

周辺地形の異なる水田の地下水位の変動と排水対策

松浦 謙吉・上本 哲・中沢征三郎・宮地 勝正・谷本 俊明

キーワード：地形、地下水位、土壤水分、組合せ暗渠

水田の高度利用上、特に圃場整備後の排水対策は畑転換作物の安定生産につながるものとして不可欠である。しかし、本県は地形・地質が複雑で、水田の地下水位とその変動にも規則性が認められない¹⁾ことが多いため、画一的な排水対策では効果があがりにくい場合がみられる。このため、暗渠等による排水計画に当たっては土地環境・土壌条件を類別したうえで、その条件に合った排水対策を導入する必要がある。

筆者ら²⁾は、比較的平坦な地形の三原市沼田東町の低地水田でも周辺地形や標高の違いなどで、地下水位とその変動が異なることを明らかにし、地下水位区分図を作成し、水田高度利用には抜本的な排水対策の必要な水田が多いことを報告した。

その後、現地で組合せ暗渠方式による排水対策施工の機会に恵まれた。そこで、組合せ暗渠施工前後の地下水位と土壤水分の変化を調査して、排水対策施工の効果を検討すると共に、周辺地形の違いが地下水の流れと地下水位の変動に及ぼす影響から、効率的な排水対策施工上の資料を得たので報告する。

調査地区の概要

調査は県中部沿岸の三原市沼田東町で行った。この地

域は沼田川の下流に生成された比較的平坦な沖積地で、沼田川、天井川及び低山地に囲まれ、水田の大部分は標高が両河川の水位より低い。このため周縁部から水の流入があり、周辺地形の違いにより土壤水分の動態が異なる。水田は290haに及び、1973～1982年の圃場整備で用排水路が整備され、排水は水稻生育期間中に兩名及び七宝の排水機場で動力により行われている。

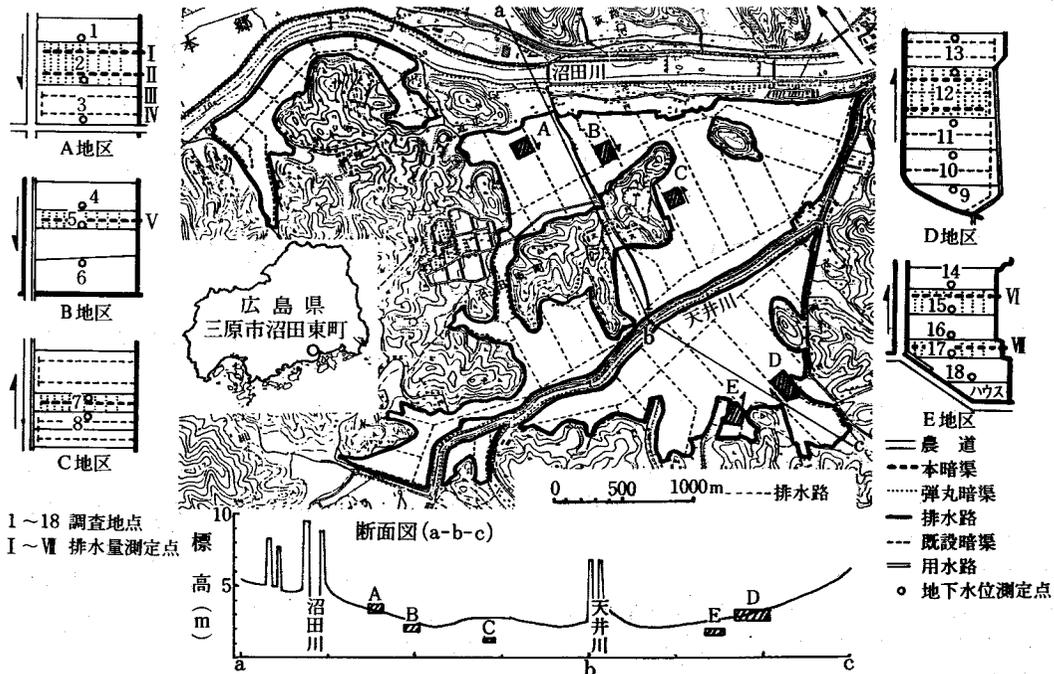
調査地区は1985年冬期に排水対策が施工される水田のうち、周辺地形の違いを考慮して5地区を選定した。5調査地区A～Eの位置、地形を第1図に示す。A、B地区は沼田川に近い平坦地に位置しているが、標高が異なる。C地区は沼田川と天井川に挟まれた平坦地の中央部で、標高が本地区内で最も低いところに位置している。D地区は周縁の谷底地から平坦地への出合いにあり、E地区は山際に位置する平坦地である。これらの調査地区の標高、傾斜及び排水対策施工状況を第1表に示した。

