

重粘土クリーク水田における圃場整備後の水収支について

生島 芳雄・黒田 正治*

(土地改良学研究室)

昭和48年5月15日 受理

On Water Budget after Land Readjustment for Heavy Clay Soil Paddy Field Close to Creek

Yoshio IKUSHIMA and Masaharu KURODA

(Laboratory of Land Melioration)

Received May 15, 1972

Summary

The study of water budget was carried out in order to obtain the basic data for irrigation plan after land readjustment.

The test field in lower part in Saga plain is a typical heavy clay soil paddy field close to creek.

The results of the tests are summarized as follows.

- 1) The mean value of the net duty of water was 15.3 mm in depth per day during the irrigation period.
- 2) The mean ratio of the net duty of water to evapo-transpiration was 2.47.
- 3) The greater part of water losses was due to horizontal seepage through the border.
- 4) It is estimated that more than 90 percent of seepage water returns to creek.

1 は し が き

佐賀重粘土クリーク水田地帯において、現今、営農の大規模化、労働生産性の向上を目的として圃場整備事業が活発に行なわれている。これら圃場整備は、従来、貯水池および導水路として重要な役割をはたしてきたクリークの統廃合をともなうものである。したがって圃場整備とカンガイ・排水システムの再整備は表裏一体をなすものである。

当研究室においては、圃場整備計画およびそれにともなう水計画に関する基礎資料を得ることを目的として、クリークを含めた圃場の水収支に関する研究に着手した。

まず、昭和44年度においては、揚水ポンプ、管路などのカンガイ施設の大きさを決定するために必要な一筆水田に関する水収支試験を行ない、報告した¹⁾。

昭和45年度および46年度には、圃場整備施工後における圃区全域のカンガイ排水計画を対象として、比較的広域の水田(約8.5ha)について、隣接するクリークも含めた水収支試験を行なっている。その結果、水田浸透水のうち、クリークに還元される水量を把握することができた。なお、本報告では、昭和46年度の試験結果を中心に述べることにする。

* 九州大学農学部灌漑利水工学研究室

2 試験地の概要

試験対象地区は、佐賀平坦部重粘土クリーク水田地帯の最下流端に属する佐賀県佐賀郡東与賀町大授搦干拓地である。位置を図-1に示す。

試験対象圃場の概形は大略長方形であり、その全面積は、耕作道路およびケイハンを含めて $156\text{m} \times 550\text{m} = 85800\text{m}^2 = 8.6\text{ha}$ である。試験圃場の水田区画の配置は、図-2に示すとおりである。

本圃場内の中央部を幅員 4.00m の耕作道路が東西に走っており、この道路に沿って全長 515.5 m のカンガイ用埋設管水路が施設されている。またこの道路によって、北半部水田群と、南半部水田群の二つに分割されている。

これらの水田群は、それぞれ他の一辺でクリークに接している。北半部水田群の耕地面積はケイハンを含めて 4.09ha であり、17筆に分割されている。この内の 1筆 (0.28ha) は減反休耕を行なっている。南半部水田群の耕地面積はケイハンを含めて 4.16ha であり、11筆に分割されている。また、域内の農用施設および家屋などの非耕地は除外している。それゆえ、試験圃場の耕地面積はケイハンも含めて南北部合計 8.25ha であり、そのうち 0.28ha は休耕田である。

圃場の均平度は圃場整備工事施工後 2年目であり、良好である。土壌は海成沖積土であり、土性は粘土である。

なお、圃場全域に埋設深 40cm、間隔 4m 毎にモグラ暗渠が施工されている。暗渠施工時期は昭和45年度冬期であり、施工後、半年目の圃場である。

圃場の概貌を、図-3に示す。

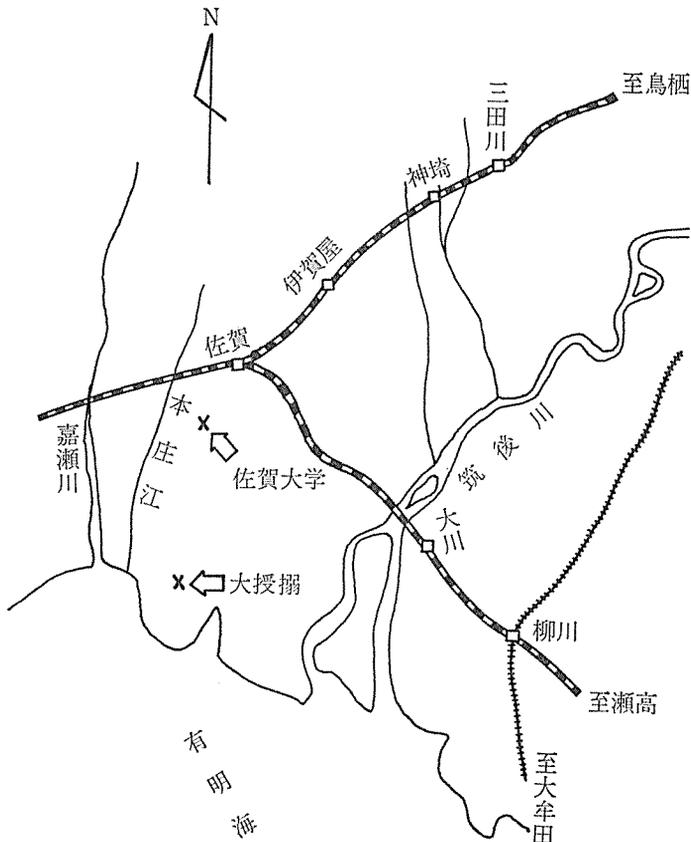


図-1 試験地区位置図

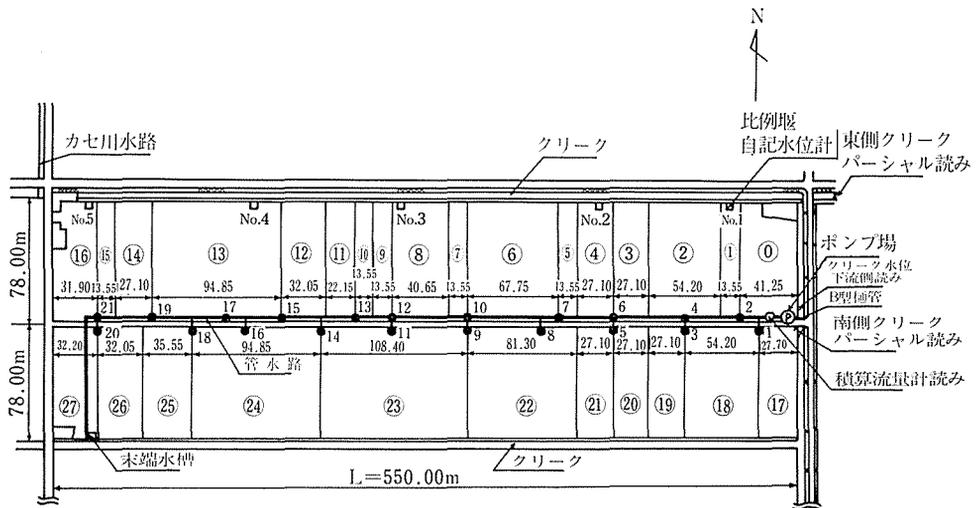


図-2 調査地区の概形および測定位置図（佐賀県佐賀郡東与賀町大授搦）



図-3 試験地の概貌

3 試験の内容

前節で述べたように、試験圃区は中央部耕作道路により、南北二群に分割されている。

これら二群の水田群は、それぞれ一辺でクリークに隣接している。このうち、北半部水田群に接しているクリークでは、クリークへの流入水量、クリークからの流出水量の実測が可能である。他方、南半部水田群に接しているクリークは試験圃区以外の水田にも接しており、流出入水量の把握が技術的に困難である。

