



HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|------------------|---|
| Title | 畑地灌漑の農業気象学的研究 |
| Author(s) | 八鍬, 利助; YAKUWA, Risuke |
| Citation | 北海道大學農學部邦文紀要, 2(3), 7-15 |
| Issue Date | 1955-10-31 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/11586 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 2(3)_p7-15.pdf |



畑地灌漑の農業気象学的研究

八 鍬 利 助

Studies on farm irrigation

By

Risuke YAKUWA

Institute of Agricultural Meteorology
Faculty of Agriculture, Hokkaido University

緒 言

畑地の生産力を増すには色々な方法があるが、乾燥地帯に於ては畑地に灌漑することが増産上に著しく効果あることは一般に認められている。

従来地方的には小規模な畑地灌漑が行われていたが、近時食糧増産の急が叫ばれる様になつたので、次第に大規模な畑地灌漑が行われるようになった。従つてこれに関する試験成績も多数発表されているが、北海道は本州各府県と気候が著しく異なるばかりでなく、土壌及び畑経営状態も異なるので、畑地灌漑を行うには本道に最も良く適応した方法によらなければならない。

筆者は 1952 年斜里町に於て畑地灌漑試験を行つたので、茲にその成績の概要を述べると共に本道気候の特性の二、三に就いて略述したいと思う。

本試験を行うに当り北海道土地改良課、斜里町役場同農業協同組合から多大な御援助を得た。茲に明記して深く感謝の意を表する。

北海道の気候特性

畑地灌漑を行うにはその地方の降水量、蒸発量、気温等を知ることが必要であるから、次に本道の気候の概要を述べる。

(1) 降水量年変化及び 5~8 月計降水量

道内に於ける年降水量は既に報告した様に¹⁾、天塩、北見両山脈の北部及び渡島半島南部は多雨地帯で年降水量は 1,600 mm 内外に達する。日高山脈の北東側、増毛山岳地帯、積丹半島の一部もやや多く年降水量は

1,200~1,400 mm である。他は一般に寡雨で本道中部、東部の大部分は 1,000 mm 内外、北見地方は殊に少なく、その大部分は 800 mm 又はそれ以下である。

農業上に於ては年降水量の他に、降水量の一年中の分布及び夏期間の降水量を知ることが大切である。今本道の主なる地方と東京の降水量年変化を示すと第 1 図の如くで、東京に於ける春夏の降水量は相当に多量で殊に 6 月の梅雨期には月雨量 166 mm に達している。本道には本州各府県に見る様な梅雨現象は殆どないので、春から初夏にかけての降水量は甚だ少ない。札幌について見るに 4, 5, 6 各月の降水量は 60 mm 内外に過ぎない。7, 8 月にはやや多く 100 mm 内外に

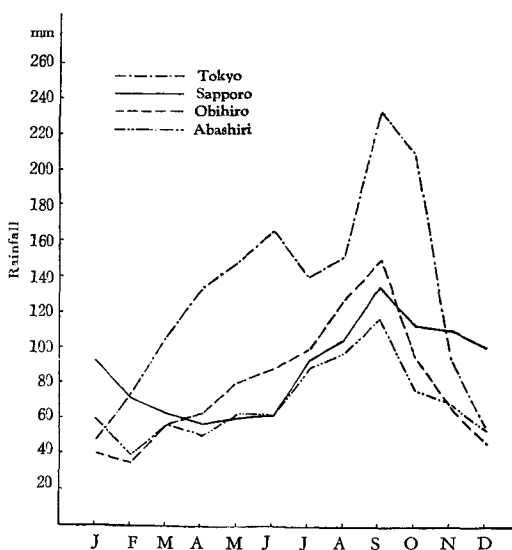


Fig. 1. Annual variation of rainfall, (mm).

Table 1. Average amount of rainfall, May to August. (mm).

| | Hakodate | Mori | Muroran | Urakawa | Obihiro | Kushiro | Nemuro |
|---|----------|---------|-----------|---------|----------|---------|----------|
| Average amount of rainfall, May to August | 406.6 | 367.4 | 487.8 | 451.8 | 395.6 | 437.1 | 390.7 |
| | Kutchan | Sapporo | Asahigawa | Haboro | Wakkanai | Omu | Abashiri |
| | 329.3 | 321.0 | 382.9 | 403.6 | 342.4 | 349.4 | 310.1 |