排水対策法及び調査方法

排水対策として1986年1月～2月に、本暗渠と弾丸暗渠の組合せ施工を調査地点の2、5、7、12、15及び17(以下、対策田)に行った。本暗渠は水田の長辺(90～100m)と平行に、短辺の幅が30m以下の水田には1本

第1表 調査地区の標高、傾斜及び排水対策の概要

調査地区	調査面積 (水田筆数)	標高 (m)	傾斜	組合せ暗渠の施工内容			隣接田等の排水対策
				施工月日	本暗渠数	疎水材	
A	1.0ha(3)	3.2～3.4	1/800	1.16	1	モミガラ	下位隣接田に1983年ソダ暗渠
B	1.0ha(3)	1.8～2.1	1/600	1.16	1	モミガラ	排水対策なし
C	0.4ha(2)	1.3	1/4000	1.24	1	モミガラ	上下隣接田に1978年吸水管引込み暗渠
D	1.6ha(5)	2.2～2.6	1/400	2.10	2	ソダ	上下隣接田に1983年ソダ暗渠
E	0.9ha(5)	1.6～1.9	1/500	1.24	1	ソダ	排水対策なし



第1図 調査地区の位置、地形及び調査地点の配置図

それ以上では2本施工した。深さは用水路側の立ち上がり部を60cm、排水路側を80cmとし、吸水管として直径65mmのコレット管を埋設した。疎水材はモミガラまたはソダを用い、地表面より30cm以下に充填した。弾丸暗渠は本暗渠に直交するように施工し、間隔は用水路側の半分が3~6mと密に、排水路側は8~12mと粗くした。深さは40cmとし、疎水材はモミガラを用いた。

調査は組合せ暗渠施工前後の地下水位、作土の土壌水分及び施工後の暗渠排水口からの排水量について行った。期間は施工前の1985年11月から施工後の1986年4月にかけて、原則として週1回、計17回測定した。

調査地点は第1図に示すようにそれぞれの調査地区において対策田とその周辺の水田とし、各地区に2~5点で計18地点を設定した。

なお、本報告では各調査地区内における調査地点の位置を明らかにするため、対策田を基準として標高の高い水田を上位田、低い水田を下位田と呼ぶことにする。

地下水位は水田の長辺畦畔ぞいの中央部において、内径40mm、長さ130cmの塩化ビニール製測水管を深さ100cmまで埋設し、管内の水位を計測して、地表面から地下水面までの深さとして表わした。

土壌水分は水田中央部で容量100mlの採土管に作土を

採取し、乾燥して水分率(V%)を求めた。排水量は暗渠排水口からの流出水を一定時間測定し、毎分当たり排水量に換算した。

また、各調査地区の対策田において、1986年3月20日に土壌断面調査を行うと共に、物理性測定のために採土を行った。物理性は「土壌保全対策事業」における分析法¹⁰⁾に準じて、作土と第2層について三相分布、非毛管孔隙率及び飽和透水係数を測定した。

調査結果及び考察

1. 土壌断面と物理性

土壌断面は各調査地区を代表するものとして対策田の調査結果を第2図に示した。A、B及びD地区の土壌断面は4層に分かれ、最下層の土性はLS~Sと粗粒質、その上部第3層の土性はSCLと細粒質である。第2層の土性はA地区がSLで粗粒質、B及びD地区はSCLと細粒質である。C及びE地区の土壌断面は3層に分かれ、両地区とも土性はCL~SCLと細粒質である。

グライ層の出現位置についてみると、A及びD地区は深さ30cmの第3層以下に、B地区は第2層以下にそれぞれグライ層がある。C及びE地区は作土にグライ斑があ

第2表 組合せ暗渠施工田における第2層土壌の物理性

(採土日：1986年3月20日)

調査地区	地点番号	深さ (cm)	仮比重	ち密度 (mm)	三相分布 (V%)			全孔隙 (V%)	非毛管孔隙 (V%)	飽和透水係数 (cm/sec)
					固相	液相	気相			
A	2	14~30	1.60	22	62.0	37.1	0.9	38.0	0.4	1.9×10^{-6}
B	5	15~28	1.51	22	57.9	39.9	2.2	42.1	1.3	1.6×10^{-6}
C	7	15~24	1.60	16	61.4	35.8	2.8	38.6	1.1	2.8×10^{-6}
D	12	14~30	1.57	23	60.4	35.2	4.4	39.6	3.2	5.5×10^{-6}
E	15	16~40	1.51	23	57.5	34.6	7.9	42.5	5.3	6.2×10^{-6}