このような理由から、まず、①北半部水田群に関しては、クリークも含めた水収支試験を行なっている。これにより、北半部水田群からの浸透量と、浸透水のうちクリークに再還元される水量との関係を明らかにすることができた。

さらに、②北半部水田群と南半部水田群との必要供給水深の相異を明らかにすることを目的として、北半部水田群自体と南半部水田群自体の水収支試験をそれぞれ独立に行なった。

③また、試験対象圃区全域の水収支試験も行なっている。

これら各試験の対象区域を図示すれば、図-4 のようになる。

試験は、分ケツ期以降の各生育期について行なっている。

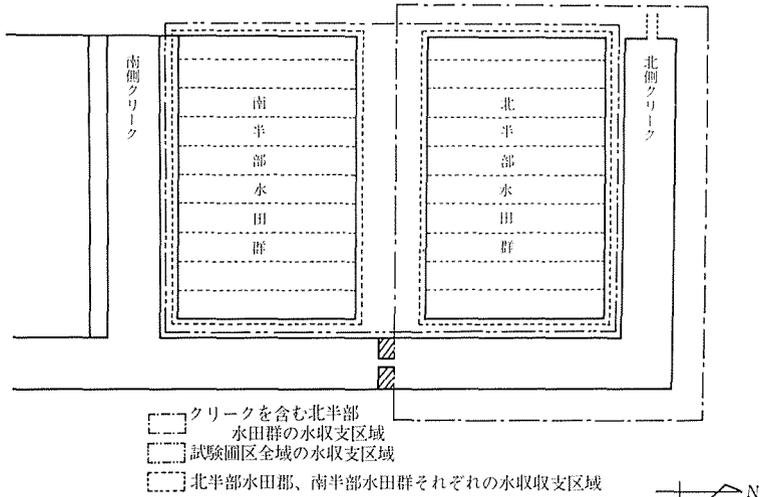


図-4 試験対象区域模式図

4 水収支式

4.1 クリークの水収支式

クリークの水収支式は(1)式のようになる。(1)式を説明するための模式図を図-5に示す。

$$Q_{inK} + Q_{inE} + Q_{inF} - Q_{outK} - Q_{outP} - E_v \cdot A'_K + I \cdot A'_K + R_c = \Sigma \frac{\Delta h'}{\Delta t} A_K \quad \dots\dots(1)$$

ここで

Q_{inK} ; 嘉瀬川水路からクリークへの流入量 (m³/day).

Q_{inE} ; 東側クリーク (他流域) からの流入量 (m³/day).

Q_{inF} ; 水田からクリークへの地表面流入量 (m³/day).

Q_{outK} ; 当該クリークから南側クリーク (他流域) への流出量 (m³/day).

Q_{outP} ; 当該クリークから水田への揚水量 (m³/day).

$E_v \cdot A'_K$; 当該クリークからの蒸発量 (m³/day). ただし, E_v は蒸発位, A'_K はクリークの蒸発面である.

$I \cdot A'_K$; 当該クリークへの降水量 (m³/day). ただし, I は降水位, A'_K はクリークの降水面である.

$\Sigma \frac{\Delta h'}{\Delta t} \cdot A_K$; クリークの貯留量変化量 (m³/day).

R_c ; 水田からクリークへの浸透水還元量 (m³/day) である.

(1)式において, R_c 以外の量は, 実測可能であり, R_c が未知量である.

4.2 北半部水田群の水収支式

北半部水田群に関する水収支式は(2)式のようになる。(2)式を説明するための模式図を図-5に示す。

$$\Sigma Q_{inN} - \Sigma Q_{outN} = \Sigma E_t \cdot a_{iN} - \Sigma I \cdot a_{iN} + \Sigma \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot a_{iN} + P_{crN} \quad \dots\dots(2)$$

ここで

ΣQ_{inN} ; 北半部各筆水田ごとの水田流入量の和 (m^3/day).

ΣQ_{outN} ; 北半部各水田ごとの水田流出量の和 (m^3/day).

$\Sigma E_c \cdot a_{iN}$; 北半部各筆水田ごとの蒸発散量の和 (m^3/day). ただし, E_c は蒸発散位, a_{iN} は北半部水田の各筆ごとの面積である.

$\Sigma I \cdot a_{iN}$; 北半部各筆水田への降水量の和 (m^3/day). ただし, I は降水位である.

$\Sigma \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot a_{iN}$; 北半部各筆水田ごとの田面貯留量変化量の和 (m^3/day).

P_{orN} ; 北半部水田群からの浸透損失量 (m^3/day) である.

(2)式において, P_{orN} 以外の量は実測可能な量であり, P_{orN} のみが未知量となる.

北半部水田群への必要供給水量 W_{roN} は田面からの蒸発散量 $\Sigma E_c \cdot a_{iN}$ と浸透量 P_{orN} の和として与えられる. すなわち

$$W_{roN} = \Sigma E_c \cdot a_{iN} + P_{orN} \quad \dots\dots(3)$$

となる. それゆえ, 北半部水田群の平均必要供給水深 h_{roN} は W_{roN} を北半部水田群の水田面積 Σa_{iN} で除して

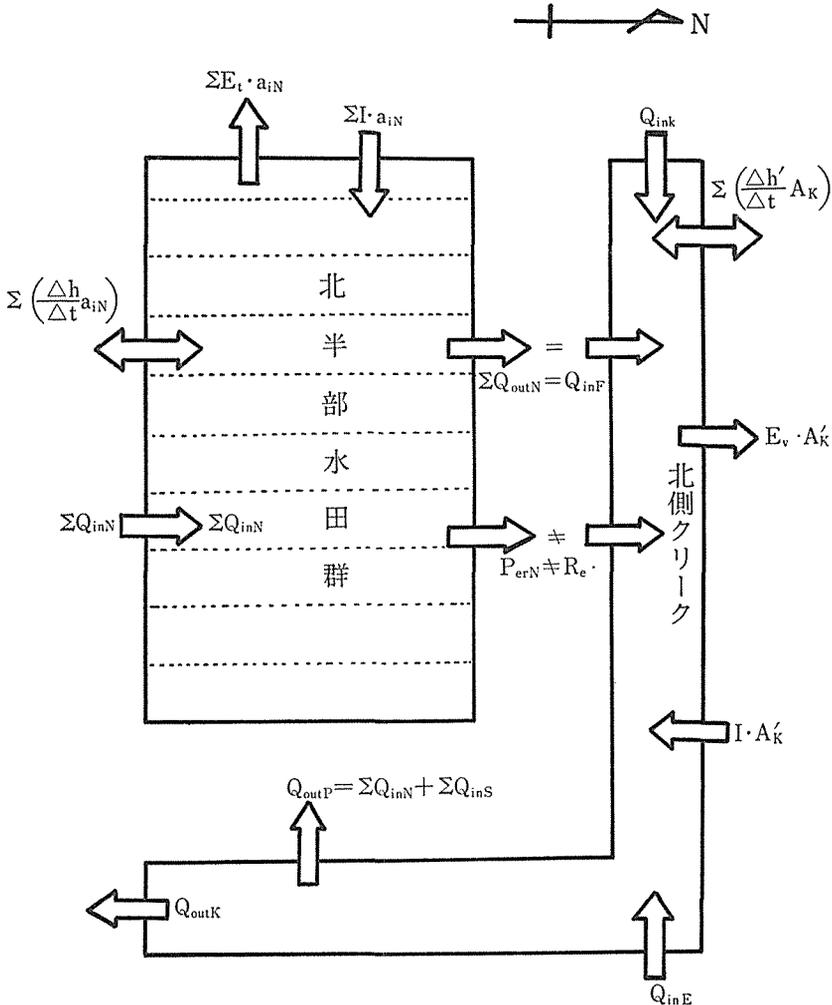


図-5 クリークを含む北半部水田群の水収支模式図

$$h_{rcN} = W_{rcN} / \Sigma a_{iN} = (\Sigma E_t \cdot a_{iN} + P_{crN}) / \Sigma a_{iN} \quad \dots\dots\dots(4)$$

