覆区
ビニール障子浮掩区
標準区

* 北海道大学農学部農業気象学教室報告 第 12 号



第1図 実験区

2. 灌漑方法

(1) 標準区

水路の水を10時半と16時半頃の2回灌漑し水田水深を約5cmとなるようにした。

(2) ビニール障子被覆区, ビニール障子浮掩区

遊水池で貯水して水温を上昇せしめた水を標準区と同時刻に5本のゴムホース(内径1.5cm)でサイフォン式に灌漑し, 水田水深を約5cmとなるようにした。

3. 測定項目

(1) 水路水温

(2) 標準区

水田水温(3cm), 地温(2, 5, 10, 20cm), 測定位置は水口より1mの所である。

(3) ビニール両区

遊水池内の表層, 中層, 底部水温, 水田水温,

地温(標準区と同じ), 遊水池内の水温垂直分布, ビニールの日射透過率

(4) 各区水田の灌漑前後の水温水平分布

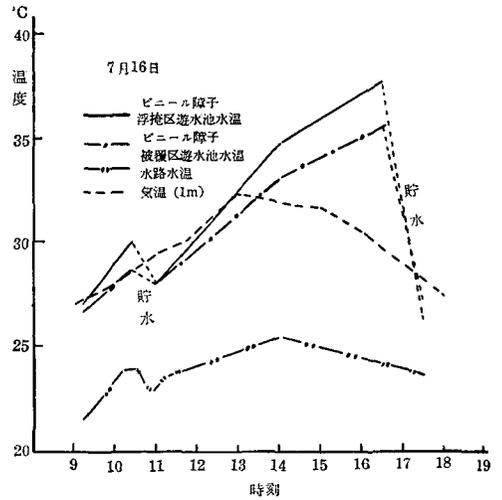
(5) 一般気象(気温, 日射量, 湿度, 風速, 雲量, 天気)

実験結果および考察

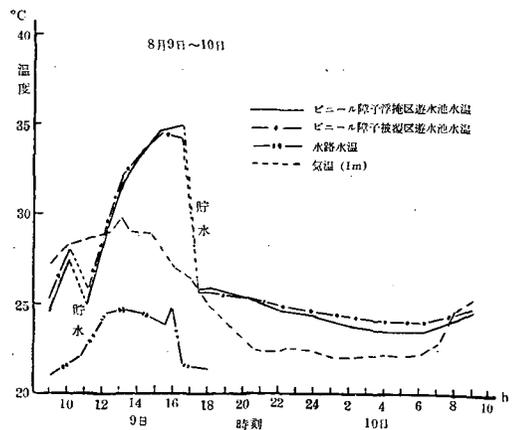
実験期間は1955年6月10日より8月10日までの2ヶ月間で, 8月9日には昼夜観測を行った。ここでは代表的な日を選び時期別に水路水温, 遊水池水温, 各区水田水温等について述べることにする。