なるが、東京に比べるとなお 40 mm 余少ない。

次に本道各地の 5～6 月計降水量に就いて述べる。
道内主なる地方の 5～8 月計降水量を計算すると第 1

表の如くなる。

上表と更に他観測所の資料とを用いて、5～8 月計降水量の分布を示すと第 2 図の如くである。

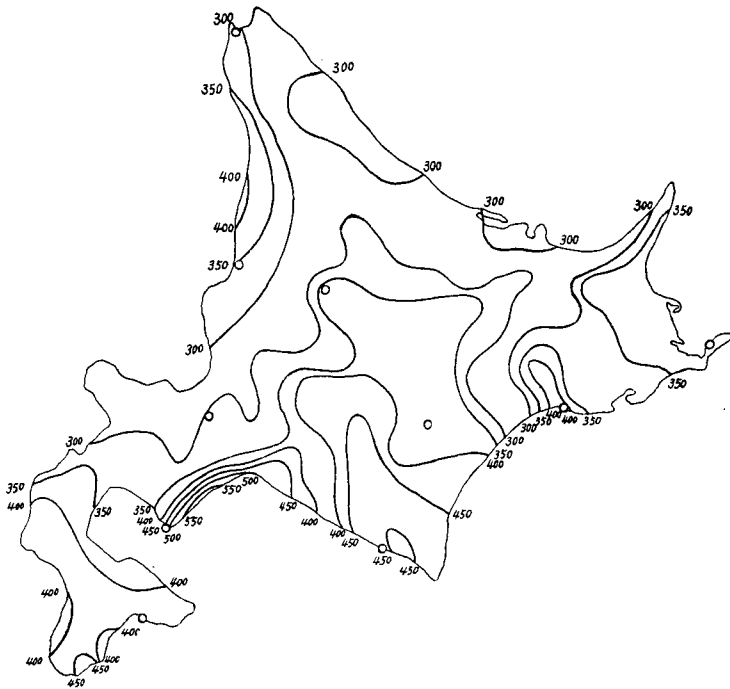


Fig. 2. Average amount of rainfall, May to August. (mm).

上図を見ると渡島半島の南部、胆振、日高の沿岸に於ては 5～8 月計降水量は 400 mm 以上であるが、他地方では 300 mm 内外である。これを東京 608.0 mm、秋田 612.7 mm、仙台 496.5 mm に比べると本道の大部分は遙かに少ないことがわかる。

(2) 蒸発量

本道の主なる地方の 5～8 月計蒸発量を図示すると第 3 図の如くなる。

5～8 月計蒸発量について見るに、内陸地方は一般

に多量で旭川付近は 500 mm に達するが、道東の沿岸地方は夏期濃霧甚だしいため、蒸発は非常に少く僅かに 350 mm 内外に過ぎない。その他の地方は 450 mm 内外である。

(3) 気温その他

本道夏期の気温は本州各府県よりも冷涼であることは既に述べた通りである。今参考のため札幌と道外数カ所の気温を示すと第 2 表の如くで、札幌の 5、8 月は東北地方よりも 2.5～3.0°C 低く、東京に比べる

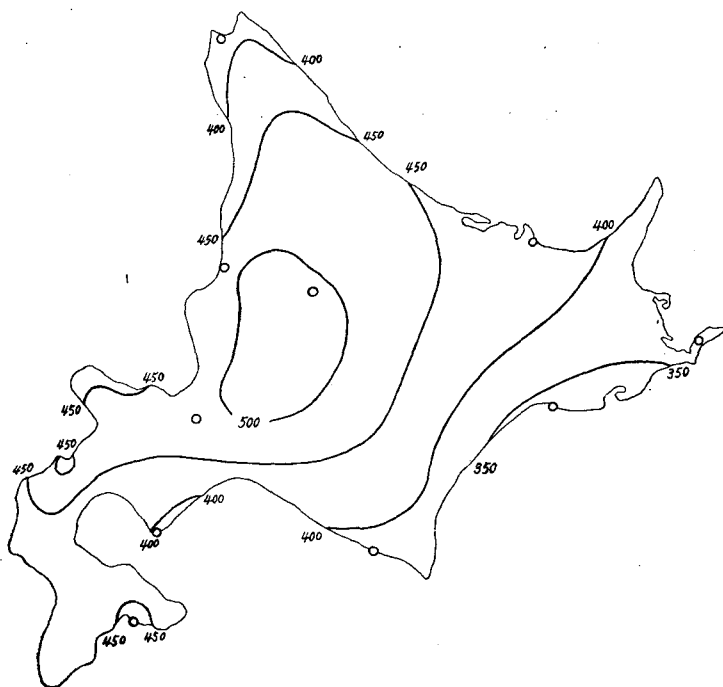


Fig. 3. Average amount of evaporation, May to August. (mm).

