HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	灌漑水温の上昇に關する研究 : 第３報　水温上昇施設内の微氣象
Author(s)	八鍬, 利助
Citation	北海道大学農学部付属農場特別報告, 10, 43-51
Issue Date	1952-08-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13246
Type	departmental bulletin paper
File Information	10_p43-51.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

灌漑水溫の上昇に關する研究 第3報*

水溫上昇施設內の微氣象

八 鍬 利 助

Studies on the Raising of Temperature of Irrigation Water Third Report

On the Micro-climate of a Warming Pool

by

Risuke Yakuwa

1. 緒 言

第2報に述べた實驗に於て遊水池の水溫上昇効果及び第1區(遊水區)第2區(溫水施設區)の水溫差を知つたので，更に進んで溫水の地溫及び接地氣溫に及ぼす影響を知るため次の實驗を試みた。

2. 實驗の方法

實驗を行つた場所は前と異なるが，その方法は前と略々同樣である。即ち 1.0×1.5 間の二區を設け次の樣に區分した。

第1區 A(遊水區) 普通の遊水池に做つたもので水深を約 9 cm にした。

第1區 B(遊水灌漑區) 本區には第1區 A で溫めた水を灌漑した。

第2區 A(溫水施設區) 第1區 A と同樣な遊水池の水面に，第2報の實驗に用いたと同形の亞鉛板製覆を浮べた。

---

* 北海道大學農學部農業氣象學教室報告 第4號

第2區B(溫水灌漑區)　本區には第2區Aで溫めた溫水を灌漑した。

第1區Bと第2區Bには普通の苗代と全く同樣に5月21日に種籾を播種した。尙試驗區は簀圍の中に作られたものである。

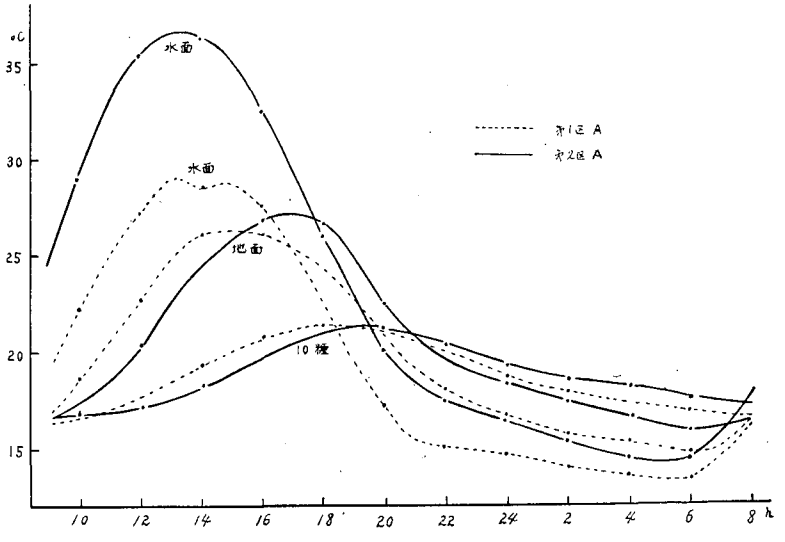
觀測の方法は各區の略々中央に水底，地面，地面下 10, 20 cm の深さに曲管地中溫度計を設置し，これら各點の水溫，地溫を讀みとり，又表面水溫は $^1/_5$°C 目盛の溫度計を用いて測つた。この他普通の氣象觀測を行い，又必要に應じ通風乾濕計を用いて水面上 1, 5, 10, 20, 30, 50, 100 cm 高さの氣溫の觀測をも行つた。

觀測は5月25日より6月2日迄事情の許す限り毎日(晝間)行い，晴天で氣象條件の良い日には晝夜觀測を行つた。玆には主に6月14日及び6月19日9時より20日9時迄の觀測結果について述べる。