り、第2層以下はグライ層である。したがって、A及びD地区は細粒グライ土に、B、C及びE地区は細粒強グライ土に分類される。

土壌の物理性は土壤水分を左右する因子の一つであるため、調査地区の水田についてそれぞれ測定した。その結果は第2表に各対策田の第2層の土壌についてのみ示したが、各地区ともほぼ同じ値を示した。すなわち、作土は仮比重が1.0~1.2、固相率が40~50V%であったのに対して、第2層の土壌は仮比重が1.5~1.6と重く、固相率が57~62V%と高い。さらに、第2層の土壌は非毛管孔隙率が0.4~5.3V%と低く、飽和透水係数も 10^{-6} のオーダーと小さい値を示した。このような第2層の土壌の物理性の悪化は、圃場整備施工時の大型機械による圧密とねり返しに由来するものと考えられ、各地区ともに地表残留水の排除が困難である。

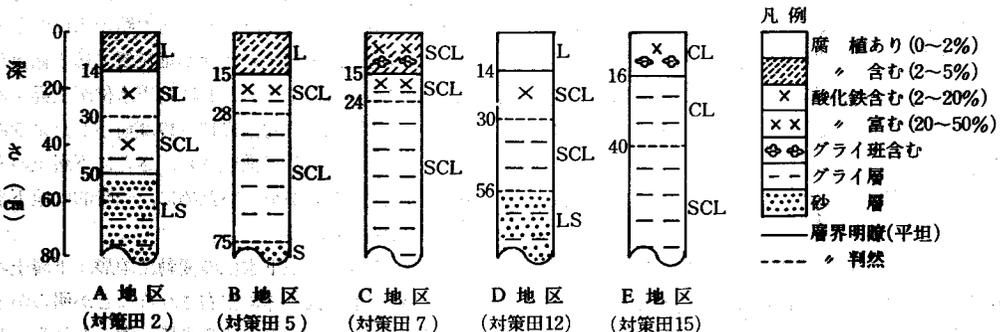
2. 地下水位の変動

各調査地区の地下水位の変動を第3図に示した。地下水位は全地区のいずれの地点においても、一回の降雨量10mm以上で上昇し、無降雨日の継続により低下した。

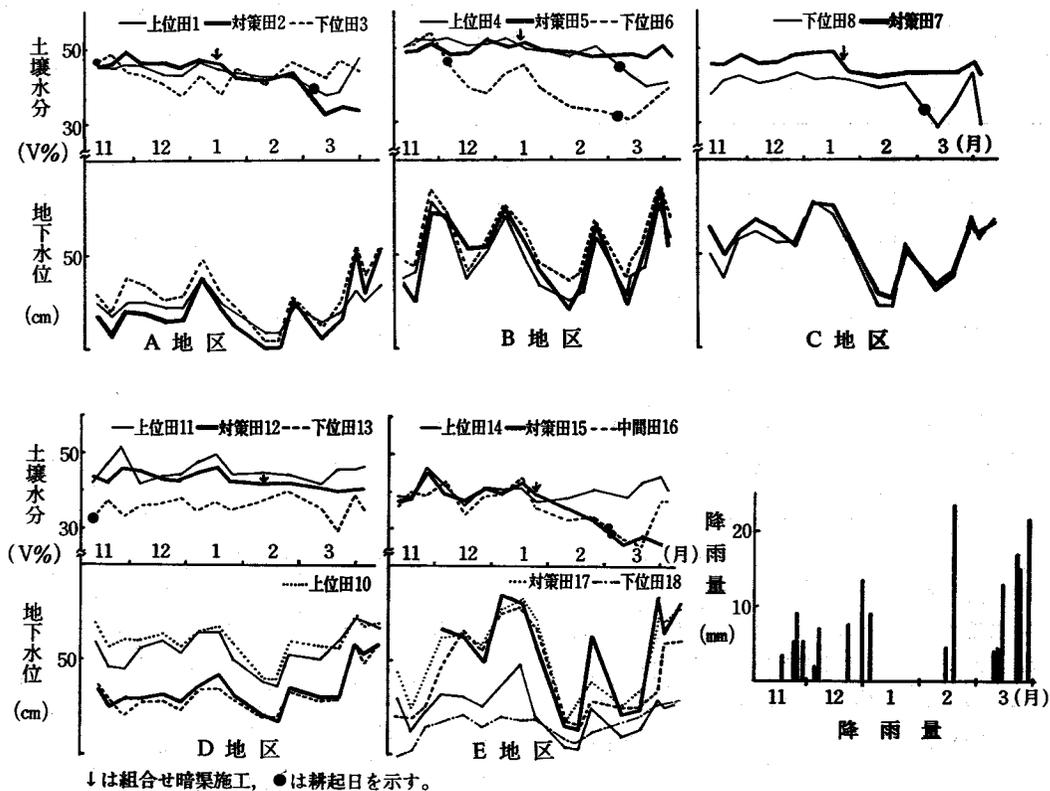
各調査地区の地下水位を地点別にみると、A地区は降雨の影響が認められるものの変動幅は小さく、全期間を通じて50cm以下と低く推移した。組合せ暗渠施工後は対策田2と下位田3では降雨により上昇しても低下が速くなった。B及びC地区は地下水位の変動幅が施工前は20~100cmと大きく、10mm以上の降雨直後は20cmまで上昇した。組合せ暗渠施工後は、B地区では施工前と変らなかつたが、C地区では降雨直後も30cmまでしか上昇しなくなった。