で与えられる。

4・3 浸透損失量のクリークへの還元率

水田の浸透損失量 P_{orN} のうち、クリークに再度、還元される量 R_o の比率、すなわち浸透水のクリーク還元率 K は(5)式で表わされる。

$$K = R_o / P_{crN} \quad \dots\dots\dots(5)$$

ここで、 R_o および P_{orN} はそれぞれ、(1)、(2)式によって求められる量である。(5)式により、浸透水のクリーク還元率 K を明らかにすることが、本試験の主要な目的である。

4・4 南半部水田群の水収支式

北半部水田群と南半部水田群とは、日照条件の違いにより、ケイハンの乾燥状態がかなり異なっている。それゆえ、ケイハンをとおしての横浸透も北半部水田群と南半部水田群とではかなり異なっていると考えられる。これを明らかにするために、北半部とは別個に、南半部水田群に関して水収支式を作り、それらの相異の比較検討をみる。

南半部水田群に関する水収支式は(6)式のようになる。(6)式を説明するための模式図を図-6に示す。

$$\Sigma Q_{iNS} - \Sigma Q_{outS} = \Sigma E_t \cdot a_{iS} - \Sigma I \cdot a_{iS} + \Sigma \frac{dh}{dt} \cdot a_{iS} + P_{crS} \quad \dots\dots\dots(6)$$

ここで

ΣQ_{iNS} ; 南半部各筆水田ごとの水田流入量の和 (m^3/day).

ΣQ_{outS} ; 南半部各筆水田ごとの水田流出量の和 (m^3/day).

$\Sigma E_t \cdot a_{iS}$; 南半部各筆水田ごとの蒸発散量の和 (m^3/day). ただし、 E_t は蒸発散位、 a_{iS} は南半部水田の各筆ごとの面積である。

$\Sigma I \cdot a_{iS}$; 南半部各筆水田への降水量の和 (m^3/day). ただし、 I は降水位である。

$\Sigma \frac{dh}{dt} \cdot a_{iS}$; 南半部各筆水田ごとの田面貯留量変化量の和 (m^3/day).

P_{crS} ; 南半部水田群からの浸透損失量 (m^3/day) である。

(6)式において、 P_{ors} 以外の量は実測可能な量であり、 P_{ors} のみが未知量となる。

南半部水田群への必要供給水量 W_{res} は田面からの蒸発散量 $\Sigma E_t \cdot a_{iS}$ と浸透量 P_{ors} の和として与えられる。すなわち、

$$W_{rcS} = \Sigma E_t \cdot a_{iS} + P_{crS} \quad \dots\dots\dots(7)$$

となる。それゆえ、南半部水田群の平均必要供給水深 h_{res} は W_{res} を南半部水田群の水田面積 Σa_{iS} で除して

$$h_{rcS} = W_{rcS} / \Sigma a_{iS} = (\Sigma E_t \cdot a_{iS} + P_{crS}) / \Sigma a_{iS} \quad \dots\dots\dots(8)$$

で与えられる。

4・5 試験圃区全域の水収支

試験圃区全域の水収支式は(9)式で示される。

$$\Sigma Q_{iN} - \Sigma Q_{out} = \Sigma E_t \cdot a_i - \Sigma I \cdot a_i + \Sigma \frac{dh}{dt} \cdot a_i + P_{cr} \quad \dots\dots\dots(9)$$

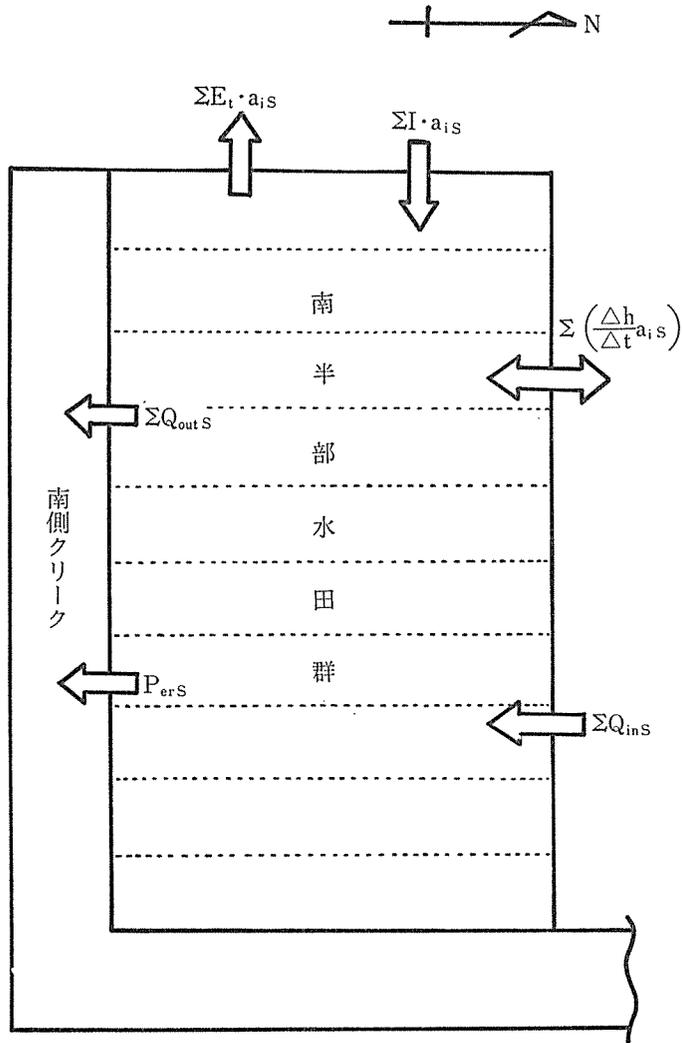


図-6 南半部水田群の水収支模式図

ここで、

$$\Sigma Q_{in} = \Sigma Q_{inN} + \Sigma Q_{inS}$$

$$\Sigma Q_{out} = \Sigma Q_{outN} + \Sigma Q_{outS}$$

$$\Sigma E_t \cdot a_i = \Sigma E_t \cdot a_{iN} + \Sigma E_t \cdot a_{iS}$$

$$\Sigma I \cdot a_i = \Sigma I \cdot a_{iN} + \Sigma I \cdot a_{iS}$$

$$\Sigma \frac{\Delta h}{\Delta t} a_i = \Sigma \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot a_{iN} + \Sigma \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot a_{iS}$$

$$P_{cr} = P_{crN} + P_{crS}$$

である。

圃区全域に関する必要供給水量は

$$W_{rc} = W_{rcN} + W_{rcS} \quad \dots\dots(10)$$

である。

必要供給水深 h_{rc} は

$$h_{rc} = W_{rc} / \sum a_i = W_{rc} / (\sum a_{iN} + \sum a_{iS}) \quad \dots\dots(11)$$

