

調節水路式地下灌漑の適正な施設

— 重粘土転換畑における地下灌漑試験(第2報) —

松原利文*, 相川賢一郎*
山崎剛太郎**, 杉町信幸**

Practical Sub-irrigation Facilities by Regulating
Water Table of Irrigation Canal.

— Sub-irrigation methods on heavy clayey paddy fields converted to upland fields (II) —

Toshifumi MATSUBARA*, Kenichiro AIKAWA*, Gotaro YAMASAKI**
and Nobuyuki SUGIMACHI**

*Saga Agricultural Experiment Station

**Saga Agricultural and Forestry Division

1 はじめに

転換畑では恒久的な灌漑施設を圃場に設置することは難しいが、近年排水改良のため施工された既設の暗渠排水パイプを利用した地下灌漑の有効性について議論がなされている^{1) 2) 3)} 筆者らは前報⁴⁾において、地下灌漑時の水移動について検討し、既設の暗渠パイプを利用した地下灌漑は、亀裂を含む土壌構造が発達した重粘土転換

畑に適用できることを明らかにした。そこで、本報では調節水路方式の地下灌漑を適用する場合に必要な灌漑施設の検討を中心に報告する。なお、本報は構造改善局で実施された営農技術確立調査の一部をとりまとめたものである。

2 試験方法

地下灌漑では水が亀裂中を移動し、作土層まで上昇し

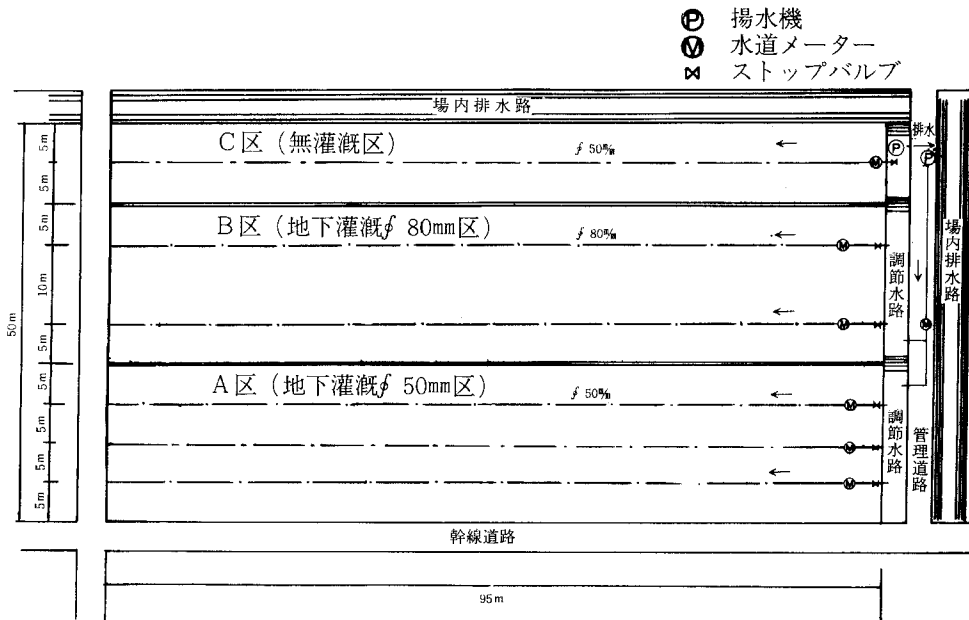


図-1 地下かんがい試験ほ場平面図

*佐賀県農業試験場

**佐賀県農林部

て来るため、所定の灌漑を行うにはある程度の時間が必要である。そこで、営農サイクルあるいは施設費等を考慮して、灌漑時間は12時間を目標にした。灌漑施設の規模は調節水路水位、暗渠口径あるいは暗渠間隔を変えて灌漑試験を行い、目標の灌漑時間を達成できるものを選定することにした。

試験圃場では大豆を作付しており、灌漑施設の検討に当っては播種期（発芽促進）に対応できることを念頭に置いた。

試験は佐賀県農業試験場の圃場で実施し、試験圃場の概要は前報⁴⁾で述べたとおりである。

(1) 試験区

試験圃場の平面図を図-1に、断面図を図-2に示した。地下灌漑は圃場の短辺方向に設置した調節水路の水位を利用して、暗渠パイプに灌漑水を送水して行った。なお、調節水路の水位はポンプとフロートスイッチとによって、任意の水位に維持できるように工夫した。