と5月は 17°C 、8月には約 5°C 低温である。

Table 2. Mean air temperatures. ($^{\circ}\text{C}$).

| | Sapporo | Akita | Sendai | Tokyō |
|--------|---------|-------|--------|-------|
| May | 10.5 | 13.1 | 13.5 | 17.4 |
| August | 21.0 | 23.7 | 23.9 | 25.8 |

また灌漑用水源となる河川や湖沼の水温も他府県のそれより可成低温で、盛夏の候には石狩川の水温は $22\sim 24^{\circ}\text{C}$ に達するが、他の河川の水温はこれよりも著しく低温である³⁾。

以上の様に本道の年降水量も又夏期の雨量も他府県よりは著しく少ないので、不足の水分を灌漑によつて補うことは、畑地生産力の増進をはかる上に於て甚だ大切なことであるが、又一方気温或は地面温度並びに灌漑用水源となる河川水温度も他地方より低温であることは、畑地灌漑を行うに当つて注意しなければならぬ諸点であると思う。

試験方法

(1) 試験地

本試験は斜里町朱田中学校付属圃場(北緯 $43^{\circ}54'$ 、

東経 $144^{\circ}45'$ 、海面上の高さ15m)で行つた。

斜里付近は本道の中でも降雨の甚だ少ない処で年降水量は675.7 mm、5月～8月計降水量は僅かに255.3 mmに過ぎない。夏期降水量が少ないばかりでなく、年によりこれよりも更に寡雨なこともあるので、当地方の夏作物は屢々旱害を被むることがある。

夏期気温もまた他地方より冷涼であることは既に述べた通りである²⁾。

次に土性を見るに、試験地付近は摩周統火山アトサヌプリ火山灰を風積したもので、その下層は第4紀古層よりなり、母材は凝灰岩からなつている。

(2) 試験区

圃場内に4 m四方の試験区を9区ずつ3組作り、これを次の様に区分して灌漑方法と用水量との試験を行つたが、茲には灌漑法試験結果だけを述べる。

第1区、第5区及び第9区 標準区

第2区 普通灌漑区 河川の水を用水路で導きこれを灌漑した。

第3区 普通灌漑覆土区 第2区と同様な方法で灌漑し蒸発を少なくするため灌漑後約5 cmの厚さに覆土した。

第4区 普通灌漑被覆区 灌漑後麦稈を以つて被

覆した。

第6区 温水灌溉区 水路で導いた水を温水槽に於て 2~3°C 高めて灌溉した。

第7区 温水覆土区 温水灌溉後約 5 cm の厚さに覆土した。

第8区 温水被覆区 温水灌溉後麦稈を以つて被覆した。

5月19日に1組には燕麦(品種前進)を、他の組には馬鈴薯(品種紅丸)を播種した。播種量、栽培法はその地方の慣行に従つた。

なお燕麦区の各区には地面、5、10、20及び30cmの深さに曲管地温計を設置した。

(3) 灌溉方法

オクシベ川の水を約 2 km の水路によつて試験地の溜井に導き、これを 1.5 HP 渦巻ポンプで高さ約 3.5 m の塔上にある水槽に揚水し、更に水槽から送水管を以つて試験区に通し、その蛇口からゴム管を以つて灌溉した。

温水灌溉は 2×4 m の温水槽に於て水温を高め、これを塔上の水槽に揚水し、送水管から前同様な方法で灌溉した。

灌溉開始は燕麦は 6月1日、馬鈴薯は 6月21日 日毎に 30 mm 灌溉し、燕麦は 7月10日、馬鈴薯は 7月11日 灌溉を終了した。なお降雨あつた場合には所定の灌溉量から降雨量を差引いて灌溉した。

観測項目は地温、土壤水分及び一般気象である。なお定期的に生育調査も行つたが次には主に農業気象学的な成果を報告する。

灌溉と地温の変化

試験期間中の一般気象観測は朱田中学校に、試験区の観測は 7月3日から 8月20日まで 2名の高校生に依頼したが、5月31日から 6月4日まで、6月30日から 7月2日まで及び 8月9日から同 14日までの各期間には、筆者及び当教室員が現地に赴き詳細な観測を行つた。

(1) 5月31日～6月4日までの観測

この期間に於ては主に昼間に地温及び気象の観測を行つた。本観測期間中の天気は 5月31日は曇、6月3日は曇で小雨もあつたが他は晴又は快晴であつた。

朱田中学校の観測によると 5月21日から同月31日までの降水量は 24mmであつたから、所定の灌溉水量(30 mm)から降水量を差引き普通灌溉区には 6月1日 16時30分に 14°C の水を、また温水区には 17時