となる。

(9)式を説明するための模式図を図-7 に示す。

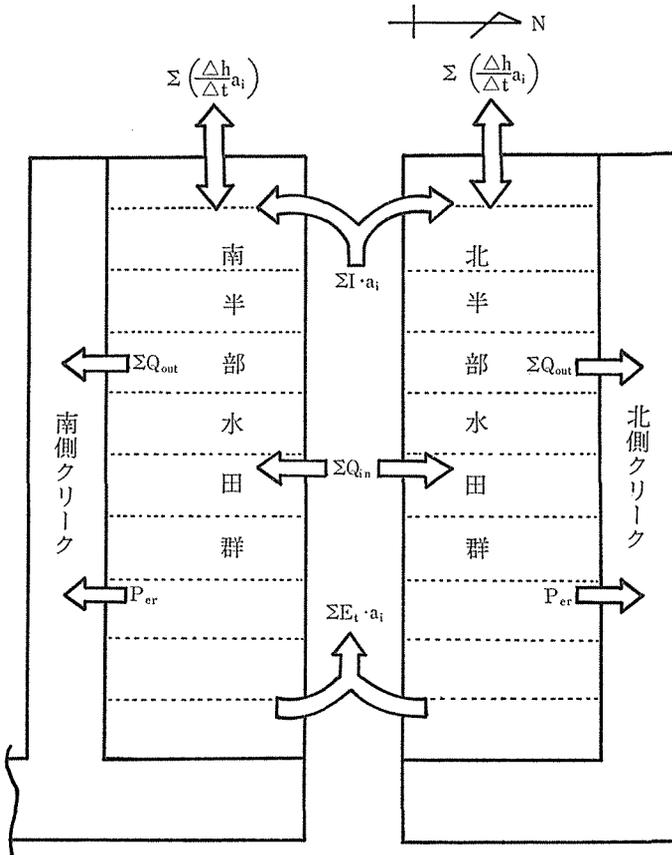


図-7 試験圃場全域の水収支模式図

5 測定項目および方法

5.1 クリークの水収支に関する測定項目とその方法

クリークに関する測定項目は、4.1節、クリークの水収支式(1)式で説明した各項である。このうち、「水田からクリークへの浸透水還元量 R_0 」は未知量である。それゆえ、その他の各項の量を実測することにより、この未知量 R_0 を決定しようとするものである。

以下に、実測項目とその方法を列挙する。

- ① 嘉瀬川水路からクリークへの流入量 Q_{inK} の測定について。

嘉瀬川水路取水口とクリークの流入口の間は、直径 $D=0.35m$ 、長さ $l=28m$ のヒューム管で連

結されているので、その両端部の水位差を測定し、各測定時刻における流量を管路公式で求めた。さらに、台形公式により、これらの流量を積算し、1日間の嘉瀬川→クリーク流入量 Q_{inK} を求めた（図-8 参照）。

② 東側クリークからの流入量 Q_{inE} は、1インチ・パーシャル・フリュームにより各測定時刻ごとに測定した流量を台形公式により積算して求めた（図-9 参照）。

③ 水田からクリークへの地表面流入量 Q_{inF} は各筆水田を5ブロックに統合し、各ブロックごとに設置した自記記録計付の比例堰により測定、積算した（図-10 参照）。

④ 当該クリークから南側クリークへの流出量 Q_{outK} は、3インチ・パーシャル・フリュームにより各測定時刻ごとに測定した流量を台形公式により積算して求めた。南北クリークの縮切部分とパーシャル・フリューム設置の状況は図-11 に示す。

⑤ 当該クリークから水田への揚水量 Q_{outF} は、ウォルトマン型積算流量計により測定した。

⑥ 当該クリークからの蒸発量は、蒸発位 E_v とクリークの蒸発面 A'_k との積として求めている。ここで、蒸発位 E_v は大型蒸発位計（図-12）により測定した。また、クリークの蒸発面 A'_k はクリークの満水水面積を採用した。

⑦ 当該クリークへの降水量は、雨量計による降水位の測定値 I にクリークの降水面積 A'_k を乗じて求めた。

⑧ クリークの貯留量変化量 $\Sigma \frac{dh'}{dt} \cdot A_k$ は、クリークの縦横断測量により、水位—貯留曲線を描き、当日の水位に相当する貯留量と前日の水位に相当する貯留量との差として求めた。

水位—貯留量曲線を図-13 に示す。

なお水位は、クリーク内水位標により測定している。

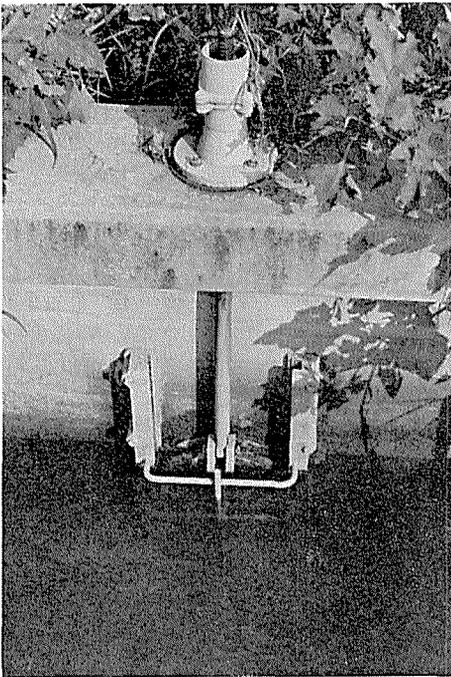


図-8 嘉瀬川水路からクリークへの取水口



図-9 東側クリークから当該クリークへの流入量 Q_{inE} の測定用パーシャル・フリューム

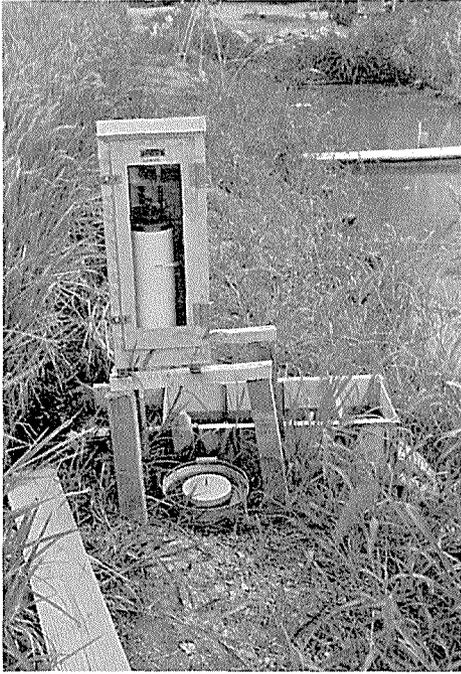


図-10 水田からクリークへの地表面流入量 Q_{inF} 測定用比例堰

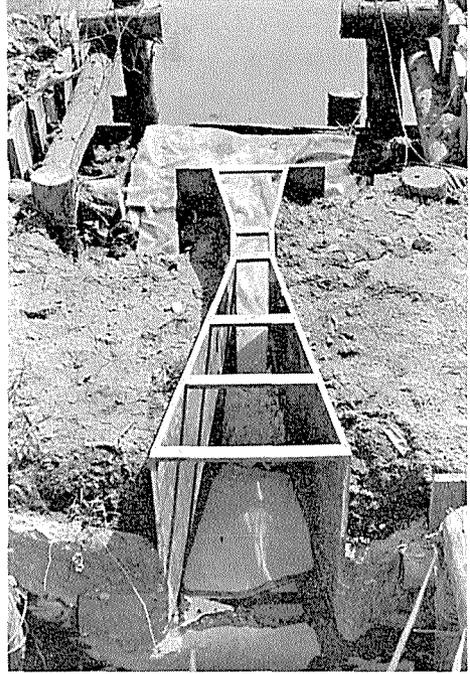


図-11 南北クリークの締切部と Q_{outK} 測定用パーシャル・フリューム



図-12 蒸発位 E_V 測定用大型蒸発計

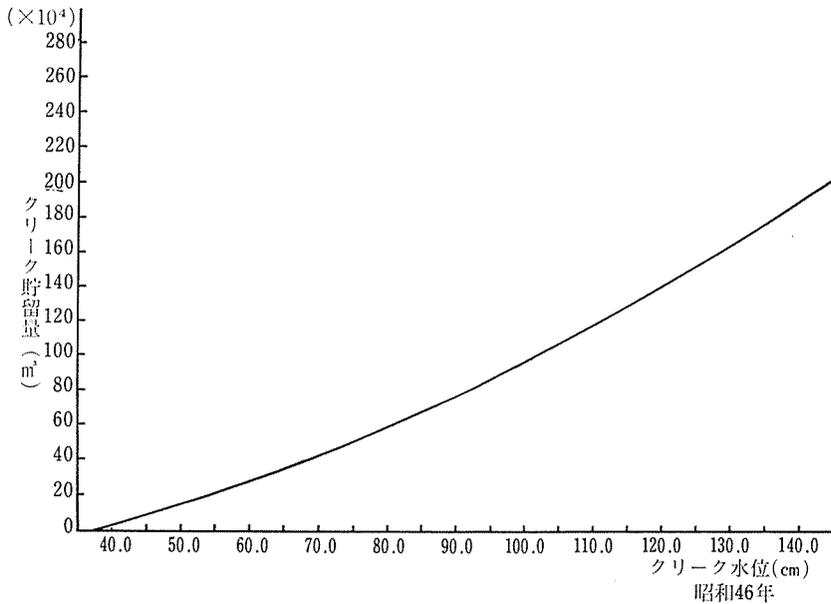


図-13 クリーク内水位-貯留量曲線

5.2 水田域の水収支に関する測定項目とその方法

水田群に関する測定項目は、4.2節(2)式、4.4節(6)式および4.5節(9)式で説明した各項である。これらの各項のシンボルの添字 N は、北半部水田群のそれを示し、添字 S は、南半部のそれを示す。また、添字のないものは試験圃区全域に関する項を示している。