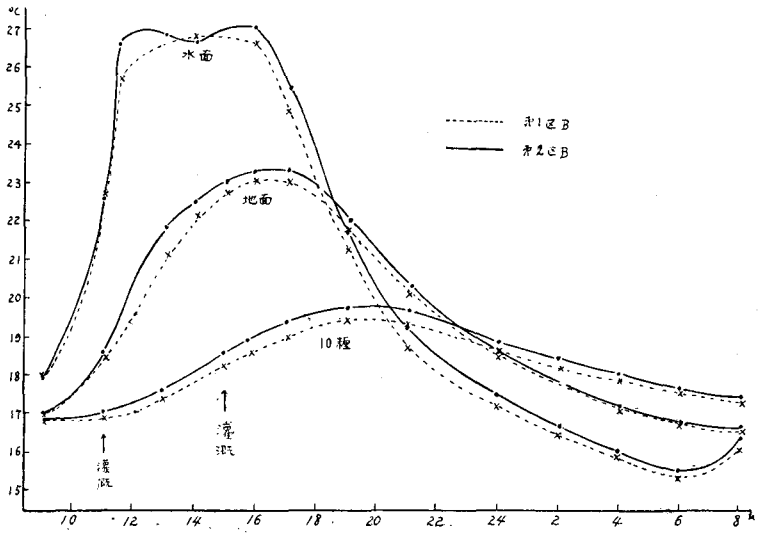
3. 各區の水溫及び地溫の比較

6月19日9時より觀測を開始し，11時5分に第1區A及び第2區Aに於て溫められた水をそれぞれ第1區Bと第2區Bに灌漑した。更に14時25分には第1區Bと第2區Bの水を殆んど全部落水し，これに14時50分に第1區A及び第2區Aの水を灌漑して兩區の水深を 4.5 cm にした。當日の水溫及び地溫の觀測結果は第1，2圖に示す通りである。

(1)　水溫及び地溫の日變化　　第1區Aの表面水溫は9時に 19.1°C であるが，その後次第に上昇して13時には 29.0°C に達する。第2區Aの表面水溫は9時には既に 24.5°C の高溫を示し



第 1 圖　水溫及び地溫日變化（6月19日～20日）



第 2 圖　水温及び地温日變化（6月19日～20日）

其の後急速に上昇して13時には36.6°Cの高温に達し第1區Aより7.6°Cの高温となる。これに反し9時—15時迄の地面温度は第2區Aは第1區Aよりも低温でその差の大きい時には2°C以上に達する。10 cm地温もこれと略々同様で11—15時には第2區Aは第1區よりも稍低温で14時の差は0.9°Cである。これらの理由については次節に於て述べる。

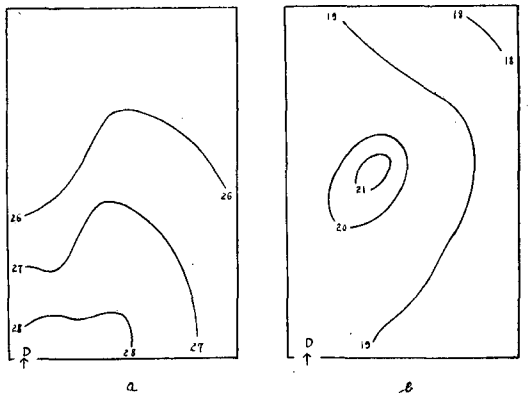
前述の如く14時50分に第1區B及び第2區Bに灌漑したため，第1區Aと第2區Aの水深は非常に淺くなつたので，その後の温度比較は省略する。

次に遊水灌漑區と温水灌漑區を見るに，兩區の表面水温は11時迄は略々同温であるが，11時5分の第1回の灌漑後は温水灌漑區の表面水温は遊水灌漑區よりも高く，11時30分には其の差1°Cとなる。其の後第2區Bの水温は稍下降し14時には兩區殆んど同温になるが，14時50分第2回の灌漑後は第2區Bの水温は再び第1區Bより高温となり，16—24時には0.3—0.6°Cの差を示すが，夜半以後の差は極めて小さい。