1. 水路水温と遊水池水温

水路水温, 遊水池水温及び気温の変化を第2図, 第3図および第1表に示した。



第2図 水路水温と遊水池水温



第3図 水路水温と遊水池水温

第1表 水路水温と遊水池水温

月日	時刻 (時分)	水路水温		ビニール障子被覆区遊水池		ビニール障子浮掩区遊水池			气温 (°C)	備考	
		水路水温 (°C) A	水温上昇 (°C)	中層水温 (°C) B	水温上昇 (°C)	水路水温 との差 (°C) B-A	中層水温 (°C) C	水温上昇 (°C)			水路水温 との差 (°C) C-A
7.2	9.13	16.8	—	23.2	—	6.4	23.2	—	6.4	25.2	貯水
	10.15	18.2	1.4	25.0	1.8	6.8	25.3	2.1	7.1	26.0	
	11.40	19.0	0.8	24.4	-0.6	5.4	24.4	-0.9	5.4	26.9	
	13.33	21.1	2.1	28.1	3.7	7.0	28.9	4.5	7.8	30.0	
	15.02	21.5	0.4	30.4	2.3	8.9	31.3	2.4	9.8	30.1	
	16.10	21.8	0.3	31.3	0.9	9.5	32.3	1.0	10.5	28.7	
	17.20	21.5	-0.3	24.7	-6.6	3.2	24.6	-7.7	3.1	27.0	
7.9	9.15	19.0	—	24.9	—	5.9	23.2	—	4.2	27.4	貯水
	10.25	20.5	1.5	26.1	1.2	5.6	25.6	2.4	5.1	27.7	
	11.45	21.3	0.8	25.5	-0.6	4.2	25.3	-0.3	4.0	27.4	
	13.05	23.7	2.4	28.3	2.8	4.6	28.8	3.3	5.1	28.0	
	15.05	22.3	-1.4	30.6	2.3	8.3	31.4	2.6	9.1	27.2	
	16.15	22.0	-0.3	31.1	0.5	9.1	31.9	0.5	9.9	27.2	
	17.10	21.9	-0.1	25.0	-6.1	3.1	25.2	-6.7	3.3	27.0	
7.20	9.00	19.2	—	26.0	—	6.8	25.2	—	6.5	26.5	貯水
	10.12	21.9	2.7	28.4	2.4	6.5	28.9	3.2	7.0	28.1	
	11.35	22.8	0.9	28.8	0.4	6.0	27.8	-1.1	5.0	29.8	
	13.50	24.7	1.9	33.3	4.5	8.6	34.1	6.3	9.4	30.9	
	16.03	23.1	-1.6	35.1	1.8	12.0	35.8	1.7	12.7	28.0	
	17.17	22.4	-0.7	25.6	-9.5	3.2	25.6	-10.2	3.2	26.8	
	7.23	9.20	20.2	—	24.7	—	4.5	25.2	—	5.0	
10.20		20.9	0.7	25.9	1.2	5.0	27.0	1.8	6.1	25.3	
11.17		21.0	0.1	23.6	-2.3	2.6	23.8	-3.2	2.8	26.2	
14.30		23.9	2.9	28.9	5.3	5.0	30.0	6.2	6.1	29.6	
16.00		22.4	-1.5	30.2	1.3	7.8	31.1	1.1	8.7	27.0	
16.55		21.9	-0.5	24.0	-6.2	2.1	24.3	-6.8	2.4	26.8	
7.29		9.00	23.0	—	28.5	—	5.5	28.6	—	5.6	29.5
	10.15	22.5	-0.5	31.4	2.9	8.9	31.2	2.6	8.7	30.1	
	11.05	21.2	-1.3	24.4	-7.0	3.2	23.8	-7.4	2.6	30.3	
	14.25	22.4	1.2	28.8	4.4	6.4	28.8	5.0	6.4	26.6	
	16.00	21.4	-1.0	29.0	0.2	7.6	29.1	0.3	7.7	25.4	
	16.57	20.6	-0.8	23.1	-5.9	2.5	22.7	-6.4	2.1	25.1	

(1) 水路と遊水池の水温比較

第2図、第3図および第1表の結果より見るとビニール両区遊水池の水温は水路水温に較べて相当高温である。10時半の灌漑時においては、その温度差はあまり大きくないが、16時半の灌漑時においては水温差は非常に大きくなる。7月16日（第2図）、8月9日（第3図）においては16時半頃13°Cの差を生じ、

その他の日でも10°C内外の差がある。その理由として、遊水池水温は11時貯水後、水温の上昇度が大きく14時以降においてもなお上昇を続ける。しかるに水路水温は14時頃を境として下降するためである。

遊水池水温は17時の貯水で急激に低下する。遊水池水温は晴天で日射の強い時には昇温が大きく、雲が多く日射の少ない日は昇温が小さい。これは第2表と第

第2表 日射量 (Cal/hour)

時 月日	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10 ~11	11 ~12	12 ~13	13 ~14	14 ~15	15 ~16	16 ~17	17 ~18	18 ~19	19 ~20	1日 合計
7. 2	2	9	17	35	43	49	56	61	45	51	45	38	24	13	4	1	493
7. 9	3	15	28	36	43	52	60	62	60	51	25	29	21	11	3	0	499
7.16	1	11	26	36	48	56	62	65	61	55	48	34	24	11	4	0	542
7.20	1	8	20	32	43	50	58	56	55	50	44	36	23	10	3	0	489
7.23	0	6	11	18	29	29	42	47	38	49	42	28	10	6	3	0	358
7.29	0	1	7	27	16	43	38	29	40	34	15	13	11	3	0	0	277
8. 9	0	6	20	33	43	51	55	58	56	51	43	33	22	8	1	0	480