「水田群からの浸透損失量 P_{er} 」は未知量である。それゆえ、その他の各項の量を実測することにより、この未知量 P_{er} を決定しようとするものである。

以下に、実測項目とその方法を掲げる。

① 各筆ごとの水田への流入量 Q_{in} は、カンガイ水吐出口ごとに静水槽付の1インチ・パーシャル・フリュームにより測定し、積算した。装置を図-14 に示す。

水収支対象水田群への流入量は、上記の方法で求めた各筆ごとの流入量 Q_{in} の和 ΣQ_{in} として表わす。

② 各筆ごとの水田からの地表流出量 Q_{out} は、水田を5ブロックに統合し、これらブロックごとに自記記録計付の比例堰で測定した。測定装置は図-10 に示す。

水収支対象水田群からの流出量は、上記の方法で求めた各ブロックごとの流出量の和、 ΣQ_{out} として表わす。なお、北半部水田群に関する ΣQ_{outN} は Q_{inF} に等しい。

③ 蒸発散位 E_e は、気象観測による小型蒸発計蒸発位に表-1の生育期ごとの係数を乗ずることによって求めた。表-1の係数は、九州農業試験場において、普通植水稻に関して定められたものである²⁾。

表-1 蒸発散水位換算係数

		7 月	8 月	9 月	10 月
上	旬	0.79	1.14	1.23	1.21
中	旬	1.01	1.11	1.33	—
下	旬	1.02	1.20	1.50	—

上記の方法で求めた蒸発散位に各筆ごとの水田面積 a_i を乗じ、これらを水収支対象水田にわたり加え合わせるにより、水田群からの蒸発散量の総和 $\sum E_i \cdot a_i$ を求めた。

④ 水田への降水位は雨量計により求め、これに当該水田面積を乗ずることにより、当該水田群への降水量 $\sum I \cdot a_i$ を求めた。

⑤ 田面貯留量変化量は各筆水田ごとにフックゲージを設置し、貯留深の変化量 dh/dt を求め、これに当該水田の面積 a_i を乗じ、各筆ごとの貯留量変化量 $\frac{dh}{dt} \cdot a_i$ を求める。これら一筆ごとの値を水収支対象水田群おののについて求め、それらの和として貯留量変化量の和 $\sum \frac{dh}{dt} \cdot a_i$ を求めた。フックゲージを図-15 に示す。



図-14 各筆ごとの水田への流入量 Q_{in} 測定用パーシャル・フリュウム



図-15 水田貯留量変化量測定用フックゲージ

6 試験結果

試験は、分ケツ期、中干し直後、穂バラミ期および出穂開花期のそれぞれについて行なった。試験結果は3章「試験の内容」で述べたように、①クリークを含めた北半部水田群の水収支、②南半部水田群の水収支および③試験圃区全域の水収支のそれぞれについてまとめた。

6・1 クリークを含めた北半部水田群の水収支

クリークの水収支については、4・1節の(1)式によって、各測定日ごとに求める。

北半部水田群の水収支については、4・2節の(2)、(3)および(4)式によって、各測定日ごとに求める。

さらに、水田の浸透損失量 P_{erN} のうち、クリークに再度、還元される量 R_c の比率、すなわち、浸透水のクリーク還元率 K を4・3節(5)式によって、各測定日ごとに求める。

表-2 クレリク水収支 (佐賀県佐賀郡東与賀町大授福) 昭和46年

月/日～日	嘉瀬川水路からの流入量 Q_{inK} m ³ /day	東側クレークからの流入量 Q_{inE} m ³ /day	水田からの地表流入量 Q_{inF} m ³ /day	南側クレークへの流出量 Q_{outK} m ³ /day	クレーク田への揚水量 Q_{oup} m ³ /day	クレークからの蒸発量 $E_v \cdot A'_k$ m ³ /day	クレークへの降水量 $I \cdot A'_k$ m ³ /day	クレーク貯留量変化量 $\sum \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot A_k$ m ³ /day	水田からの浸透還元量 R_e m ³ /day
7/5(朝)～6(朝)	1363.8	103.1	0	0	1685.0	4.1	0	-35.8	186.4
7/7(朝)～8(朝)	1227.6	78.8	0	0	774.0	15.9	0	684.1	167.6
8/8(朝)～9(朝)	0	181.8	0	13.9	1414.0	14.2	0	607.6	624.3
8/9(朝)～10(朝)	771.4	96.5	0	0	598.4	2.6	0	587.6	320.7
8/9(夕)～10(夕)	492.1	53.3	0	0	1594.0	11.3	0	-651.7	408.2
8/24(夕)～25(夕)	0	200.5	0	81.6	1072.0	8.1	0	-625.3	335.9
8/25(夕)～26(夕)	1017.7	91.1	0	0	1449.0	8.1	0	-38.3	310.0
8/26(朝)～27(朝)	1017.7	76.5	0	0	1449.0	8.1	0	-4.9	358.0
8/26(夕)～27(夕)	0	81.2	0	0	0	7.2	0	456.4	382.4
9/7(夕)～8(夕)	0	244.5	0	0	0	6.7	0	454.4	216.6
9/8(朝)～9(朝)	0	145.3	0	0	0	9.0	0	403.0	266.7
9/8(夕)～9(夕)	1510.2	123.9	0	0	1374.0	9.3	0	370.7	119.9
9/9(朝)～10(朝)	1510.2	119.6	0	20.0	1460.0	8.7	0	267.6	126.5

表-3 北半部水田群水収支 (佐賀県佐賀郡東与賀町大授福) 昭和46年

月/日～日	流入量 ΣQ_{inN} m ³ /day	流出量 ΣQ_{outN} m ³ /day	蒸発散水位 mm/day	蒸発散量 $\Sigma E_t \cdot a_{in}$ m ³ /day	降雨量 $\Sigma I \cdot a_{in}$ m ³ /day	貯留量変化量 $\Sigma \frac{\Delta h}{\Delta t} a_{in}$ m ³ /day	畦畔浸透量 P_{e-rN} m ³ /day	畦畔単位長 当たり浸透量 P_{e-rN}/L_N m ³ /day/m	必要供給水量 W_{reN} m ³ /day	必要供給水深 h_{r-eN} mm/day
7/5(朝)～6(朝)	911.2	0	5.4	203.9	0	518.9	188.4	0.324	392.3	10.4
7/7(朝)～8(朝)	218.2	0	6.3	237.9	0	-178.9	159.2	0.274	397.1	10.5
8/8(朝)～9(朝)	736.0	0	5.6	211.4	0	-74.7	599.2	1.030	810.7	21.5
8/9(朝)～10(朝)	195.2	0	1.9	71.7	0	-302.8	426.3	0.732	498.0	13.2
8/9(夕)～10(夕)	646.7	0	6.6	249.2	0	97.7	299.8	0.515	549.0	14.5
8/24(夕)～25(夕)	474.8	0	7.2	271.8	0	-159.9	362.9	0.624	634.7	16.8
8/25(夕)～26(夕)	717.9	0	7.1	268.1	0	180.8	269.0	0.462	537.1	14.2
8/26(朝)～27(朝)	717.9	0	6.2	234.1	0	103.2	380.6	0.654	614.7	16.3
8/26(夕)～27(夕)	0	0	7.1	268.1	0	-626.0	357.9	0.615	626.0	16.6
9/7(夕)～8(夕)	0	0	7.0	264.3	0	-609.1	344.8	0.592	609.1	16.1
9/8(朝)～9(朝)	0	0	7.0	264.3	0	-511.2	246.9	0.424	511.2	13.5
9/8(夕)～9(夕)	670.6	0	6.4	241.6	0	285.2	143.8	0.247	385.4	10.2
9/9(朝)～10(朝)	670.6	0	6.4	241.6	0	235.7	193.3	0.332	434.9	11.5
平均蒸発散水位	6.2mm/day	平均必要供給水深	6.4	\bar{I}_{reN}	14.3mm/day	畦畔単位長 当たり平均浸透量	k_N	0.525m ³ /day/m		