暗渠パイプは佐賀県の圃場整備事業で一般に普及されている普及口径50mm（A区）のもの、これと比較対象として大口径80mm（B区）のものを選定した。暗渠の間隔は、試験当初、A区(50mm)、B区(80mm)とも10m間隔としていたが、後述のようにA区では灌漑時間が長くなったため、中央部に1本追加し（図-2参照）3本とした。したがってA区（3本設置）の場合、各暗渠による支配面積が均等とは言えないが、灌水能力としては7m間隔（短辺長/暗渠本数=20m/3本≒7m）に匹敵するものと考えられる。

暗渠の埋設深は両区とも道路側50cm、水路側70cmで、下層土の改良のため、有材暗渠に直交させて、2m間隔で弾丸暗渠を施工した。なお、C区は大豆の灌漑効果を検討するために設けた無灌漑区である。

(2) 灌漑試験

灌漑試験時の調節水路水位は前報⁴⁾の結果から播種期を考慮して、「平均田面」と「平均田面+10cm」の2通りとした。灌漑試験の条件は調節水路水位、暗渠口径および暗渠間隔の組合せから、表-1に示した条件に整理される。

灌漑開始から経時的に灌水量、土壌水分の変化、地下

表-1 灌漑試験の条件一覧

区 分	試験条件 No.	調節水路水位	暗渠本数
A区 (φ 50mm)	A-①	平均田面	2本(10m間隔)
	A-②	平均田面+10cm	2本(10m間隔)
	A-③	平均田面+10cm	3本(中央部に1本追加)
B区 (φ 80mm)	B-①	平均田面	2本(10m間隔)
	B-②	平均田面+10cm	2本(10m間隔)

水位、圃場面の湿りの拡がりについて測定し、土壌中の水の拡がりあるいは灌漑必要時間などを検討した。観測計器の位置を図-3に示した。なおA区については暗渠3本の場合を示した。

灌水量：自記式の水道メーターによって測定した。A区ではφ 40mm用、B区ではφ 50mm用の水道メーターを用いた。

土壌水分および地下水位：土壌水分はテンシオメーターで測定し、地下水位は直径10cmの孔をオーガーで50cm程度掘削し測定した。測定は1時間ごとに行った。

圃場面の湿り：圃場では大豆が栽培されているため、畦間の湿りをもって圃場面の湿りの拡がりを測定した。湿り状況は次式のように湿り率として表示した。測定は圃場が湿り始めてから2時間ごとに行った。

$$\text{湿り率(\%)} = \frac{\text{湿潤となった畦間の延長}}{\text{畦間の延長}} \times 100 \dots (1)$$

3 試験結果

(1) 観測結果

試験時の初期土壌水分条件を表-2に示した。A-①、B-①とA-③の初期土壌水分条件はほぼ同じで、A-②、B-②はやや湿潤条件であった。

10a 当り累加灌水量を図-4に、10cm深さのテンシオメーターの降下開始時間を表-3に、湿り率の経時的変化を図-5に示した。

灌水量を比較すると、大口径(80mm)が普及口径(50mm)に比べ2倍程度（B-①/A-①、B-②/A-②）、調節水路水位「平均田面+10cm」が「平均田面」に比べ1.2倍程度（A-②/A-①、B-②/B-①）、暗渠3本の場合