30分に 17°C の温水を灌溉した。

次に 6月1日に観測した標準区(第5区、以下標準区として第5区を用いる)と普通灌溉区の地温の日変化を示すと第4図の如くである。

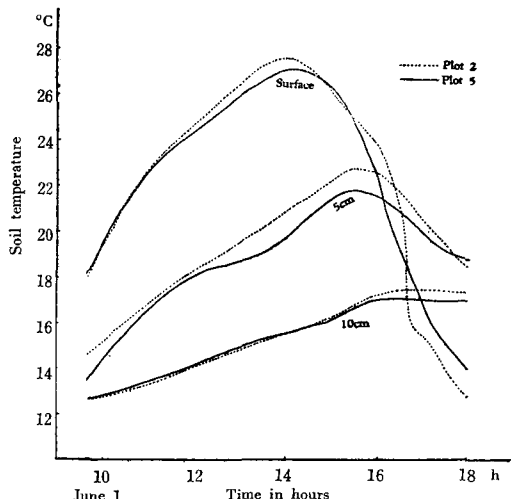


Fig. 4. Hourly variation of soil temperatures. Water of 14°C was added to plot 2 at 16h 30m, June 1.

図のように普通灌溉区の地面温度は、9時40分から灌溉直前までは標準区よりもやや高く 16時には 1.8°C 高温であつたが、16時30分に冷水を灌溉したため、その後の温度降下が甚だ大きく、17時には標準区より 1.3°C 低温となつた。

5 cm 深さに於ても冷水灌溉の影響は多少見られたが、10 cm 以深に於てはその影響は殆ど見られなかつた。

6月1日 16時から 17時までの各区の地面温度降下を示すと第3表の如くである。

Table 3. Fall of soil temperatures between 16^h and 17^h June 1. (°C).

| | Plot 2 | Plot 3 | Plot 4 | Plot 5 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Fall of soil temperature between 16 ^h and 17 ^h | 8.4 | 6.9 | 6.3 | 5.4 |

16~17時頃は地面温度が次第に降下する時刻であるから、上表に示したように標準区に於ても 5.4°C 降下したが、普通灌溉区に於ては降下の度が一層甚だしい。

(2) 6月30日～7月2日までの観測

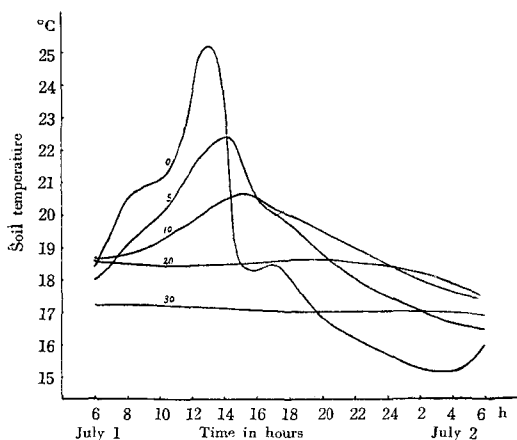


Fig. 5. Diurnal variation of soil temperatures. (plot 5).

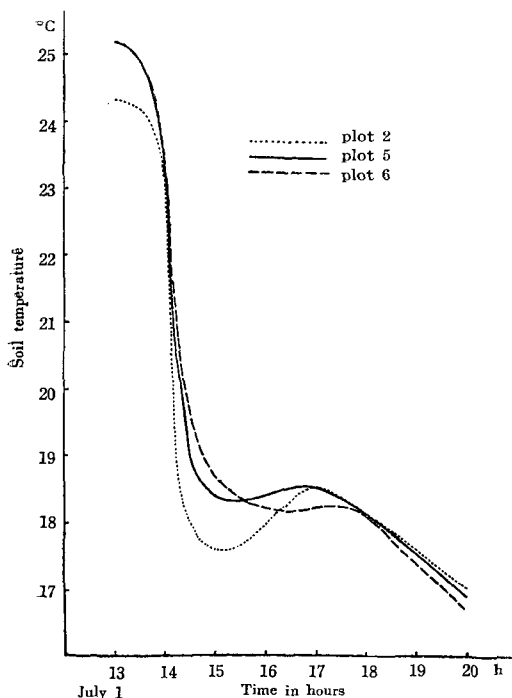


Fig. 6. Comparison of soil temperatures of plots 2, 5 and 6. (surface). Water of 15°C was irrigated to plot 2 and warm water of 18°C to plot 6 at 14h 30m, July 1.