1表, 第2図, 第3図を比較して見れば明らかである。

第2図において11時前水路水温が下降しているのは, 貯水のために水路源より大量の低温水を流したためであつて, 他の日においてもこの傾向は認められる。

第3図で水路水温が18時以降図示されていないのは, この頃より農場が用水不足となり揚水を止められ観測できなかつたためである。この図で16時頃の水路水温が一時的に高温となつているが, これは一時停止していた揚水を開始直後測定したため, 水路に残留していた温水の温度を測定したからであろう。

(2) ビニール両区遊水池の水温比較

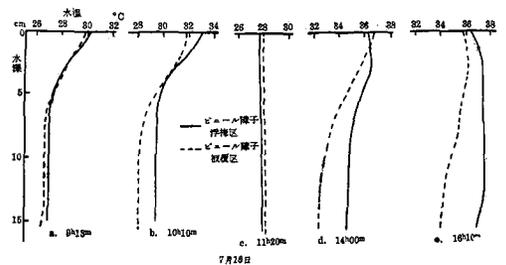
昼間においては, ビニール障子浮掩区の遊水池水温は, ビニール障子被覆区のそれより概して高温である。しかし7月9日等二, 三日には午前中のみ被覆区遊水池水温の方が高温を示した時もある。これは水深が浮掩区に較べて浅いためであつて, 午後においては常に浮掩区の方が高温であつた。その理由は被覆区遊水池は日射の照射時間が長くなるとビニール障子と水面との間隙空気中に水面から蒸発が行われること, またそのために水蒸気が凝結してビニールに水滴がついて日射透過率が落ちてくることの二つであると思われる。

また, 例外として8月9日は被覆区の方が高温である。この日は水深が被覆区が1cm以上浅かつたため浮掩区より高温を示したものであろう。しかし後に述べる水温上昇の熱効率より見ると, 条件が同一となれば当然浮掩区の方が高温となるはずである。

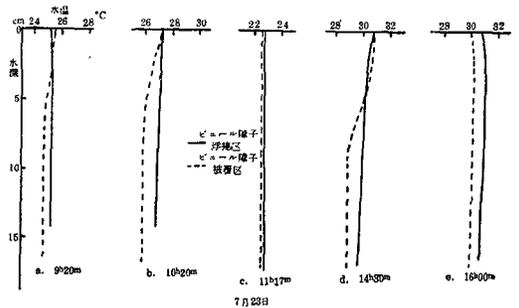
夜間においては, 第3図から解るように, 被覆区遊水池水温の方が, 浮掩区のそれより少しく高温であると思われる。その理由は, 被覆区は遊水池の水とビニール障子との間隙の空気が, 放熱を弱めるのに対し, 浮掩区はビニール障子より直接放熱するためであろう。

2. 遊水池水温の垂直分布

遊水池水温の垂直分布の一例を第4図, 第5図に示した。測定はほぼ中央付近で行つた。



第4図 遊水池水温垂直分布



第5図 遊水池垂直分布

7月16日(第4図)について考察して見よう。

9時13分(a図)……浮掩区も被覆区も日射のために表層が中層以下より高温となつている。これはビニール障子によつて蒸発が抑制されているためであろう。平均水温は浮掩区が, 被覆区より0.3°C高い。

10時10分(b図)……浮掩区は太陽高度が高くなるので日射透過率, 日射吸収量および水底の日射吸収量が多くなり, 表層と中層以下との水温差は9時13分に較べ小さくなる。被覆区は前述のように日射透過率が落ちてきて日射吸収量, 水底の日射吸収量が多少少

くなるためと、ビニール障子と水面との間隙空気が温められて、これより表層に熱を伝達するためとの二つの理由により、表層と中層以下との水温差が9時13分に較べ大きくなると思われる。両区とも蒸発はビニール障子によつて抑制されている。平均水温は浮掩区が被覆区より0.7°C高く、9時13分に較べその差が大きくなつている。