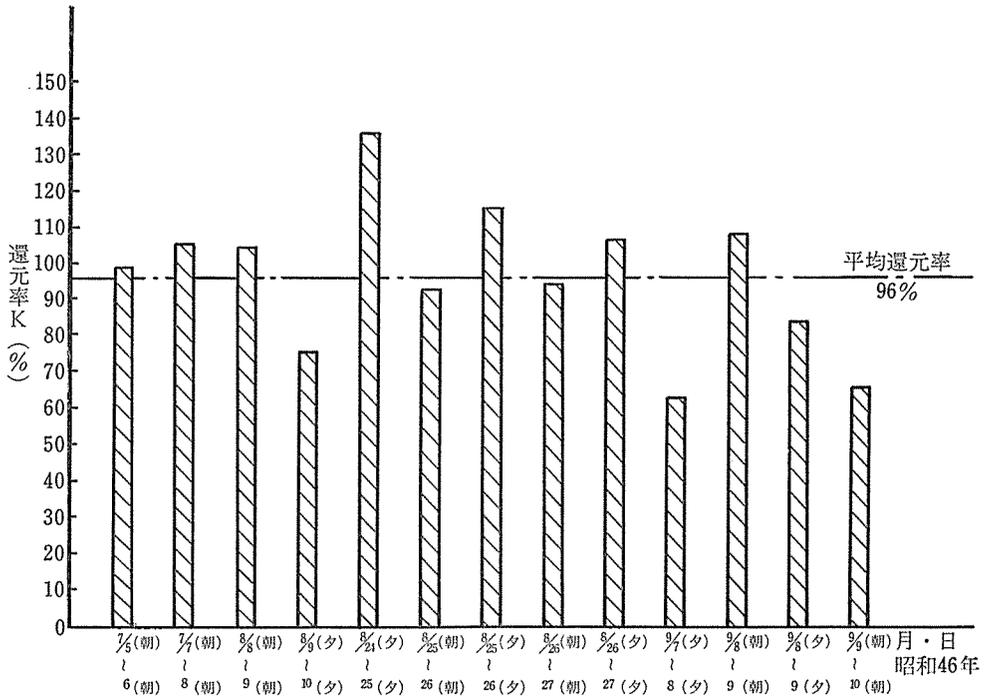


図-16 測定月日別の還元率

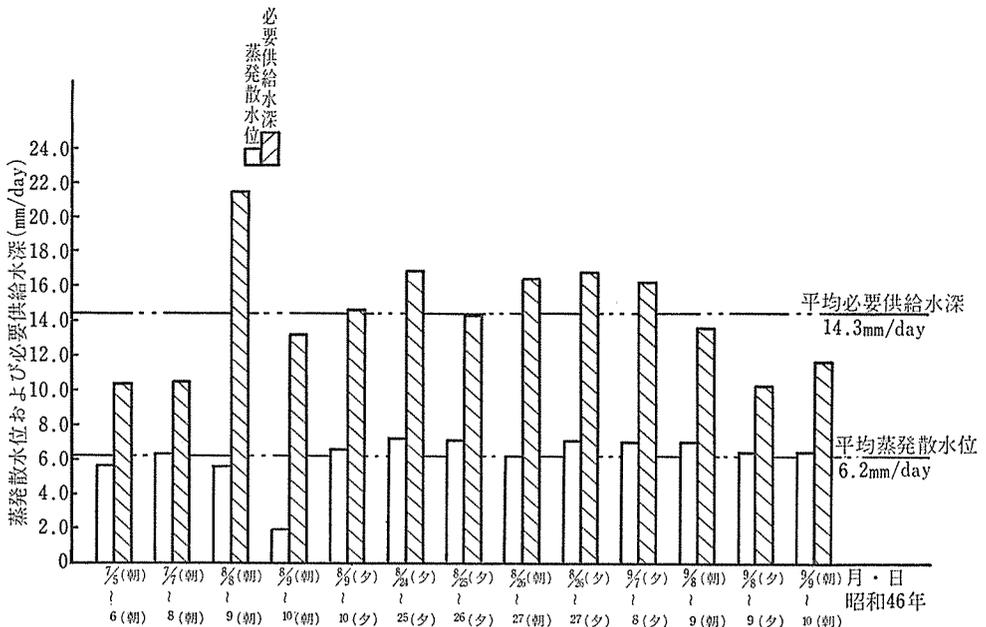


図-17 測定月日別の蒸発散水位および必要供給水深 (北半部水田)

試験期間を通じての一覧表を、クリークに関しては表-2に、これに隣接する北半部水田群に関しては表-3にまとめている。浸透水のクリーク還元率 K を、全試験期間を通じて図示すれば、図-16のようになる。

図からも明らかなように、試験期間を通じての還元率 K の平均値は96.0%である。すなわち、浸透水のほぼ全量がクレークに還元されることを示している。

北半部水田群に関し、必要供給水深と蒸発散水位の測定結果を、測定期間を通じて、図示すれば、図-17のようになる。これによれば、水稻生育期を通じての必要供給水深の平均値は 14.3mm/day であり、これに対し蒸発散水位の平均値は、6.2mm/day である。必要供給水深と蒸発散水位との差、すなわち $14.3-6.2=8.1\text{mm/day}$ は水田からの浸透損失高である。

また、北半部水田群における必要供給水深と蒸発散水位との比は、期間平均で2.31倍である。

6・2 南半部水田群の水収支

南半部水田群の水収支については、4・4節の(6)、(7)および(8)式によって、各測定日ごとに求める。試験期間を通じての一覧表を、表-4 にまとめている。

南半部水田群に関し、必要供給水深と蒸発散水位の測定結果を、測定期間を通じて、図示すれば、図-18のようになる。これによれば、水稻生育期を通じての必要供給水深の平均値は 15.7mm/day である。これに対し蒸発散水位の平均値は 6.2mm/day である。必要供給水深と蒸発散水位との差、すなわち $15.7-6.2=9.5\text{mm/day}$ は水田からの浸透損失高である。

また、南半部水田群における必要供給水深と蒸発散水位との比は期間平均で2.53倍である。

6・3 試験圃区全域の水収支

試験圃区全域の水収支については、4・5節の(9)、(10)および(11)式によって、各測定日ごとに求める。試験期間を通じての一覧表を、表-5 にまとめている。

試験圃区全域に関し、必要供給水深と蒸発散水位の測定結果を、測定期間を通じて、図示すれば、図-19のようになる。これによれば、水稻生育期を通じての必要供給水深の平均値は 15.3mm/day であり、これに対し蒸発散水位の平均値は 6.2mm/day である。必要供給水深と蒸発散水位との差、すなわち $15.3-6.2=9.1\text{mm/day}$ は水田からの浸透損失高である。