D地区では地下水位の変動幅は小さく、降雨による地下水位の上昇及びその後の低下は緩やかであった。そして、谷頭に近い上位田9、10、11で高く、対策田12と下位田13で低く推移した。組合せ暗渠施工による地下水位の低下は各地点共に認められなかつた。

E地区の地下水位は対策田15、17とそれらに挟まれた中間田16の変動幅が20~80cmと大きいのに対し、上位田14と下位田18では常に50cm以下と低く推移した。組合せ暗渠施工後の地下水位は施工前に比べて変動が著しく大きくなり、対策田15、17及び中間田16で低下が認められた。



第2図 各調査地区の組合せ暗渠施工田の土壌断面



第3図 各調査地区の地下水位、作土の土壌水分及び降雨量

以上のように、本調査における地下水位の変動をみると、ほぼ40cm以下で変動の幅が小さい低地下水位型¹²⁾、変動の幅が大きく降雨後に20cmまで上昇する変動型¹²⁾に大別できる。

低地下水位型は降雨の影響が緩やかであり、多量の降雨後にある程度地下水位の上昇がみられるがおおむね40cm以下で推移する。これにはA、D地区及びE地区の上位田14、下位田18が該当する。A地区は深さ50cm以下の土性が粗粒質で透水係数が大きいいため、地下水は速やかに下位田に流出し、常に地下水位は低く推移すると考えられる。D地区は対策田12が地表面における傾斜の変換点に当たり傾斜が緩くなるのに対し、地下水の勾配はほぼ一定と予測される。このため地下水位は上位田9、10、11で比較的高く推移したが、対策田12、下位田13では低く推移したと考えられる。

山際のE地区の地下水位は、対策田15~17が変動型、上位田14、下位田18が低地下水位型に区分できる。対策田15~17の地下水位は山地からの地下水が流入するため降雨後に高く推移すると考えられる。これに対して上位

田14の地下水位は田面標高が他に比べて16cm以上高いため、下位田18はハウスに隣接しているため低く推移する。これはハウス下では土壌が乾燥し、下層土まで亀裂が発生し、地下水の移動が速いためと考えられる。

一方、変動型の地下水位は降雨の影響が敏感に発現し降雨後に20cmまで上昇し、無降雨の継続により60cm以下まで低下する。これにはB、C及びE地区の対策田15、17と中間田16が該当する。B及びC地区は平坦地の低標高部に位置しており、降雨後に排水路の水位が上昇し、特に、C地区は下層土の土性が細粒質で透水係数が小さく地下水が停滞して、一時的に地下水位が上昇すると考えられる。E地区の対策田15~17は前述したように山地からの地下水の流れが推察され、さらに下層土の土性が細粒質で透水係数が小さいために、一時的に地下水が停滞すると考えられる。

以上のように、地下水位の変動は地形、下層土の透水性及び地下水の流れ等に左右されることが明らかとなった。さらに、排水路の水位の影響も考えられる。したがって、排水対策施工においては、地下水の流れの把握と

排水路の水位調節が重要であることが示唆された。

3. 排水量の変化

排水量の測定はA地区における既設暗渠口とA、B及びE地区における新設の組合せ暗渠口で行った。その結果を第3表に示す。暗渠口からの排水は降雨後に地下水位が上昇すると認められ、降雨量との関係が明かであった。なお、C及びD地区の暗渠の排水口は排水路の水面下に没することがありほとんど測定できなかった。