11時20分(c図)……貯水のために両区とも表層と中層以下とは殆んど同一温度となる。平均水温は浮掩区が0.2°C被覆区より低くなる。

14時00分(d図)……両区とも日射と蒸発抑制のために、表層と中層以下との間に再び水温差を生じている。平均水温は浮掩区が被覆区より1.4°C高くなる。

16時10分(e図)……浮掩区は中層部が最高温を示し、表層、底部が低い。しかしその差は僅少である。被覆区では表層より少し下の部分が高温で、それより下方に向つて漸次低温となつている。しかし14時に較べ表層と底部との差は小さくなつている。両区とも表層より約3cm下方が最高温を示すのは、16時頃では気温が遊水池水温より低く日射も漸次弱まつているので浮掩区ではビニール面より放熱し、またビニール障子間の間隙より僅かながら蒸発しているためであろう。被覆区では水面とビニール障子との間隙空気層を通してビニール面より放熱し、また水面から間隙空気中に蒸発が行われるためであろう。即ちこの時刻前後はなると著しく熱効率が悪くなる。これを見ても16時半頃に灌漑することは、最も高温の水を灌漑していることが解るであろう。平均水温は浮掩区が被覆区より2.1°C高温であつて、14時に較べその差が大きくなる。

第5図に日射量の比較的少かつた7月23日の遊水池水温の垂直分布を示した。浮掩区はいずれの時刻においても表層と中層以下との水温差が殆んどないが、被覆区ではそれが多少ある。

16時(e図)において両区とも表層が中層より僅かながら低温である。理由は第4図16時10分(e図)の所で述べた。第5図を見ると日射量の多かつた場合の第4図と較べ、相当異つた水温垂直分布を示している。

3. 遊水池における水温上昇の熱効率

遊水池の水温は、日射、気温、風速等の気象要素によつて左右され、水深によつても左右される。また太陽高度の函数であるビニールの日射透過率や遊水池の

日射吸収量および水底の日射吸収量等によつても影響を受ける。8月14日(快晴)の観測結果によれば、ビニール障子浮掩区の日射透過率は太陽高度60°前後の11時~13時頃において90%前後、太陽高度40°前後の15時頃において80%程度である。ビニール障子被覆区の日射透過率は前述した理由により浮掩区より多少落ちる。

今、水深 d cm の単位水面を持つ水柱を考える。水の比熱、密度をそれぞれ C Cal/gr°C, ρ gr/cm³ とすると、水温上昇に使用された熱量 H Cal/cm² は

$$H = C \cdot \rho \cdot d \frac{d\theta}{dt} \dots\dots\dots (1)$$

で表わされる。

ここに θ °C は平均水温を示し、遊水池水温の垂直分布図より算出した。

$d\theta/dt$ は単位時間内における水温上昇度である。また $C=1.0$, $\rho=1.0$ とする。

(1)式によつて計算した値を第3表に示す。なお参考のために日射量の観測値も示した。

第3表 遊水池に於いて水温上昇に使用された熱量

月日	時 間 (時,分~時,分)	水温上昇に使用された熱量 (Cal/cm ² , hr)		日射量 (Cal/cm ² , hr)
		ビニール障子 被 覆 区	ビニール障子 浮 掩 区	
7.16	9.13~10.10	31.0	35.5	58.0
	11.20~14.00	91.5	117.0	178.0
	14.00~16.10	18.4	29.6	88.0
	小 計	140.9	182.1	324.0
7.17	9.10~10.10	32.8	37.0	53.0
	12.20~14.05	74.5	83.7	106.0
	14.05~17.05	28.1	42.1	118.0
	小 計	135.4	162.8	277.0
7.19	9.35~10.35	30.2	41.6	60.0
	12.00~14.10	71.3	78.4	99.0
	14.10~16.10	26.2	31.6	75.0
	小 計	127.7	151.6	234.0
7.21	9.00~10.05	32.6	44.0	53.0
	11.00~14.00	115.2	123.5	153.0
	14.00~16.00	15.5	15.6	58.0
	小 計	163.3	183.1	264.0
7.22	9.05~10.03	29.9	34.2	53.0
	11.07~14.02	100.9	100.3	145.0
	14.02~16.02	0.0	6.8	48.0
	小 計	134.7	141.3	246.0
7.23	9.20~10.20	21.8	25.7	29.0
	11.17~14.30	100.9	105.8	151.0
	14.30~16.00	12.0	14.9	48.0
	小 計	134.7	145.4	228.0