6月30日14時から7月2日14時まで昼夜観測を行い且つ灌漑の前後に土壤水分の測定を行つたので、次にはそれらの結果について述べる。

本観測期間中の天候は概ね曇天で7月1日午後から

夜にかけて時々雨があつた。

6月21日から同30日までの降水量は5.8mmであつたので所定の灌漑水量から5.8mmを差引き7月1日14時30分に普通灌漑区には15°Cの水を、温水区には18°Cの温水を灌漑した。

7月1日6時から2日6時までの標準区の地温日変化を示すと第5図となる。

標準区、普通灌漑区及び温水灌漑区の灌漑前後に於ける地温を比較するため、13時から20時までの地温変化を示すと第6、7、8図の如くなる。

標準区地面温度は(第5図参照)、6時から次第に上昇して13時には1日中の最高25.2°Cに達した。この後は次第に降下するが、14時から15時までの地温降下が特に大きく5.0°Cであつた。

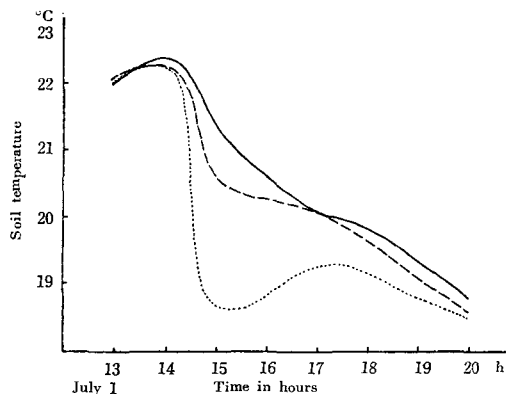


Fig. 7. Comparison of soil temperatures of plots 2, 5 and 6. (5 cm).

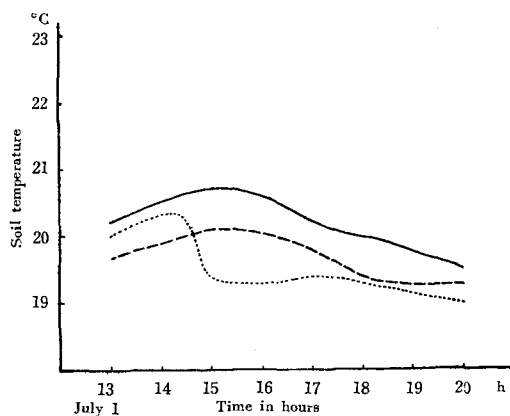


Fig. 8. Comparison of soil temperatures of plots 2, 5 and 6. (10 cm).

この理は自然降下に降雨の影響が加わつたためと思

われる。普通灌漑区に於ては自然降下と降雨の影響の他に 14 時 30 分に冷水の灌漑があつたので、同時刻の温度降下は標準区よりも更に甚だしく 5.5°C であつたが、温水灌漑区に於ては同時刻の地面温度降下は 4.7°C で他 2 区より著しく小さかつた (第 6 図参照)。

次に各区の 14 時から 15 時までには降下した温度を求めると第 4 表の如くなる。

Table 4. Fall of soil temperatures between 14^h and 15^h, July 1. (°C).

| Depth (cm) | 0 | 5 |
|------------|------|------|
| Plot 1 | -4.9 | — |
| Plot 2 | -5.5 | -3.6 |
| Plot 3 | -4.8 | -2.1 |
| Plot 4 | -5.2 | -1.3 |
| Plot 5 | -5.0 | -0.9 |
| Plot 6 | -4.7 | -1.6 |
| Plot 7 | -1.9 | -1.9 |
| Plot 8 | -2.8 | +0.4 |
| Plot 9 | -5.2 | -1.2 |

上表によつて明かなように、灌漑による地温の降下は普通灌漑区は温水灌漑区よりも著しく大きい。覆土区の灌漑による地面温度降下が他区より小さいのは、灌漑後比較的乾いている土を以つて覆土し、この覆土の表面の温度を観測したためである。

5cm の深さになると温水灌漑区の温度降下は甚だ小さくなるが、普通灌漑区に於ては 5 cm 及び 10cm にも冷水の影響は可成顯著に現われていた (第 7, 8 図)。

次に灌漑前後に於ける標準区、普通灌漑区及び温水灌漑区の地温垂直分布を見るに、灌漑直前の 14 時の

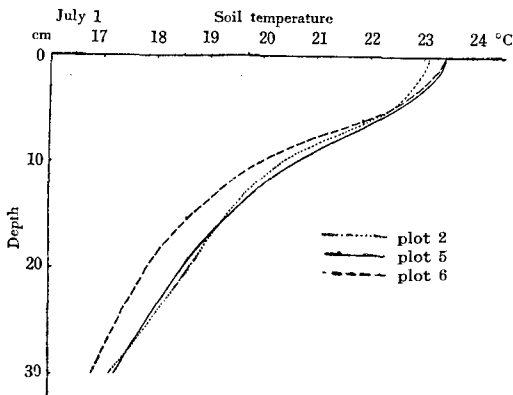


Fig. 9. Soil temperature-depth curve. 14^h, July 1. (Before irrigation).

