

## 浅層暗渠の高密度敷設による地下水位制御が 大豆の生育と収量に及ぼす影響

在原 克之・小柴 伸夫\*・奥山 泰河・小山 豊

キーワード：大豆、浅層暗渠、地下水位、補助暗渠、湿害

### I 緒 言

米の生産調整と水田の汎用化を図るため、1978年に始まった水田利用再編対策事業や水田農業確立対策事業等により、土地改良整備事業が行われ、その一環として暗渠施設が施工された。この排水対策と水田面積の減少により、1979年に75.9% (千葉県、1984) であった千葉県の湿田率は、2000年には56.2% (八槇ら、2000) まで低下している。

千葉県における大豆の栽培面積は、2005年に1,100haを超え、このうち約800haは、湿田率の低下と継続的な米の生産調整を反映して、水田へ作付けされている (千葉県、2004)。さらに、2007年度からの品目横断的価格補償制度の導入に対応し、水田を中心とした大豆栽培面積の増加が予想される。

一方、千葉県の大豆の10アール当たり収量は135kg (千葉県、2004) であり、依然として水準は低い。その原因としては、排水路水位が高く本暗渠が敷設できない圃場があること、営農的排水対策が不十分なこと、栽培規模に応じた栽培管理法が徹底されていないことなどが考えられる。

汎用水田における大豆栽培では、湿害の回避対策は不可欠であり、大区画の圃場では、より省力的な排水対策によって生産性の向上が求められる。ここでは、汎用水田における大豆収量の向上と安定を図るため、地下水位が大豆の生育と収量に及ぼす影響をライシメータにおいて明らかにする。さらに現地圃場において、これまでの本暗渠施設 (以下、慣行暗渠) に比べて、吸水渠を高密度で敷設しても工事費用が安く、排水路水位の高い地域への適用が可能とされるドレンレイヤー工法による浅層暗渠の排水効果が大豆の生育と収量に及ぼす影響について明らかにする。

なお、本試験は、2000年から2002年までの3年間に行った先端技術等地域実用化研究促進事業によるものであり、研究を共にした茨城県、埼玉県、岩手県並びに独立行政法人農業工学研究所の関係各位、現地試験において栽培管理に御協力いただいた市原市海上担い手組合の方々に厚くお礼を申し上げる。

### II 試験方法

試験1：地下水位が大豆の生育と収量に及ぼす影響

試験は、2003年に、千葉県農業総合研究センター生産技術部水田作研究室 (千葉市緑区刈田子町) の河成沖積壤土を充填した有底のコンクリート製ライシメータ (縦横1.5m、深さ0.8m) で行った。

品種は「タマホマレ」と「フクユタカ」を供試した。播種期から開花期までの期間の地下水位を25cmと50cmとし、これに開花期以降の地下水位 (25cmと50cm) を組み合わせて4水準の処理区を設けた。試験は2反復で行った。

耕種概要は以下のとおりとした。施肥は、播種3日前に、深さ15cmまで耕耘した後、苦土塩加りん安264号により窒素成分4g/m<sup>2</sup>を施用して土壌混和した。

7月10日に、両品種を条間50cm、株間5cmで深さ3cmへ播種し、播種7日後に間引いて、それぞれ試験区の栽植本数を13.3本/m<sup>2</sup>に調整した。

地下水位は、ライシメータ底面部にある排水口に立ち上がり管を取り付けて重力水を排水し、田面下25cm並びに50cmを維持した。なお、蒸発と蒸散によって地下水位が設定水位よりも10cm低下した場合には、ライシメータ内周縁部からゆっくと給水した。

それぞれの試験区について、全て落葉した時点成熟期とし (以下同様)、15株 (連続5株×3条) を地際から刈り取った。

収穫物は、網室内で約2週間自然乾燥した後、株ごとに主茎長、最下着莢高、一次分枝数、主茎節数並びに莢数を計測した。また、試験区ごとに全子実重、粒厚7.3mm

以上の子実重並びに百粒重を測定した。

#### 試験2：補助暗渠施工の有無が大豆の生育や収量に及ぼす影響

試験は、2002年、千葉県市原市海上地区の、圃場整備後5年が経過し10m間隔で深さ70-50cmに本暗渠が敷設された圃場（面積25a）で行った。圃場は養老川沖積地で、作土層と次層は壤質であるが深さ約40cmからは砂質であり、深さ25cm以下はグライ層であった。

圃場を2分割し、同一圃場内に補助暗渠の有無により試験区を設置した。6月24日に、本暗渠（10m間隔）に直交する方向へ、1.5m間隔で深さ40cmに補助暗渠を施工した。両試験区に、長さ2.5mで3条からなる調査地点を、暗渠中間部（本暗渠から5m）に6か所ずつ設置し、出芽調査後、それぞれの調査地点の栽植本数を15本/m<sup>2</sup>に調整した。