また、試験圃区全域における必要供給水深と蒸発散水位との比は期間平均で2.47倍である。

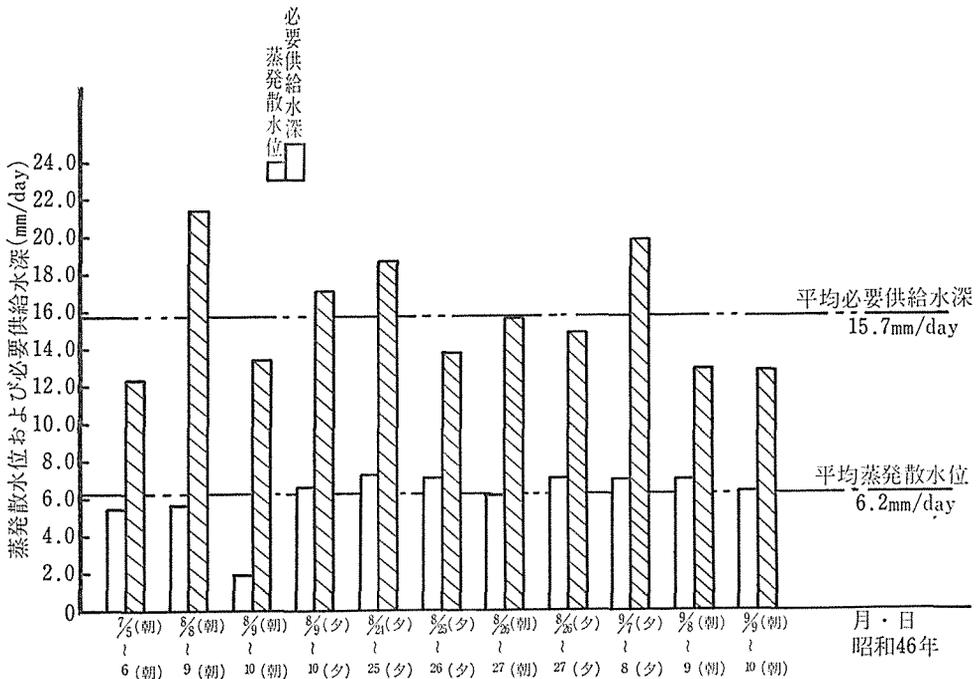


図-18 測定月日別の蒸発散水位および必要供給水深 (南半部水田)

表-4 南 半 部 水 田 群 水 収 支 (佐賀県佐賀郡東与賀町大授爾) 昭和46年

月/日~日	流入量 ΣQ_{ins} m ³ /day	流出量 ΣQ_{outs} m ³ /day	蒸発散水位 mm/day	蒸発散量 $\Sigma E_t \cdot a_{ts}$ m ³ /day	降雨量 $\Sigma I \cdot a_{ts}$ m ³ /day	貯留量変化量 $\Sigma \frac{dh}{dt} \cdot a_{ts}$ m ³ /day	畦畔浸透量 m ³ /day	畦畔単位長 当り浸透量 P _{ers} /L/s	必要供給水量 m ³ /day	必要供給水深 h _{res} mm/day
7/5(朝)~6(朝)	666.4	0	5.4	223.3	0	156.1	287.0	0.467	510.3	12.3
8/8(朝)~9(朝)	586.9	0	5.6	231.6	0	-297.1	652.4	1.061	884.0	21.4
8/9(朝)~10(朝)	304.7	0	1.9	78.6	0	-250.4	476.5	0.775	555.1	13.4
8/9(夕)~10(夕)	944.8	0	6.6	273.0	0	237.8	434.0	0.706	707.0	17.1
8/24(夕)~25(夕)	527.5	0	7.2	297.8	0	-246.5	476.2	0.774	774.0	18.7
8/25(夕)~26(夕)	645.7	0	7.1	293.7	0	74.5	277.5	0.451	571.2	13.8
8/26(朝)~27(朝)	645.7	0	6.2	268.8	0	2.5	374.4	0.609	643.2	15.6
8/26(夕)~27(夕)	0	0	7.1	293.7	0	-615.2	321.5	0.523	615.2	14.9
9/7(夕)~8(夕)	0	0	7.0	289.5	0	-819.3	529.8	0.861	819.3	19.8
9/8(朝)~9(朝)	0	0	7.0	289.5	0	-534.8	245.3	0.399	534.8	12.9
9/9(朝)~10(朝)	570.8	0	6.4	264.7	0	41.3	264.8	0.431	529.5	12.8

平均蒸発散水位 6.2mm/day 平均必要供給水深 \bar{h}_{res} 15.7mm/day 畦畔単位長当り平均浸透量 k_s 0.642m³/day/m

表-5 試 験 面 区 全 域 の 水 収 支 (佐賀県佐賀郡東与賀町大授爾) 昭和46年

月/日~日	流入量 ΣQ_{in} m ³ /day	流出量 ΣQ_{out} m ³ /day	蒸発散水位 mm/day	蒸発散量 $\Sigma E_t \cdot a_t$ m ³ /day	降雨量 $\Sigma I \cdot a_t$ m ³ /day	貯留量変化量 $\Sigma \frac{dh}{dt} \cdot a_t$ m ³ /day	畦畔浸透量 m ³ /day	畦畔単位長 当り浸透量 P _{er} /L	必要供給水量 m ³ /day	必要供給水深 h _{re} mm/day
7/5(朝)~6(朝)	1577.6	0	5.4	427.2	0	675.0	475.4	0.397	902.6	11.4
8/8(朝)~9(朝)	1322.9	0	5.6	443.0	0	-371.8	1251.7	1.046	1694.7	21.4
8/9(朝)~10(朝)	499.9	0	1.9	150.3	0	-553.2	902.8	0.754	1053.1	13.3
8/9(夕)~10(夕)	1591.5	0	6.6	522.2	0	335.5	733.8	0.613	1256.0	15.9
8/24(夕)~25(夕)	1002.3	0	7.2	569.6	0	-406.4	839.1	0.701	1408.6	17.8
8/25(夕)~26(夕)	1363.6	0	7.1	561.8	0	255.3	546.5	0.457	1108.3	14.0
8/26(朝)~27(朝)	1363.6	0	6.2	502.9	0	95.0	765.7	0.640	1268.6	16.0
8/26(夕)~27(夕)	0	0	7.1	561.8	0	-1241.2	679.4	0.568	1241.2	15.7
9/7(夕)~8(夕)	0	0	7.0	553.8	0	-1428.4	874.6	0.731	1428.4	18.1
9/8(朝)~9(朝)	0	0	7.0	553.8	0	-1004.8	451.0	0.377	1004.8	12.7
9/9(朝)~10(朝)	1241.4	0	6.4	506.3	0	277.0	458.1	0.383	964.4	12.2