垂直分布は第 9 図に示すように、10 cm 以深は例外であるが表層付近の地温は 3 区共ほぼ同温であつた。灌漑後 (第 10 図) には普通灌漑区は冷水の影響を受けて他 2 区よりも著しく低温になつた。5 cm 深さの普通灌漑区の地温は標準区より 2.8°C、温水灌漑区より 2.0°C の低温であつた。

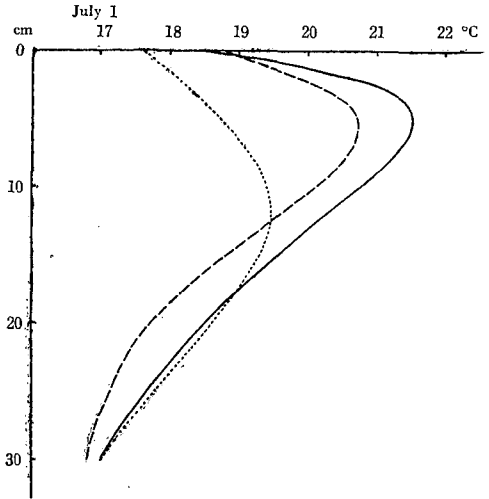


Fig. 10. Soil temperature-depth curve. 15^h, July 1. (After irrigation).

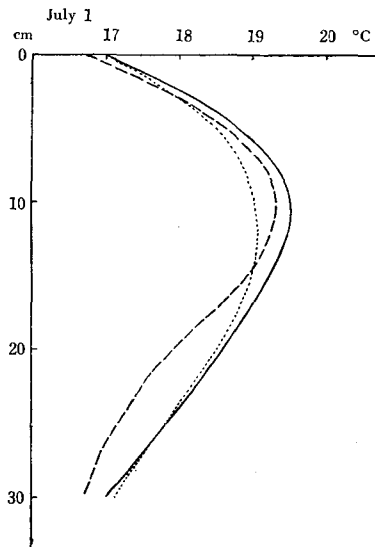


Fig. 11. Soil temperature-depth curve. 20^h, July 1. (After irrigation).

灌漑後約 1 時間 30 分経過した 17 時には地面温度は 3 区共殆ど同温であつたが、5~10cm 深さに於ては

普通灌溉区には冷水の影響がなお顕著に見られた。20時に於ても冷水の影響は10cm付近に幾らか残つていたが、その後になると3区間の温度差は次第に小さくなった(第11図)。

土壤水分の変化

水分の測定は次のようにした。即ち直径5.6cm、高さ2cmの真鍮製環にて所定の深さの土壤を自然状態のまま採取して、これを乾燥し水分量を乾燥土重で除し、これに100を乗じて含水比とした。6月30日午後(灌溉前)と7月1日午後(灌溉後)の2回測定し