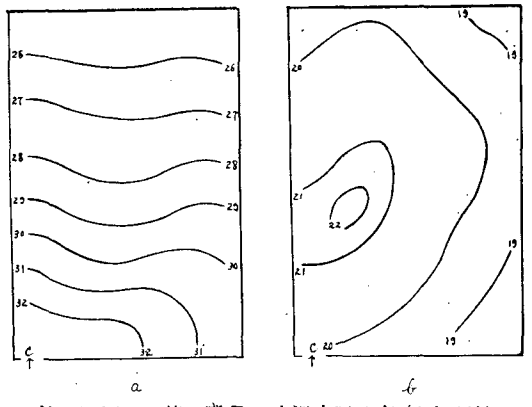
地面温度は11時迄は兩區略々同温であるが，灌漑後は第2區Bは第1區Bよりも高温となり11時30分—19時には0.3—0.6°Cの差となる。10 cm深さの地温も地面温度と略々同様な傾向をもつている。

第1區Bの20 cm深さの地温は9—15時は16.5°C，その後稍上昇して24時及び翌日1時には17.3°Cになる。第2區Bは第1區Bより，9—15時には0.2°C高く24時前後には0.5—0.7°C高温となり，温水灌漑の効果が現われている様に思われるが，差が小さいので確言は出來ない。

かくの如く温水を灌漑したものが遊水灌漑區よりも水温，地温共に高温であることは非常に



第 3 圖　第1區Bの水溫水平分布(6月19日)
a 15h 30m 觀測 (灌漑後 40m)
b 19h 15m 觀測 (灌漑後 4h 25m)



第 4 圖　第2區Bの水溫水平分布 (6月19日)
a 15h 30m 觀測 (灌漑後 40 m)
b 19h 15m 觀測 (灌漑後 4h 25m)

興味ある問題で，寒地稻作上大切な事柄である。

(2) 水溫の水平分布　6月19日14時50分に第2回目の灌漑を行つた後の表面水溫の水平分布は第3，4圖の如くで，15時30分(灌漑後40分經過)の觀測では，第2區Bの溫水流入口C點附近には32°Cの等溫線で圍まれた溫水が存在している。この點を遠去かるに從つて水溫は次第に低くなる。19時15分(灌漑後4時25分)には水溫は可成低くなると共に溫暖な部分も移動している。即ちこの時刻には最も溫度の高い部分も22°Cで其の位置は中央より稍左によつた所に移つている。

次に第1區Bの水溫水平分布を見るに，15時30分にはD附近に28°Cの等溫線で圍まれた溫度の高い部分がある。これを同時刻の第2區Bの溫水に比べると即ち4°C低溫である。19時15分には水溫の最高部は區の略々中央に移り21°Cを示している。この時刻には第2區Bとの差は1°Cに過ぎない。

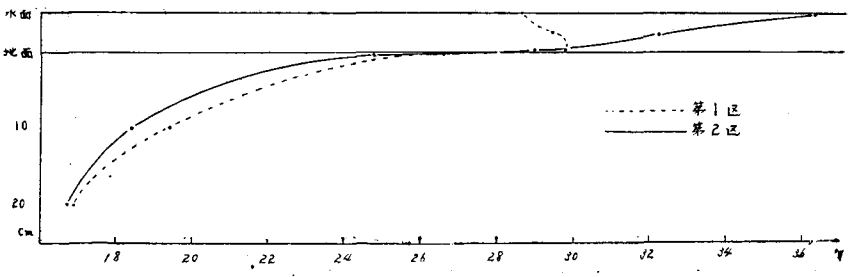
4. 氣溫水溫及び地溫の垂直分布

6月19日13時50分に觀測した第1區A及び第2區Aの水溫，地溫の垂直分布は第5圖の如くである。

第1區Aの表面水溫は28.6°Cで，水中に入るに從つて溫度高く水底では29.8°Cになる。地面溫度は26.2°Cであるが地中深く入るに從つて低く20 cmの深さでは16.8°Cになる。