A地区では降雨後に地下水位が上昇して70cmより高くなると排水が認められた。対策田の排水量は下位田に比べて降雨直後（3月29日、4月11日）には約2倍となったが、降雨2～3日後には両者の差はほとんど認められなかった。このことは組合せ暗渠施工田における排水量が、降雨直後に本暗渠のみの施工田に比べて著しく多くなることを示し、中山ら⁹⁾の指摘と一致した。

B及びE地区とも組合せ暗渠施工後は、地下水位が降雨後に40cmより高くなると暗渠口からの排水が認められた。これは弾丸暗渠の深さが40cmで、これ以上にある水の本暗渠への移動は速いが、40cm以下になると地下水の移動が遅いためと考えられる。その原因は両地区とも土性が細粒質で透水係数が小さいことによる。しかし、この両地区とも隣接田に既設暗渠がないので、組合せ暗渠との排水量の比較はできなかった。

4. 土壌水分の変動

作土の土壌水分を第3図に水分率で示す。土壌水分は降雨後に高くなる傾向があり、無降雨日の継続した2月10日に最も低下した。そして、大麦栽培田や耕起田は無耕起田に比べて低く推移した。これは耕起により非毛管孔隙率が増加したためと考えられる。

作土における土壌水分の変動を地区別にみると、A地区では組合せ暗渠施工前は下位田3が最も低かった。これは大麦を栽培しているためと考えられる。次いで上位田1で低く、対策田2が最も高く推移した。しかし、施工後は対策田で最も低くなった。

B地区では、下位田が12月始めに、上位田が組合せ暗渠施工後の2月末に耕起されたため、土壌水分との関係は明らかにできなかった。

C地区では常に対策田7が下位田8より高く推移したが、対策田は組合せ暗渠施工後には施工前に比べて低下の傾向を示し、下位田との差が小さくなった。

D地区では施工前は対策田12と上位田11との間に一定の傾向は認められなかったが、施工後は対策田で40～42V%と上位田より低くなり、安定した推移を示した。下

第3表 排水量調査 (ℓ/min)

調査地区	地点番号	暗渠番号	1月			
			6日	29日	31日	4月11日
A	2	I	—	2.9	0.3	1.8
		II	—	4.8	0.6	2.7
	3	III	0.3	1.7	0.6	1.6
		IV	0.1	1.4	0.2	1.1
B	4	V	—	3.9	0.9	2.4
E	15	VI	—	7.1	1.5	4.3
	17	VI	—	3.1	0.2	1.2

位田13は常に30～40V%と低く推移した。これは大麦を栽培しているためである。

E地区では施工前は中間田16、対策田15、上位田14の間に大差なかったが、施工後は対策田と中間田で著しく低下したのに対し、上位田は依然として高く推移した。

また、3月28日の21.5mm降雨後の観察によると、各地区の対策田では1日後には地表残留水がほとんど認められなかったが、弾丸暗渠無施工の上下隣接田では地表面に、大麦栽培田では畦間にそれぞれ2～3日残留水が認められた。

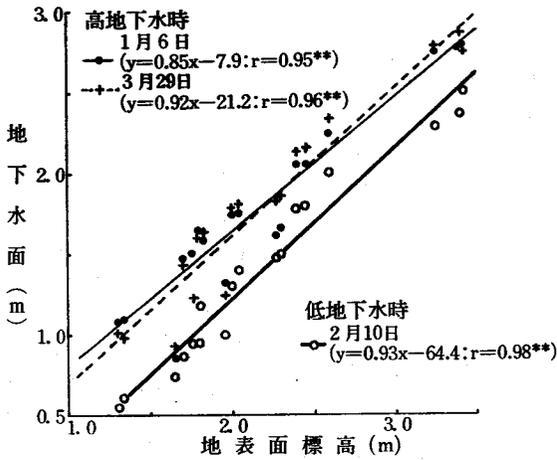
以上のように、組合せ暗渠施工により作土の土壌水分の低下がA、C、D及びE地区で認められた。これは弾丸暗渠とそれに続く本暗渠により地表残留水の迅速な排除が行われたためと考えられる。

総合考察

地下水位の変動について調査地区を単位に論じてきた。しかし、調査地区を含め地域全体の地下水位を把握し、暗渠施工位置を決定するには、地表面から地下水までの深さを表す地下水位より、地下水を標高で表す地下水面で考察することが適切と考える。