た。その後は降雨のため中止した。

含水比の垂直分布を示すと第12図a、bの如くである。

灌溉前に於ける含水比分布は各区共区々であるが、地面付近は35~40%、20cmの深さでは65%内外であつた。

被覆区の20cm深さの含水比が著しく小さいのは、砂を他区より多量に含んでいたためである。

灌溉後には標準区の地面の含水比は灌溉後やや多くなつているが、これは降雨のためである。灌溉区は一般に含水比大きく地面付近は55~60%に達し20cm

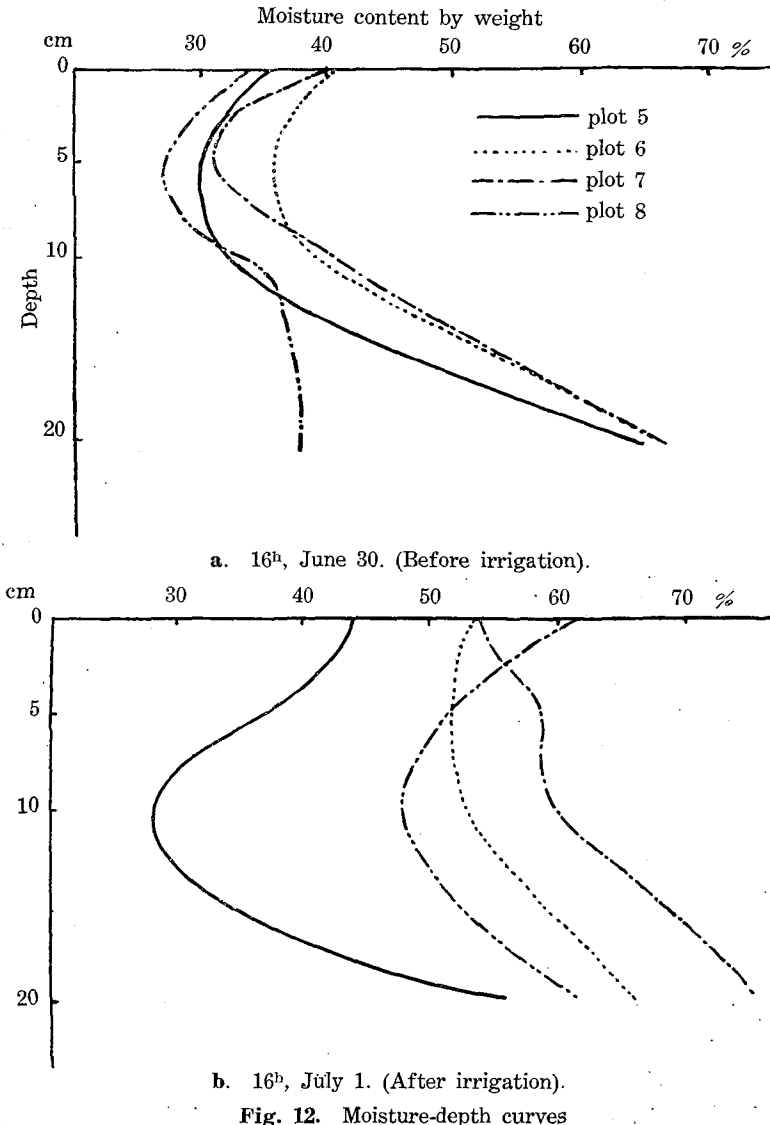


Fig. 12. Moisture-depth curves

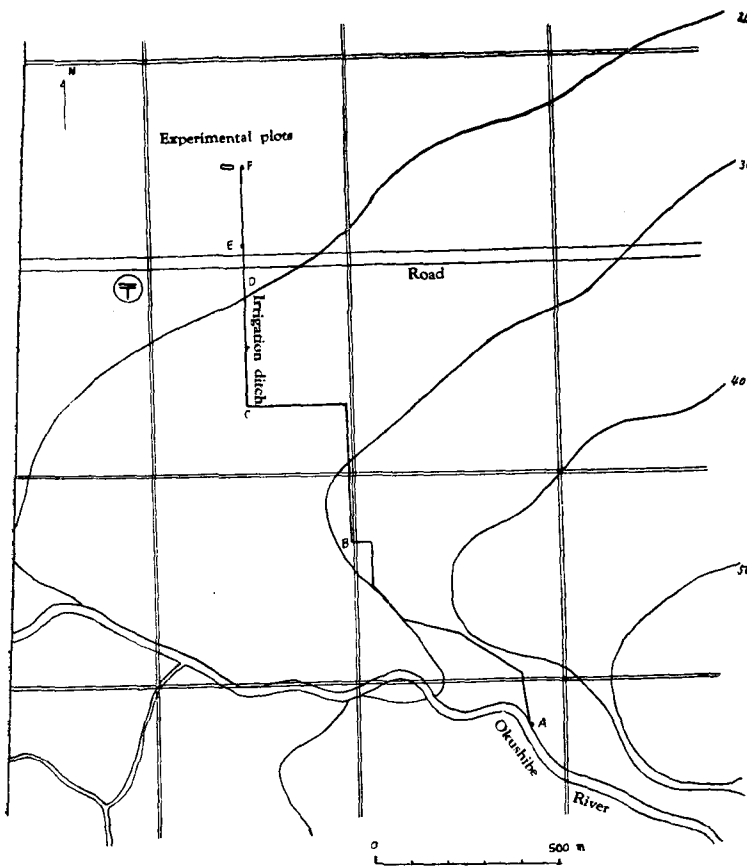


Fig. 13. Location of irrigation experiments in the village of Shari, Hokkaido.