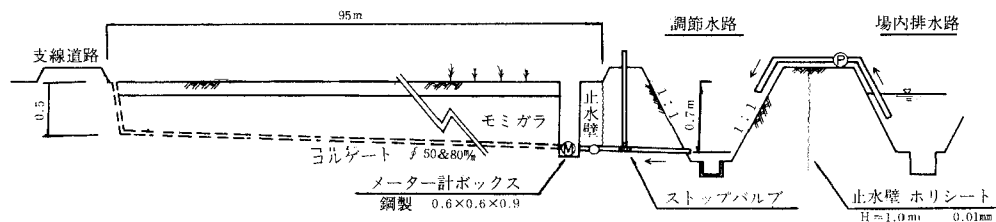


図-2 地下かんがい試験ほ場断面図

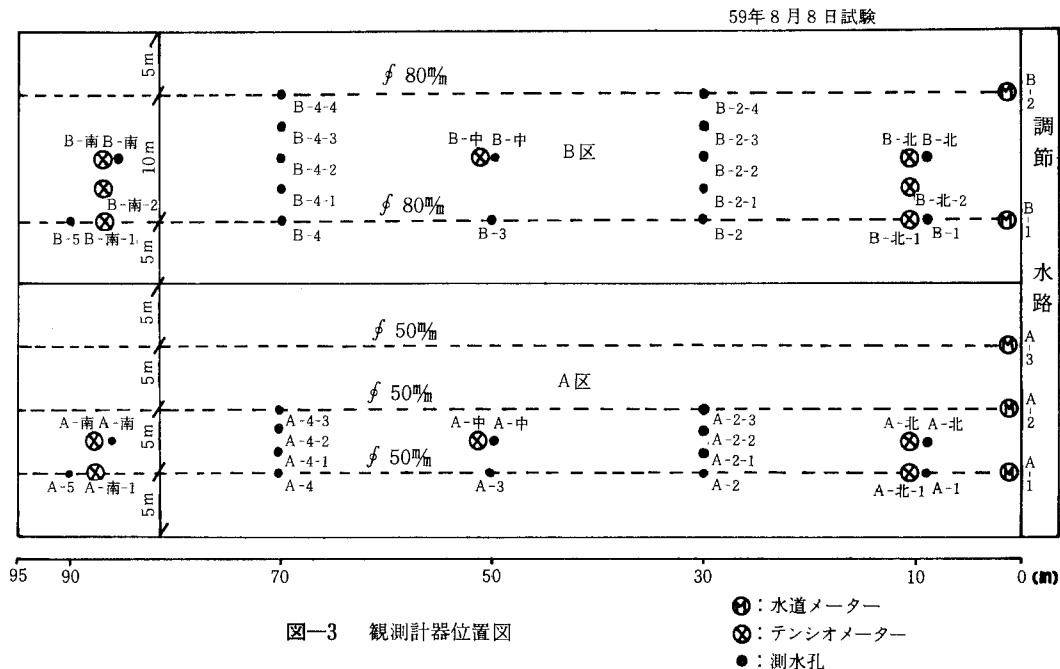
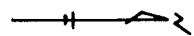


図-3 観測計器位置図

が2本に比べ1.5倍程度(A-③/A-②)多くなった。テンシオメーターの降下開始時間あるいは圃場面の湿り率も試験条件によって灌水の変化とほぼ同様の傾向を示した。なお、湿り率は「平均田面+10cm」の方が直線的に変化しており、不陸の影響を受けにくいものと思われる。

表-2 灌漑時の初期土壌水分条件(A区)

項目 試験条件No.	pF 値			地下水位 (cm)
	10cm	20cm	30cm	
A ①	2.72	2.48	2.22	53.7
B ①				
A ②	2.44	2.00	1.78	82.3
B ②				
A ③	2.67	2.44	2.22	50.9

注) 北・中・南の3点平均

表-3 テンシオメーター(深さ10cm)の降下開始時間

項目	No.	A-①	A-②	A-③	B-①	B-②
降下開始時間 (hr)		14	10	6	7	5
降下開始灌水量 (m ³ /10a)		19.0	16.2	15.8	22.2	20.8

注) 各測点の平均値(特異な値を除く)

(2) 灌漑必要時間

灌漑終了の時期の判定には種々論議もあるが、ここでは湿り率が60%程度になったとき、必要な水分が補給されたものとして、灌漑必要時間を検討した。湿り率は2時間ごとに測定したため、各試験条件によってやや差はあるが、湿り率が60%前後になるまでに要した時間と、その時の灌水量を表-4に示した。灌漑必要時間は大口径(80mm)の方が普及口径(50mm)に比べ約1/2(B-①/A-