平均蒸発散水位 6.2mm/day 平均必要供給水深 \bar{h}_{re} 15.3mm/day 畦畔単位長当り平均浸透量 k 0.606m³/day/m

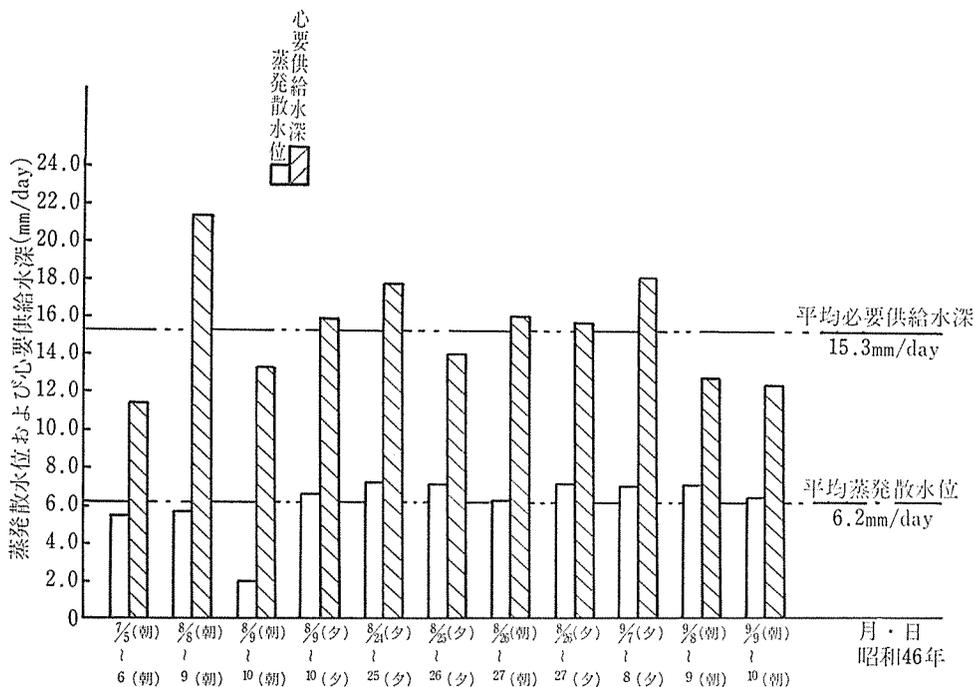


図-19 測定月日別の蒸発散水位および必要供給水深 (全域水田)

7 考 察

① 浸透損失量とそのクリークへの還元率について

浸透水のクリークへの還元率の測定は、北半部水田群とこれに隣接するクリークに関して行なっている。この理由は水田およびクリークともに、流入量、流出量などの水収支試験に必要な諸量が、それぞれ独自に測定可能だからである（3章を参照のこと）。

試験の結果によれば、水田における浸透損失量のうちの96%が、クリークに再度、還元されることが明らかとなった。

北半部水田群の水田面積は 3.8ha である。このうち、0.28ha が減反休耕している。休耕田には、カンガイをしていない。しかしながら、水田境界の仮ケイハンを通して、この休耕田に水が浸透し、その結果、休耕田の一部分の土壌はかなり湿潤な状態である。それゆえ、水田からの浸透量のうち、この休耕田があるためにクリークに還元されずに、この休耕田によって蒸発消費された水も若干、存在している。

そのような理由から、もし減反休耕がなく、全面が水田耕作の状態の場合には、上記の還元率 96% という値は、もう少し増大するものと考えられる。

なお、北半部水田群のうち、休耕田の比率は、 $0.28\text{ha}/3.8\text{ha}=7.4\%$ である。

② 南北水田群の蒸発散水位、必要供給水深および浸透損失高を測定全期間の平均値について

まとめてみると表-6 のようになる。

各水田群において蒸発散水位の平均値は 6.2mm/day である。

北半部水田群の必要供給水深の平均値は 14.3mm/day であり、蒸発散量の 2.31 倍の水をクリークから水田に揚水する必要がある。

同様に、南半部水田群の必要供給水深の平均値は 15.7mm/day であり、蒸発散量の 2.53 倍の水

をクリークから水田に揚水しなければならない。

北半部水田群と南半部水田群との間の必要供給水深の相異は、浸透損失の相異によって生じたものである。すなわち、南半部水田群の浸透損失は北半部水田群のそれに対して17%程度大きい値が得られた。これは、水田ケイハン部への日照条件が異なるため、ケイハンの乾燥キレツが、南半部水田群において顕著であることに起因すると考えられる。

試験圃区全域では、必要供給水深の平均値は 15.3mm/day であり、蒸発散量の2.47倍の水を供給する必要がある。この値は、南北水田群の中間の値である。

表-6 蒸発散水位および必要供給水深の期間平均 (昭和46年栽培期)

項目 \ 水田	北半部水田群	南半部水田群	圃区全域
蒸発散水位平均値 mm/day	6.2	6.2	6.2
必要供給水深平均値 mm/day	14.3	15.7	15.3
浸透損失高 mm/day	8.1	9.5	9.1
必要供給水深平均値と 蒸発散水位平均値との比	2.31	2.53	2.47

③ 前項の説明からも明らかなように、当該圃区では、蒸発散水位の2.5倍程度の水を水田に供給する必要がある。それゆえ、ポンプ、管水路などのカンガイ装置の規模は若干の余裕を見込んで、蒸発散水位の3倍程度の能力を満足する必要があるだろう。

④ カンガイ水として嘉瀬川から補給しなければならない水量は、水収支試験の結果のみから考えれば、蒸発散水位に相当する水量に若干の余裕を見込んで7mm/day程度で充分であると考えられる。何故ならば、本章①で述べたように浸透損失のうち、クリークに還元される量を96%ほど見込むことができるからである。

⑤ しかしながら、実際には、このようなクリーク水田地帯では、クリークは閉回路としての独立したポンドではなく、相互に網目状に連絡し、さらに、若干の水面コウ配もあり流路としての機能も兼ねているので、還元された水が再度、利用されることなく、さらに低部のクリークに流通することも考えられる。それゆえ、浸透水のクリーク還元率のみならず、あらたに再利用率も考慮して水計画を立案することが必要であろう。

また、このような理由から一連のカンガイ・システムの支配域が広域化するに従って、再度利用率は大きくなることから、予想される。

⑥ クリークを一つの閉回路として取り扱えるほど、大規模かつ、広範囲なカンガイ・システムを確立した場合、還元水の再度利用率は100%に収斂するであろう。水利用効率の観点からは、この方式が最も望ましい。他方、システムが大規模化、広域化するにしたがって、その工費、維持管理に要する費用は増大してくる。それゆえ、これら両者の得失を考慮して、最適なカンガイ・システムの規模とその方法を確立することが、今後、最も重要な課題と考える。

⑦ 暗渠排水工施工前後の水田浸透量の変化について。

当該地区では、昭和45年度冬期(昭和46年1月～3月)に水田全面に暗渠排水工が施工されている。暗渠の種類は、無材(モグラ)暗渠であり、その施工深は40cm、間隔は4mである。

これにより、水田浸透量はかなり増加している。これを、暗渠施工前後の測定結果によって比較してみると表-7のようになる。

すなわち、施工後（昭和46年度作付期）には、施工前（昭和45年度作付期）の測定結果³⁾に比べて、浸透量が 3.5mm/day～3.6mm/day 増加している。これは暗渠の効果によるものと考えることができる。

表-7 暗渠施工前後の浸透量変化（期間平均）

	北半部水田群	南半部水田群	圃区全域
昭和46年度作付期	8.1mm/day	9.5	9.1
昭和45年度作付期	4.6mm/day	6.0	5.5
差	3.5mm/day	3.5	3.6

摘 要

重粘土クリーク水田における、圃場整備計画および水計画に関する基礎資料を得るのを目的として、クリークを含めた干拓圃場の水収支試験を行なった。試験対象圃区の面積は 8.6ha である。水稻栽培期における圃区への必要供給水深は 15.3mm/day であり、蒸発散量の2.47倍となった。また浸透損失量のうち96%がクリークに還元されることが明らかとなった。他方、還元された水が、さらに低位部のクリークに流通する現象が認められる。それゆえ水計画立案に際しては、還元率だけでなく、再利用率を考慮することが必要となる。また、再利用率はカンガイ方式の広域化および調整池の設置により向上させることが可能である。

本研究は、農林省計画基準作成調査の一環として行なったものであり、現地試験を行なうに際しては農林省九州農政局計画部技術課ならびに佐賀県土地改良第一課の御協力を得た。記して謝意を表する。

引 用 文 献

1. 生島芳雄，黒田正治；重粘土クリーク水田地帯における一筆水田の水収支について——佐賀平担部東与賀大授搦地区の例——佐賀大農彙No. 31, 57-63, (1971).
2. 昭和42年度水稻収量限界向上に関する特別研究成績書，九農試（1967）.
3. 生島芳雄，黒田正治；佐賀平担部重粘土クリーク水田におけるカンガイ用管水路の特性に関する研究，47-97, (1971).