水路は支線を出している。BC間は 647 m, CD 間は 360. m である。Eは中学校の用水池で、此処から試験

地まで 210 m の間を小溝を通つて流れている。観測結果は次表の如くである。

Table 5. Water temperature observed at various points. (°C).

| Observation points | A | B | C | D | F | Weather |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| July 2, 1952 | 14.1 (10:50) | 14.4 (11:28) | 14.6 (11:35) | — — | — — | cloudy with some rain |
| August 11, 1952 | 17.2 (14:00) | 18.5 (14:20) | 19.6 (14:25) | 20.7 (14:30) | 21.1 (14:35) | fair |
| July 20, 1953 | 16.8 (12:22) | 18.9 (12:08) | 20.1 (11:57) | 21.8 (12:51) | — — | cloudy sometimes fair |

上表によると、取入口からC点までの間に於て、7月2日の如き天気不良の場合には流水の水温上昇は非常に小さいが、天気が良い場合には同区間に於て 2.4 ~ 3.3°C の上昇があり、試験地に達すると日中の温度の高い時刻には約 21°C に達した。

要 約

以上数項に亘つて述べた事柄を要約すると次の如くなる。

(1) 1952 年斜里町に於て、標準区、普通灌漑区、

では 60~70% であつた。

水路中に於ける
流水の温度

水路中の流水の温度は日中に於ては、日射の吸収や空気からの熱の移譲によつて上昇するが、他方水面からの放熱蒸発による潜熱等として熱を失う。なおこの他に滲漏水ある場合にはこのために逸失する熱もあり、又流水と土壌との熱交換もあるので水温の変化は甚だ複雑であるが、用水の温度を上昇せしめるには日射を充分利用すると共に滲漏水を出来るだけ少くする事が肝要である。

水温上昇の基礎理論についての記述は他の適当な機会に譲り、茲には主に水温観測の数例について述べる。

水路内水温観測はA, B, C点(第13図参照)、更に必要に応じてD, Fに於ても行つた。A点はオクシベ川取入口で、この点から690m離れた処にB点がある。C点に於て

温水灌漑区等を設けて灌漑水温が地温に及ぼす影響、灌漑前後の土壌水分及び水路内に於ける流水の温度上昇等についての観測を行った。

(2) 7月1日14時30分普通灌漑区には15°Cの水を、温水灌漑区には18°Cの温水を灌漑して、その後の地温を比較して見ると、15時には普通灌漑区の地面温度は温水灌漑区及び標準区よりも著しく低温となつたが、数時間経過後には差は殆ど認められなかつた。

(5) 5cmの深さに於ては冷水灌漑の影響は顯著で且つその影響は長い間続いた。15cm位の深さに於ても冷水の影響が見られた。

(4) 晴天日には、水路中の流水の温度はA点からC点まで1337m流れる間に2.4~3.3°C上昇した。

本報告を終るに当り、観測に協力して下された道土地改良課の木村技師、斜里農協の斎藤技師及び当教室の工藤勇夫氏に深く感謝すると共に、資料の整理に助力された大泉英子嬢に厚く御礼を申し上げる。

文 献

- 1) 八 鍬，黒田：北海道に於ける降水量の調査。北海道氣象要報，第1巻（昭和16）。
- 2) 八 鍬その他：北海道の氣候。北海道氣象要報特別報告，第2号（昭和19）。
- 3) 八 鍬，山吹：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就いて。北海道大学農学部付属農場特別報告，第10号（昭和27）。

Summary

In the summer of 1952, experiments on farm irrigation were conducted at Shari, Hokkaido.

(1) The arrangement of plots was as follows:

Plots 1, 5 and 9 were control

Plot 2 was irrigated with water from the river Okushibe (Figure 13)

Plots 3 and 4 were irrigated in like manner as plot 2, then plot 3 was covered with a thin soil layer and plot 4 with wheat straw respectively.

Plot 6 was irrigated with water warmed in a small pond.

Plots 7 and 8 were irrigated in like manner as plot 6, then plot 7 was covered with a thin soil layer and plot 8 with wheat straw respectively.

(2) Thirty mm of water was irrigated every ten days and to each of plots 3 and 7 was added a thin layer of soil each time.

To learn the effect of irrigation water upon soil temperature the observations on July 1 were taken.

At 14^h 30^m on July 1 water of 15°C was added to plots 2, 3 and 4.

Water warmed in a small pond to 18°C was irrigated to plots 6, 7 and 8.

After the irrigation, the soil temperatures of plot 2 from the surface to the depth of about 15 cm became considerably lower than those of plots 5 and 6 (Figures 6-11) and the effect remained even until 20^h July 1.

(3) The rise of water temperature in the ditch between points A and C (Figure 13) was about 2.4~3.3°C in fine weather.