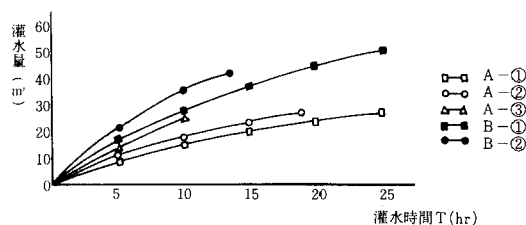


図-4 10a 当り累加灌水量

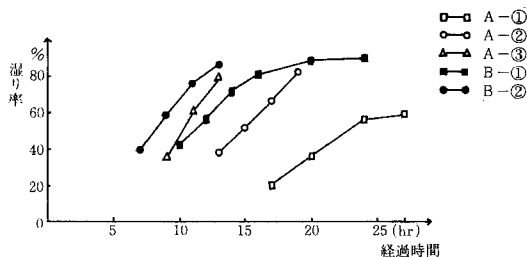


図-5 経過時間と湿り率の関係

表-4 灌漑必要時間の検討

試験条件No	項目	灌漑時間 (ha)	灌水量 (m ³ /10a)	湿り率 (%)
A - ①	①	24	26.2	57.0
A - ②	②	17	24.6	66.1
A - ③	③	11	27.3	62.3
B - ①	①	12	31.6	57.0
B - ②	②	9	32.6	59.3

注) 水道メーターの合計値を10a当りて表示

①、B-②/A-②)の時間であった。また、灌漑必要時間は調節水路水位を「平均田面」から「平均田面+10cm」にすると約70% (A-②/A-①, B-②/B-①)、暗渠本数を2本から3本にすると約65% (A-③/A-②)短縮された。このように、灌漑必要時間は調節水路水位が高く、暗渠口径が大きく、かつ暗渠本数が多いほど短縮することができた。なお、表-4においてB区の灌水量がA区に比較してやや多いのは灌漑区から無灌漑区の方へ水の移動が若干あったためと思われる。

以上の結果、前述の5条件の内、目標の灌漑必要時間12時間以内を達成したものはA-③とB-②の条件で、共に調節水路水位は「平均田面+10cm」であった。なお、暗渠口径ごとに、暗渠本数および灌漑必要時間はつぎのようになった。

暗渠口径50mm 3本(7m間隔に相当) 11時間

暗渠口径80mm 2本(10m間隔) 9時間

4 考察

灌漑時の初期土壌水分条件、灌漑の条件(調節水路水位、暗渠本数および口径)および灌水量との関係を考察するため、前報⁴⁾で示した、24時間灌水量を灌漑時の初期pF値(深さ10cm, 20cm, 30cm)の関数とし表わした式を用いる。なお、これは、今回の試験条件ではA-①に当る。

$$Q = 2.20 \times P_1 - 1.79 \times P_2 + 7.22 \times P_3 + 10.04 \dots (2)$$

Q : A区24時間灌水量(m³/10a)

P₁ : 深さ10cm pF値

P₂ : 深さ20cm pF値

P₃ : 深さ30cm pF値

A区(50mm)において、同程度の湿り(湿り率60%)を得るために必要な灌水量を表-4から、また(2)式によって求めた値を()で示すと、A-①26.2m³/10a (27.6m³/10a), A-②24.6m³/10a (24.7m³/10a), A-③27.3m³/10a (27.6m³/10a)のようになる。このように両者の値はほぼ一致しており、圃場面の湿りは灌漑条件に関係なく、灌水量によって決まることを明白にしている。一方、元来(2)式はA-①の条件下で土壌水分条件と24時間灌水量との関係を表わす式であったが、これまでの結果から(2)

式は圃場が60%程度湿るのに必要な灌水量を灌漑開始時のpF値から推定する式であるとも言える。この理由として、圃場が乾燥すると、亀裂が伸長し土壌の浸透能は増すが、土壌が湿るのに必要な灌水量も増加する。また逆に、圃場が湿潤であると亀裂の伸長が抑えられ、土壌の浸透能は減るが、土壌が湿るのに必要な灌水量も減少すると考えられる。したがって、圃場が一定量湿るのに必要な灌漑時間は土壌水分条件に大きく影響されることなく、ほぼ同一になるものと思われる。

つぎに、灌漑必要時間が12時間以内を目途にした暗渠施設は、調節水路水位「平均田面+10cm」の条件で、暗渠口径によって次のとおりであった。

暗渠口径50mm 3本(7m間隔に相当) 11時間

暗渠口径80mm 2本(10m間隔) 9時間

このように、暗渠パイプは大きい方が短時間で灌漑することができ、小口径で同程度の灌漑時間を得るためには暗渠間隔を狭くする必要がある。一方、地下灌漑は土壌中を水が浸透するため、水管理の精度は間隔が狭い方が良く、また暗渠パイプの資材費は50mmの方が80mmに比べ約1/2程度である。したがって両者を比較すると暗渠パイプ50mmで7m間隔の方が営農的にも望ましいものと思われる。