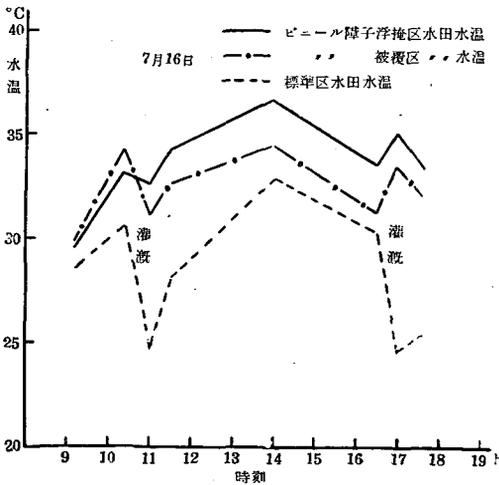
第3表によると、いずれの日、いずれの時間においても遊水池において水温上昇に使用された熱量は、ビニール障子浮掩区の方がビニール障子被覆区よりも多い。即ち浮掩区の熱効率率は被覆区の熱効率率よりよいことになる。

4. 水田水温

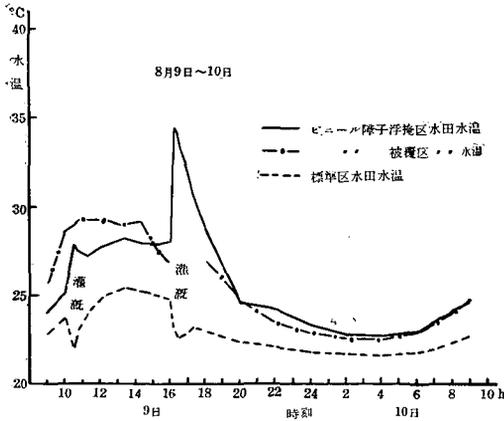
水田水温の観測結果の一部を第4表と第6図および第7図に示した。この結果は、遊水池水温観測結果の第1表と第2図および第3図と同じ日を選んで対照せしめた。

第4表 各区水田水温

月日	時刻 (時,分)	標準区水田		ビニール障子被覆区水田			ビニール障子浮掩区水田			備考	
		水温 (°C) A	水温上昇 (°C)	水温 (°C) B	水温上昇 (°C)	標準区 との差 (°C) B-A	水温 (°C) C	水温上昇 (°C)	標準区 との差 (°C) C-A		
7. 2	9.13	29.8	—	30.0	—	0.2	30.1	—	0.3	} 灌 溉	
	10.15	32.5	2.7	30.8	0.8	-1.7	33.0	2.9	0.5		
	10.50	20.9	-11.6	28.0	-2.8	7.1	28.7	-4.3	7.8		
	11.20	26.8	5.9	31.0	3.0	4.2	31.1	2.4	4.3		
	13.33	33.3	6.5	36.1	5.1	2.8	34.7	3.6	1.4		
	15.02	31.7	-1.6	31.9	-4.2	0.2	31.5	-3.2	-0.2		
	16.10	28.9	-2.8	29.5	-2.4	0.6	28.3	-3.2	-0.6	} 灌 溉	
	16.40	22.4	-6.5	31.0	1.5	8.6	31.4	3.1	9.0		
	17.15	22.8	0.4	28.8	-2.2	6.0	28.6	-2.8	5.8		
	7. 9	9.15	29.7	—	29.8	—	0.1	29.0	—		-0.7
	10.25	32.4	2.7	31.8	2.0	-0.6	31.4	2.4	-1.0		
	11.10	22.7	-9.7	29.1	-2.7	6.4	30.2	-1.2	7.5	} 灌 溉	
	11.50	28.0	5.3	33.1	4.0	5.1	32.5	2.3	4.5		
	13.05	32.1	4.1	35.4	2.3	3.3	34.1	1.6	2.0	} 灌 溉	
15.05	30.2	-1.9	31.9	-3.5	1.7	31.8	-2.3	1.6			
16.15	29.0	-1.2	30.2	-1.7	1.2	30.7	-1.1	1.7			
16.50	22.6	-6.4	30.4	0.2	7.8	31.2	0.5	8.6			
17.25	23.6	1.0	29.7	-0.7	6.1	29.7	-1.5	6.1			
7.20	9.00	24.7	—	28.4	—	3.7	26.6	—	1.9		} 灌 溉
10.12	28.8	4.1	28.9	0.9	0.1	29.8	3.2	1.0			
10.55	25.7	-3.1	32.4	3.5	6.7	32.9	3.1	7.2			
11.20	27.0	1.3	33.6	1.2	6.6	33.5	0.6	6.5			
13.50	29.7	2.7	32.8	-0.8	3.1	34.1	0.6	4.4	} 灌 溉		
16.03	27.5	-2.2	28.9	-3.9	1.4	30.8	-3.3	3.3			
16.40	24.6	-2.9	33.5	4.6	8.9	33.9	3.1	9.3			
17.04	24.6	0.0	30.3	-3.2	5.7	31.3	-2.6	6.7			
7.23	9.20	23.4	—	25.0	—	1.6	25.7	—		2.3	} 灌 溉
10.20	24.5	1.1	27.6	2.6	3.1	27.8	2.1	3.3			
10.55	21.3	-3.2	27.1	-0.5	5.8	27.8	0.0	6.5			
11.30	23.1	1.8	28.1	1.0	5.0	28.4	0.6	5.3			
14.30	27.0	3.9	30.0	1.9	3.0	30.3	1.9	3.3	} 灌 溉		
16.00	25.7	-1.3	26.9	-3.1	1.2	28.3	-2.0	2.6			
16.40	22.4	-3.3	29.3	2.4	6.9	29.4	1.1	7.0			
17.00	22.9	0.5	28.4	-0.9	5.5	28.9	-0.5	6.0			
7.29	9.00	24.9	—	28.2	—	3.3	26.8	—		1.9	} 灌 溉
10.15	25.8	0.9	29.0	0.8	3.2	27.5	0.7	1.7			
10.45	23.2	-2.6	31.9	2.9	8.7	31.4	3.9	8.2			
11.30	24.2	1.0	31.0	-0.9	6.8	30.1	-1.3	5.9			
14.25	25.2	1.0	29.8	-1.2	4.6	28.5	-1.6	3.3	} 灌 溉		
16.00	25.2	0.0	28.2	-1.6	3.0	27.5	-1.0	2.3			
16.40	21.6	-3.6	28.8	0.6	7.2	28.4	0.9	6.8			
17.05	22.4	0.8	28.2	-0.6	5.8	27.8	-0.6	5.4			