非かんがい期の地下水面は、降雨、蒸発散、地下水の流入に支配され、降雨により上昇し、無降雨の継続とともに低下する^{4,5,6)}。また、不圧地下水はほぼ地表面に沿った地下水面を形成し、内陸部から海側へ流出していること¹¹⁾が知られている。本調査における地下水は地表面から1mまでで、しかも非かんがい期であることから不圧地下水を測定していることは明らかである。

そして、本調査における地下水面は各地区共に降雨直

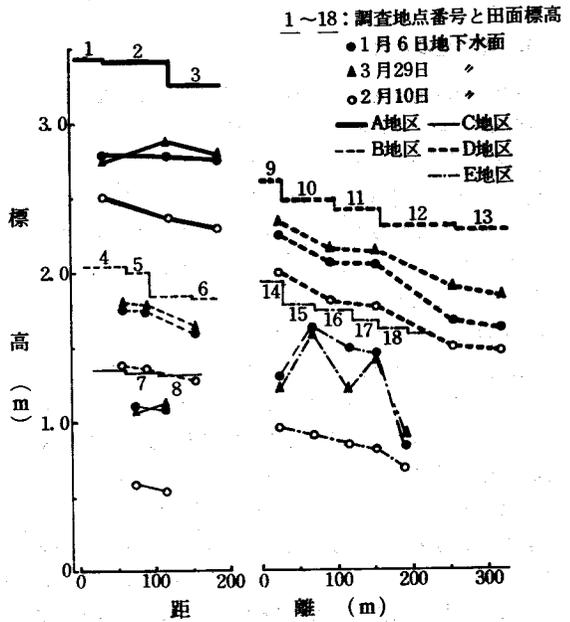


第4図 地下水水面と地表面標高との関係

後の1月6日、3月29日に最も高く、無降雨日の続いた2月10日に最も低くなり、降雨との関係が明らかにみられた。これらの日における地下水水面と地表面標高との関係を地域全体を対象にみたのが第4図、地区別にみたのが第5図である。マクロ的にみると第4図に示すように両者には高い相関があり、地表面の標高が高いところほど地下水水面も高いことを示し、地下水は地表面に沿って流れていることが明らかである。

ミクロ的にみると第5図に示すように、2月10日には各調査地区とも、地下水水面は地表面に沿った勾配を示している。しかし、降雨後に地下水水面が上昇した場合、地区によってはその傾向が異なることがある。すなわち、A及びC地区の地下水水面は、1月6日の調査では地表面に沿っているが、組合せ暗渠施工後の3月29日の調査では地表面の傾斜と異なっている。この原因は沼田川に近く比較的標高の高いA地区では下層土の透水係数は大きい、下位田に隣接した道路により地下水の流れが遮断され停滞すること、組合せ暗渠施工による集水等の影響によると考えられる。平坦地の中央部にあるC地区では下層土の透水係数が小さく、多量の降雨後に排水路の水位が上昇し、地下水が停滞したためと考えられる。

山際に位置するE地区の地下水水面は、組合せ暗渠施工前の1月6日の調査では降雨後に対策田15が最も高く、中間田16、対策田17、上位田14、下位田18の順に低下している。これは山地からの地下流入水が対策田15~17に集まり、地下水はここを頂点として上下両方向に流出していると考えられる。しかし、組合せ暗渠施工後の地下水水面は中間田16でも低下し、施工前と異なった傾向を示している。これは対策田15、17の暗渠により地下水が捕



第5図 各調査地区における降雨の有無が地下水水面に及ぼす影響

捉、排除され、中間田16においても地下水水面が低下したためと考えられる。

一方、沼田川に近く比較的標高の低い平坦地に位置するB地区及び谷底地から平坦地への出合いにあるD地区における地下水水面は、常に地表面の傾斜に沿った勾配を示しており、地下水は地表面に沿って流れていることは明らかである。

このように、地下水は無降雨日の継続で地下水流入量が少ない場合、地表面に沿って流れている。すなわち、地下水は沼田川と天井川に挟まれた地域では、標高の高い両河川際から最も低い平坦地の中央部に向かって流れており、両河川からの地下流入水があると考えられる。また天井川と山地に挟まれた地域における地下水の流れは、山地及び天井川から平坦地の低地部に向かって流れていると考えられる。

しかし、降雨後における地下水の流れは周辺地形、排水路の水位及び下層土の透水性等に左右され、その方向は一定でない場合がある。さらに、地下水水面の変動は組合せ暗渠の施工によって影響を受ける。これらのために排水対策の効果が地域により異なると推察される。