また、灌漑時間の短縮について、予備試験の段階で、送水圧を高め灌水量を増した場合、上流端より灌漑水が噴出した経験があり、土壌の浸透能を超えた灌水量では均一な湿りは得られない。よって、灌漑時間を短縮するには暗渠間隔を密にする方向で検討する必要がある。暗渠口径50mmの場合5m間隔にすると、これまでの経過から約8時間程度にはなるものと予想される。

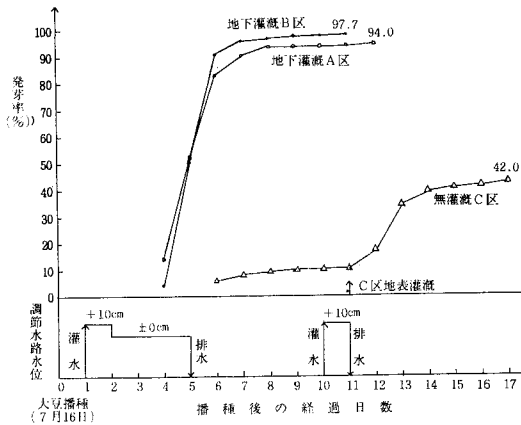
一方、大豆播種直後に地下灌漑を行ったところ、各年度(昭和56・57・59年)とも、地下灌漑区は無灌漑区に比べ発芽が極めて良かった。59年の試験結果を図-6に示した。しかし、58年に苗立本数(発芽量)を揃えて、生育期の灌漑効果を試験したところ、気象条件等もあり、両者に有意な差は生じなかった。

本試験では、供試作物に大豆を用いて播種期の発芽促進に対応できる地下灌漑施設に重点をおいて検討した。水管理は栽培作物によって当然異なり、それに対応した最善の施設を検討する必要もあるものと思われる。また、補水だけでなく、施肥・除塩等の多目的利用方法も含めた地下灌漑技術の確立が望まれる。

5 まとめ

重粘土転換畑において、調節水路方式の地下灌漑の効率よく、均一に行うのに必要な灌漑施設について検討した結果、知見が得られた。

1) 地下灌漑を現地圃場に適用する場合、必要な施設は水位を田面から10cm程度に維持できる水路構造と、暗



図一六 大豆播種後の経過日数と発芽率

渠口径が50mmなら、暗渠間隔は5～7m程度にする必要がある。

2) 灌漑必要時間は土壤水分条件に大きく影響を受けることなく、ほぼ同一ぐらいの時間が必要で、調節水路水位「平均田面+10cm」、暗渠口径50mm、暗渠間隔7mで11時間程度である。

3) 灌漑時間は暗渠間隔を狭くすることによって短縮できる可能性はあり、上記の条件下で暗渠間隔を5mに

すると、8時間前後になるものと予想される。しかし、地下灌漑は施設費の限度もあり、地表灌漑のように短時間で行うのは困難であろう。

4) 大豆播種期の地下灌漑は発芽促進に極めて有効であった。

【謝辞】

本試験を進めるに当って、九州農政局資源課の関係各位には多大なご配慮をいただいた。また、元佐賀県農業試験場場長本村悟博士（現農業環境技術研究所）には本論文の校閲と有益な助言を賜った。以上の各位に深謝いたします。

引用文献

- 1) 日本農業土木総合研究所；水田高度利用対策報告書，pp.142, (1979)
- 2) 汎用耕地化のための技術指針編集委員会；汎用耕地化のための技術指針，pp.103～114，農業土木学会，(1979)
- 3) 農林省構造改善局計画資源課；地下かんがい調査資料，(1978)
- 4) 松原利文他；地下灌漑時の土層中の水移動——重粘土転換畑における地下灌漑試験（第1報）52，18～24 土壌の物理性，(1985)
(1985. 4. 6 受理)

summary

In this report, a practical method of sub-irrigation by regulating the water table of the irrigation canal is discussed in relation to the upwards movement of water from drainage pipes.

In order to efficiently supply irrigation water to the plowing layer through drainage pipes by regulating the water table, the irrigation canal had to be built up to enable the water table to be kept about 10 cm higher than the surface of the field. Also the drainage pipes, 50 mm in diameter, were set at intervals of 5 to 7 m. However, subirrigation could not be accomplished in a short time. Usually, irrigation took more than 8 hours, depending on drainage pipe size.