第6図 各区水田水温



第7図 各区水田水温

(1) 標準区水田とビニール両区水田の水温比較

a. 10時半灌漑前後の水温

7月2日、9日（第4表）に見られる様に、実験初期においては、10時半灌漑前の水田水温は、標準区がビニール両区より概して高温である。実験中期以後は7月20日、23日、29日（第4表）、第6図、第7図に見られる様に、10時半灌漑前の水田水温は標準区がビニール両区より低温となる。灌漑後は上記の図と表から解る様に、標準区水田は低温水灌漑のため、灌漑直後急激に水温が低下する。実験初期にはこの水温低下は相当速かに回復するが、中期以後は降下した水温は上昇が遅い。

これに対し、ビニール両区水田では高温水灌漑のため灌漑直後水温が上昇した。ただ本年のように日射強

く気温が高い日があつた場合には、水田は水深が浅く温度上昇が速いため10時半の灌漑時において水田水温が遊水池水温より僅かながら高温となる時がある。このような日7月2日、9日、16日（第4表、第6図）には灌漑直後、水田水温は若干低下した。

上述の理由により、灌漑直後においては標準区水田水温はビニール両区水田水温より相当低温となる。例えば7月29日10時45分（第4表）においてはビニール障子被覆区水田と標準区水田の水温差は8.7°Cである。

b. 16時半灌漑前後の水温

灌漑前、標準区水田水温はビニール両区のそれより常に低温である。これは10時半に低温水と高温水を灌漑した影響である。灌漑後は標準区では低温水灌漑のため水温が急激に低下する。例えば7月9日16時50分（第4表）ではこの水温低下は6.4°Cである。この時刻では日射も弱くなつていたので、この水温降下は殆んど回復しない。これに対しビニール両区は高温水灌漑のため、常に水温を上昇せしめる。例えば8月9日16時5分（第7図）でビニール障子浮掩区は6.6°Cも水温が上昇した。よつて灌漑直後標準区水田水温はビニール両区水田水温より相当低温となる。例えば8月9日16時5分（第7図）においてはビニール障子浮掩区水田と標準区水田の水温差は13°Cである。この水温差は10時半のときより大きい。

c. 夜間の水温

16時半の灌漑後は標準区水田の水温低下は第7図で見られるように緩かである。ビニール両区水田は20時頃までに急激に水温は降下する。夜間においては各区とも漸次水温降下し、標準区とビニール両区の水田水温差は小さくなる。