表面水溫の比較的低いのは水の蒸發により潛熱を奪われるためである。また水底溫度の高いのは，地面は淺い水層を透過した日射を吸收し，これを地面に接する水に傳えるためである。

第2區Aに於ける溫度の垂直分布は第1區Aと著しく異なる。亞鉛板下の表面水溫は非常に高く36.3°Cを示し，第1區Aのそれより7.7°Cの高溫であるが，水中に入るに從つて水溫は急

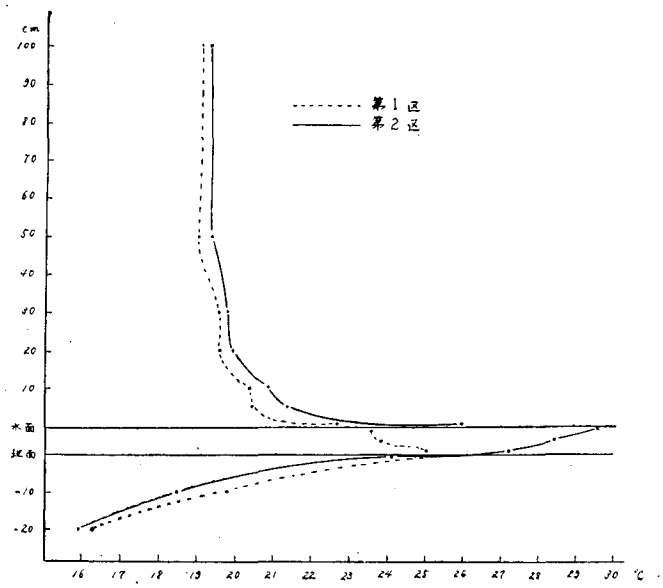


第 5 圖　水溫及び地溫の垂直分布（6月19日　13h 50m）

に降り水底では29.0°Cとなる。亞鉛板下の表面水溫の甚だしく高溫なのは，第1報に於て述べた様に亞鉛板は多量の日射を吸收して，その下底に接する水に熱を與えると共に，水面からの蒸發を僅少にするためである。かくの如く表面水溫は高溫であるが，水は熱の不良導体であるから下層の水には熱は甚だ傳わり悪い。水底の溫度の低溫なのはこの理由による。

本區の地面溫度は第1區Aのそれより稍低溫であるが，20 cm の深さになると兩區殆んど同溫となる。

水溫地溫の垂直分布は上述の如くであるが，更に水面上氣溫の垂直分布を明かにするため，6月14日13時40分に觀測した結果を示すと第6圖の如くである。



第 6 圖　氣溫水溫及び地溫の垂直分布（6月14日）

水溫，地溫の垂直分布は前述のものと略同傾向をもつているからこれを省き，次に氣溫の垂直分布について述べる。

水面上(或は亞鉛板上) 10 cm の高さ迄は，亞鉛板覆を有する第2區Aの氣溫は第1區Aよりも著しく高溫で，水面上1 cm の高さに於ては 3.3°C の大きい差を示している。

かくの如く亞鉛板覆に接する氣溫が水面に接する氣溫よりも高溫であるのは，水面に於ける日射の吸收は黑色亞鉛板よりは少なく且つ蒸發によつて多量の熱が奪われるが，第2區Aに於ては黑色亞鉛板は多量の日射を吸收してこれに接する氣層に熱を與えるためである。

10 cm 以高の氣溫も第2區Aが稍高溫であるがその差は僅少である。

5. 溫水灌漑と接地氣溫の上昇

第1報の緒言に於て述べた様に，氣溫と米收量との關係は非常に密接であるから，米の反當收量を增すには水溫及び地溫を高めると共に氣溫の上昇を圖ることが肝要である。廣範圍に亘る氣溫を人爲的に左右することは困難であろうが，接地氣溫或は株間の氣溫等はある程度迄人爲的に高め得るものと思われる。