以上のような事柄を考慮すれば、地下水水位の調査においては、対象地区内の3地点以上で測定し、地下水の流れを把握することも必要である。

本地域は圃場整備以前から湿田の分布割合が高く、しかも基盤整備は水稻を対象に行われており、その基盤条件は水稻に適するように整備されている³⁾。このため排水対策は圃場整備後に高度利用として、大麦栽培が始められた1977年頃から行われている。当初は吸水管引込み暗渠が導入され、その後1980年にはソダ暗渠、モミガラ暗渠へと移行し、徐々に乾田化の傾向にある。しかし、依然として地表残留水がみられ排水効果の認められない場合が多い。この原因は主に第2層土壌の透水係数が小さいためと考えられる。そこで、今回の排水対策では地表残留水の排除のための弾丸暗渠、それに続く地下水位低下のための本暗渠の組合せ暗渠方式を採用した。組合せ暗渠施工田では既設暗渠田（弾丸暗渠なし）に比べ、降雨直後に暗渠からの排水量が増加し、さらに、作土の土壌水分の低下が認められた。これは主に弾丸暗渠の効果と考えられる。

組合せ暗渠施工による地下水位への影響についてみると、A地区の対策田とE地区の対策田15、17及び中間田16では、施工後に地下水位の上下変動が著しくなり、最低値が低くなった。これは暗渠が確実に地下水を捕捉しているためと考えられる。

B、C及びD地区における地下水位は施工前後に大きな変化が認められず、組合せ暗渠の効果は明らかでなかった。これは、B及びC地区の標高が低く、降雨後に排水路の水位が上昇して、地下水の流れが停滞すること、下層土の透水係数が小さいこと等のためである。また、D地区の地下水位は弾丸暗渠を施工した深さ40cm以下から60cmに透水係数の小さい細粒質の土層があり、緩慢に低下するためと考えられる。

以上のことから、本暗渠は平坦地の比較的標高が高い河川付近の水田では、河川からの地下流入水を遮断できるように河川よりの位置に集中する。また、弾丸暗渠は粗粒質の土層に届く深さまで施工して、この土層を暗渠として利用することが可能であり、本暗渠はかならずしも一筆ごとに施工する必要はなく、2～3筆ごとに施工しても効果があると考えられる。

標高が低く下層土まで透水係数の小さい平坦地の中央部の水田では、個別の暗渠施工では地下水位の低下は困難である。そこで、排水路の水位の低下まで考慮するブロック排水²⁾の必要がある。

山際の平坦地水田の本暗渠は、降雨後の山地からの地下流入水対策として、山地寄りの位置に、しかもできるだけ山地と平行に施工するのが効果的と考えられる。

谷底地から平坦地への出会いに位置する水田の本暗渠は、地下水が地表面の傾斜に沿って流れていることが多

第4表 対策田の地下水位とグライ土の出現位置

調査地区	地点番号	地下水位 (cm)			グライ土の出現位置 (cm)
		最高	最低	平均	
A	2	47	103	81	30以下
B	5	22	80	47	15以下
C	7	23	74	45	作土以下
D	12	41	80	66	14以下
E	15	15	87	47	作土以下

いので、標高の高い側に施工することが望ましい。

このように、作土下土層の圧密とねり返しによる排水不良の水田において、組合せ暗渠は地表残留水の排除と作土の水分低下に効果的である。そして、本暗渠施工にさいしては周辺地形から地下水の流入を予測して、その位置を決定することが重要である。

地下水が土壌のグライ化に及ぼす影響は明らかであるが、低地水田においては常時水面下になくともグライ層は存在すること⁷⁾も知られている。

本調査において、各対策田における地下水位の最高、最低値とグライ層の出現位置を第4表に示す。グライ層の出現位置はいずれの対策田でも地下水位の最高値より20cm程度高く、最低値より50～80cm高くなっている。このようにグライ層の出現位置は地下水位の最高値と関係が認められるが、本調査では地下水位の測定を11～4月の非かんがい期のみしか行っていないので、両者の関係を正確に論ずることはできない。正確を期するためにはさらにかんがい期の地下水位との関係をも検討する必要がある。しかし、常時水面下にあるのは非かんがい期の地下水位の最低値以下と考えられるため、ここでも常時水面下になくともグライ層が存在しているのは明らかである。これは圃場整備前の地下水位が浅かったためとも推察されるが、浜崎⁷⁾が指摘しているように基盤整備による土壌の構造破壊や圧密による固相率の増加と非毛管孔隙率の減少は、条件によっては排水不良と共に土壌のグライ化を招くことも考えられる。さらに、細粒質土層が粗粒質土層の上にある場合、細粒質土層の下端に完全飽和に近い毛管懸垂水が存在する^{1,8)}ためグライ化がおこるとも考えられる。