(2) ビニール両区水田の水温比較

ビニール障子浮掩区は遊水池水温が、ビニール障子被覆区より高温の日が多いので、当然高温水を灌漑した浮掩区の水田水温が、被覆区の水田水温より高温の日が多い。7月29日、8月9日は例外であるが、その原因解明は今後の研究に待ちたい。

第7図においてビニール障子被覆区水田水温が一部示されていないが、この間他の二区の灌漑前後水田水温水平分布を測定したため、観測できなかつたのである。

結 び

以上述べた結果を要約すると次の如くなる。

1. ビニール障子を浮べた遊水池とビニール障子を

- 覆つた遊水池の水温は水路水温より相当高温となる。
2. 遊水池において水温上昇に使用された熱量はビニール障子浮掩区がビニール障子被覆区に優る。即ち熱効率率はビニール障子浮掩区の方が良好である。
 3. 水田水温は実験中期以後、ビニール両区水田は標準区水田より常時高温を持続する。
 4. ビニール障子を利用した遊水池は水温上昇に効果が非常に大きい。

以上の実験においては、水路水温が比較的高いのであるが、これを冷水灌漑の行われている場所に利用する場合、ビニール障子利用遊水池を使用した分散灌漑あるいは多少の労力を使つて間断灌漑を行つた場合、完全に水口の被害防止をできるのみならず、水田全体の収量を増加し得ると思う。

この実験の一部は文部省試験研究費の援助を得て行つたものである。同省の御厚意に対し深謝の意を表す。また観測水田を御世話戴いた御園生義一教授、吉田稔助手、連日の観測に終始変わらず協力して下さつた近岡一郎氏に厚く御礼申上げる。

その他観測には工藤勇夫、石井衛、小池亮、横山靖夫四氏の助力を得た。ここに明記して感謝する次第である。

文 献

- 1) 八鍬利助、山吹藤男：灌漑水温の上昇に関する研究、第1報 浅い水槽内の水温について、北海道大学農学部付属農場特別報告、第10号、1952年。
- 2) 八鍬利助：同上、第2報 遊水池および水温上昇施設内の水温、同上、同上。
- 3) 八鍬利助：同上、第3報 水温上昇施設内の微気象、同上、同上。
- 4) 八鍬利助、須藤松寿：温床用紙の日射透過率について（第1報）応用気象1(2,3), 1947年。
- 3) 熊井基、千葉豪：水田の熱平衡について、農業気象8(3,4), 1953年。

- 6) 三原義秋、矢吹万寿、萩原美代子：水温上昇に関する研究(3)、湛水の深さと水温の日変化について、農業気象8(3,4), 1953年。
- 7) 矢吹万寿：水田吸水率と水温について、農業気象9(3,4), 1954年。
- 8) 三原義秋、大沼一己：温水池の熱効率に関する研究、農業技術研究所報告A第4号、1955年。

Summary

In this experiment the writers studied on the water temperature in two warming pools with vinyl frames. The experiment was carried out in the First Farm of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

The arrangement of plots was as follows (Fig. 1, Photo 1):

Plot 1. Control-Water from the channel was directly irrigated to the paddy field.

Plot 2. The warming pool with vinyl float was set by the side of the paddy field. Water which had been warmed in this pool was applied by means of five syphons to the paddy field.

Plot 3. Water which had been warmed in a warming pool with vinyl cover was admitted by the same method as in plot 2 to the paddy field.

The warming pools of plots 2 and 3 are $150 \times 210 \text{ cm}^2$ in surface area and 20 cm deep. Their bottoms and sides were covered with black vinyl.

Each paddy field is $1.5 \times 10.8 \text{ m}^2$ in area and was irrigated twice a day, namely at $10^{\text{h}}30^{\text{m}}$ and $16^{\text{h}}30^{\text{m}}$.

Results obtained may be summarized as follows:

1. Water temperature in the warming pools was higher than that in the channel (Figures 2 and 3).

2. The thermal efficiency of the warming pool with vinyl float was superior to that with vinyl cover (Table 3).

3. In plots 2 and 3 the water temperature of the rice field was higher than that in plot 1. (Table 4, Figures. 6 and 7).