溫水灌漑の接地氣溫に及ぼす影響を見るため9月25日に次の様な實驗を試みた。

本實驗は第2報に述べた實驗と同じ場所で行つたもので，區分は本報の第2節に述べたものと同様に次の様にした。

第1區A (遊水區)　　第1區B (遊水灌漑區)

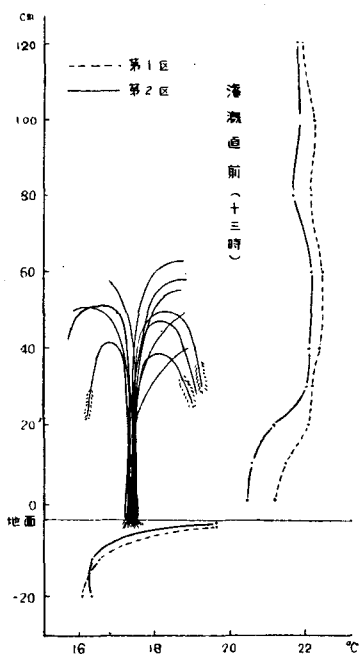
第2區A (溫水施設區)　　第2區B (溫水灌漑區)

觀測の方法としては，氣溫は水面上1, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 cm 高さのものを熱電對で，水溫は棒狀溫度計で測り，地溫は曲管地中溫度計を以つて地面，地面下，10, 20 cm の深さに於て測つた。

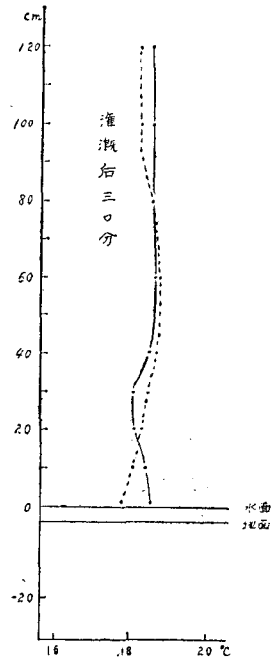
遊水灌漑區及び溫水灌漑區には普通の本田と同様水稻を栽植した。稻の株間は平均 23 cm，灌漑當日測つた平均の草丈は 86 cm であつた。灌漑前後の觀測結果を示すと第7圖 a, b, c の如くである。

灌漑前(觀測當日は既に落水期であつたので灌漑前には兩區に水はなかつた)の13時に觀測した地溫を見るに，10, 20 cm 深さに於ては多少異なるが，地面溫度は兩區共同溫で 19.7°C である。

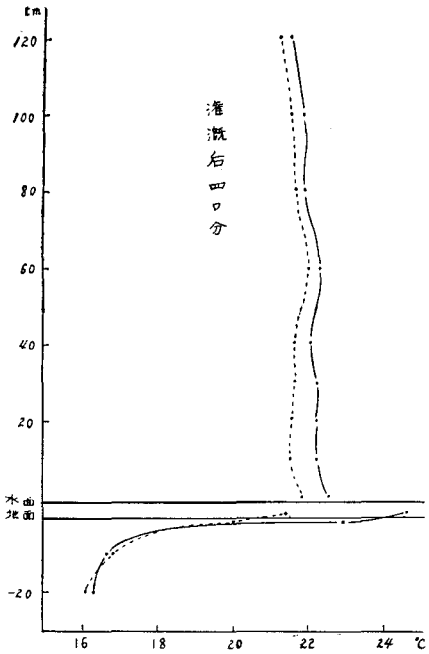
この時の氣溫垂直分布は 20 cm 高さ迄は溫水灌漑區より遊水灌漑區は 0.7—0.9°C 高溫であるが，13時20分に兩區にそれぞれ遊水及び溫水を灌漑して30分經過の後觀測した結果を見るに，溫水灌漑區の氣溫は溫水灌漑の影響を受けて高さ 15 cm 邊迄は遊水灌漑區よりも高くなる。灌漑後40分經過すると，溫水灌漑區の高溫區域は更に上方迄擴がり，水面上 40 cm 迄は 0.4—0.7°C の高溫を示している。