したがって、作土下土層が圧密とねり返しを受けている圃場整備田では、排水対策と併せて、深耕、心土破碎及び長期の畑作物栽培等により、下層土に非毛管孔隙率を増加し、土壌構造の発達を促すことが必要である。

摘 要

平坦低地水田における効率的排水対策を確立するために、三原市沼田東町の低地水田において、組合せ暗渠施工前後の地下水位と土壤水分を調査し、周辺地形の違いが地下水の流れと地下水位の変動に及ぼす影響と効率的な排水対策について検討した。

1. 本地区は第2層土壤の物理性の劣悪化による地表排水不良田が多い。これは圃場整備時の大型機械による圧密とねり返しのためと考えられた。

2. 地下水位は降雨の有無、地下水の流れ及び下層土の透水性に左右され、平坦地の中央部と山際部の地下水位は、降雨後には一時的に20cmまで上昇した。しかし、沼田川よりの平坦地、谷底地から平坦地へのお合い部の地下水位は、常に40cm以下と低く推移した。

3. マクロ的にみると、この地域の地下水面は地表面に沿って形成され、地下水は標高の高い河川際と山地から平坦地の中央部に向かって流れていた。しかし、ミクロ的にみると、地下水は多量の降雨後、山際の平坦地や平坦地の中央部において一時的に停滞し、地表面の勾配とは逆の勾配を示していることが認められた。

4. 組合せ暗渠の施工は地表残留水の迅速な排除及び作土の土壤水分低下に効果が大いだが、地下水位は周辺地形に左右され、一定の傾向を示さなかった。

5. 本暗渠の施工に当たっては、周辺地形から地下水の流れを予測して、地下水を捕捉できる位置に決定することの必要性を確認した。

6. 地下水の流れを予測することはマクロ的には可能であるが、ミクロ的にはまだ困難である。今後、より多くの事例調査を積み重ねて、地形や土壤が地下水の流れに及ぼす影響についてさらに解析する必要がある。

謝 辞

本調査を実施するに当たって、広島県農業開発公社には暗渠施工に便宜をはかっていただいた。また、三原市、三原市農業協同組合、三原市沼田東土地改良区及び尾道

農業改良普及所の関係各位に多大なるご協力をいただいた。記して深く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) A. A. ローゼ著. 山崎不二夫監訳: 1963. 土壤と水. 東京大学出版会: 47—55.
- 2) 足立一日出・古木敏也: 1983. 低平水田地帯におけるブロック排水について—茨城県河内村の例—. 農土試技報150: 43—51.
- 3) 古木敏也・佐藤 寛・根岸久雄: 1975. 低湿地における水田高用利用のための基盤整備方式—排水と土壤水分制御について—. 農土試技報A11: 17—45.
- 4) 浜崎忠雄: 1976. 水成土壌における水の動態とその土壤生成的役割について—小櫃川流域の例—(第1報) 水位および水位変動と土壤との関係(その1). 土肥誌47: 432—439.
- 5) ———: 1976. ——— (第2報) ——— (その2). 土肥誌47: 520—562.
- 6) ———: 1976. ——— (第3報) ——— (その3). 土肥誌47: 555—562.
- 7) ———: 1979. ——— (第4報) 粘質水田土壤の地下水面上のグライ層と灰色土層の生成. 土肥誌50: 255—260.
- 8) ———: 1979. ——— (第5報) 砂質水田土壤の地下水面上のグライ層と灰色土層の生成. 土肥誌50: 494—498.
- 9) 中山熙之・長谷川周一: 1982. 暗渠排水施工の効果—茨城県における事例—. 農土試技報A27: 81—90.
- 10) 農林水産省農蚕園芸局農産課: 1979. 土壤環境基礎調査における土壤、水質及び作物体分析法. 11—35.
- 11) 地学団体研究会: 1984. 海洋と陸水. 東海大学出版会. 122—139.
- 12) 上本 哲・中沢征三郎・宮地勝正・谷本俊明・松浦謙吉: 1984. 平坦低地水田における地下水位とその変動について. 広島農試報告48: 23—33.
- 13) ———: 1985. 丘陵地形内水田の地下水位とその変動について. 土壤の物理性52: 30—38.

Studies on the Method of Drainage, the Ground-Water Level and it's Fluctuation in Low Lying Area

Kenkichi MATSUURA, Satoshi UEMOTO, Seizaburo NAKAZAWA

Katsumasa MIYAJI and Toshiaki TANIMOTO

Key words: topography, ground water level, soil water, underdrainage