第 7 圖 a　氣溫及び地溫の垂直分布
（9月25日　13h～13h13m)



第 7 圖 b　氣溫の垂直分布
（9月25日　13h50m～13h55m)



第 7 圖 c　氣溫水温及び地溫の垂直分布
（9月25日　14h～14h 05m)

次にこの時刻の水温及び地温を見るに，温水灌漑區の水底温度は 3.3°C，その地面温度は 1.8°C 何れも遊水灌漑區よりも高温である。10, 20 cm 深さの地温には殆んど差は認められない。

6. 總　括

以上數節に亘り温水施設内の微氣象について述べた事柄を總括すると次の如くになる。

(1)　6月19—20日に觀測した結果によると，第2區 A (温水施設區) の表面水温は第1區 A (遊水區) のそれよりも著しく高く，13時には其の差 7.9°C に達する。然し地面温度はこれと反對で 9—15 時に於ては第2區 A は第

區Aよりも低溫である。10 cm 深さの地溫もこれと略々同傾向をもつている。

(2) 第1區A, 第2區Aから第1區B及び第2區Bに灌漑すると, 第2區Bに灌漑した水は第1區Bに灌漑したものよりも高溫なので, 灌漑後の水溫は第2區Bは第1區Bよりも高い(第2圖參照)。

地面及び地中溫度も灌漑後は第2區Bの方が第1區Bよりも高溫である。

(3) 6月14日13h 40m 觀測の氣溫, 水溫, 地溫の垂直分布を見るに, 表面水溫は第2區Aは第1區Aより著しく高溫であるが, 水底, 地面及び10 cm の溫度は第2區Bは第1區Bよりも反つて低溫である。

水面上(或は亞鉛板上)10 cm高さ迄は亞鉛板覆を有する第2區Aの氣溫は第1區Aよりも高溫で1 cm 高さに於ては差は3.3°C である。

(4) 9月25日觀測の結果を見るに, 灌漑直前には第1區Bの氣溫は第2區Bよりもむしろ高溫であるが, 13時20分灌漑後は第2區Bの水面上の氣溫は次第に上昇し, 灌漑後30分經過すると水面近くに於ては第2區Bは第1區Bよりも高溫となり灌漑後40分經過すると水面上40 cm 迄は0.4—0.7°C 溫水灌漑區の氣溫が高い。

本實驗の一部は文部省試驗研究費の援助を得て行つたものである。同省の御厚意に對し深く感謝の意を表すると共に, 實驗上色々便宜を與えられた農場長手島博士その他の方々に厚く御禮を申し上げる。尙觀測には元農學部助手藤井重人氏の手を煩わしたことが多い, 玆に明記して深謝の意を表する。

Résumé

In this experiment the effect of warm water irrigation upon the air and soil temperature of a rice plot was studied, the arrangement of plots was as follows:

Plot 1 A was a small warming pool as previously described in the second report.

Plot 1 B was irrigated with water which was warmed in plot 1 A.

Plot 2 A was a warming pool like plot 1 A, with black zinc plates floated on the water surface.

Plot 2 B was irrigated with water which was warmed in plot 2 A.

1. As shown in Fig. 1 the temperature of the water surface of plot 2 A as observed on the 19–20 th of June, 1949, was much higher than that of plot 1 A, but on the soil surface and at 10 cm depth in the soil, the reverse was found to be true.

2. At 11h 5m and 14h 50m, water which was warmed in plot 1 A and plot 2 A was admitted to plot 1 B and plot 2 B respectively.

The temperature of the water surface of plot 2 B was higher than that of plot 1 B. Similar differences of temperature are seen also in the temperature of the soil surface and at 10 cm depth.

3. On the 25 th of Sept. the effect of warm water irrigation on the air temperature was studied.

Before irrigation the air temperature of plot 2 B was rather lower than that of plot 1 B. But after irrigation the temperature of air near the surface of the water of plot 2 B became gradually higher than that of plot 1 B (Fig. 7 a–7 c).