耕種概要は以下のとおりとした。7月4日に、品種「タマホマレ」の種子5.7kg/10aをドライブハローシーダ（ニプロ社製4条）により条間60cm、深さ4cmへ播種した。基肥は、複合機加安008号（10-30-18）を用いて窒素成分5.7kg/10aを播種と同時に全面全層施肥した。また開花期に、尿素入り硫加里ん安555号（15-15-15）を用いて窒素成分2.0kg/10aを施用した。

雑草防除として、7月1日にグリホサートアンモニウム塩液剤、播種直後にベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニユロン乳剤を散布し、さらに、本葉5葉期頃にセトキシジム乳剤を散布した。

害虫防除として、8月中旬と9月上旬に、エストフェンプロックス乳剤を散布した。

成熟期に、それぞれの調査地点から15株（連続5株×3条）を刈り取り、試験1と同様に乾燥処理して収穫物を調査した。なお、成熟期における倒伏程度は、無（倒伏角15°以下）、軽（同30°以下）、中（同45°以下）並びに甚（同45°を超える）の4段階に区分した。

慣行暗渠における降雨後の地下水位は、水位計を用いて測定した。

#### 試験3：浅層暗渠の高密度敷設が大豆の生育や収量に及ぼす影響

試験は、2001年と2002年に、千葉県市原市海上地区の、圃場整備後5年が経過した大区画水田圃場（面積1ha）で行った。圃場の概要は、試験2に同じである。また、両試験年とも前作は小麦である。

2000年9月に圃場を2分割し、トレンチャにより10m間隔で暗渠溝を掘削し深さ70-50cmへ吸水管を敷設する慣行暗渠区と、ドレンレイヤー工法により5m間隔で深

さ50cmへ吸水管を敷設する浅層暗渠区を設けた。さらに、隣接する暗渠のない圃場を無暗渠区とした。

両暗渠区において、暗渠近傍地点（暗渠溝の左右1m）と暗渠の中間地点に（暗渠溝から5m）、長さ2.5mで3条からなる調査地点をそれぞれ8か所設け、播種21日後に出芽を調査した。また出芽調査後に、このうちの4か所については、栽植本数を15本/m<sup>2</sup>に調整して生育と収量を調査した。

耕種概要は以下の通りとした。供試品種は「タマホマレ」とし、2001年は種子5.7kg/10aを7月4日に、2002年は種子5.7kg/10aを7月5日に、ドライブハローシーダ（ニプロ社製4条）により条間60cmで深さ4cmへ播種した。2001年は播種前の6月28日にロータリ耕を行った。なお、両試験年とも中耕培土は行わなかった。施肥、雑草防除並びに害虫防除は、試験2と同様に行った。

成熟期における倒伏程度及び収穫物については、試験2と同様に調査した。

収穫後に、各調査地点の土壌をボーリングステッキで採取し、 $\alpha$ - $\alpha'$ ジピリジル液による呈色反応により、グライ層出現深を測定した。

2002年9月7日から9日までの間、浅層暗渠区については近傍地点と中間地点に、慣行暗渠区については近傍地点と中間地点に加えて両調査地点の中間（暗渠溝から2.5m）に地下水位計を設置して地下水位を測定した。

### III 結 果

#### 試験1：地下水位が大豆の生育と収量に及ぼす影響

開花期までと開花期以降に地下水位を変えた場合の生育と収量を、品種別に第1表に示した。

出芽率は、いずれの地下水位区でも約85%であり、地下水位の差は認められなかった。

開花始期は、「タマホマレ」が8月6日、「フクユタカ」が8月13日であった。

「タマホマレ」では、開花期までの地下水位が高い25cm区の方が、主茎長と最下着莢高は大きくなる傾向を示した。一方「フクユタカ」では、最下着莢高は25cm区で大きかったが、主茎長の差は認められなかった。

開花期までにはほぼ決定される一次分枝数と主茎節数は、「タマホマレ」では地下水位による差は認められなかったが、「フクユタカ」では開花期までの地下水位が50cm区で多かった。

莢数は、両品種とも栽培期間を通じて地下水位を50cmに維持した50cm-50cm区で多くなり、全子実重と粒厚7.3mm以上の子実重も多かった。一方、開花期以降の地下水位を25cmとした25cm-25cm区と50cm-25cm区では、

莢数が減少し子実重の低下が認められた。また、開花期以降の高地下水位による、粒厚7.3mm以上の子実重への影響は、25cm-25cm区よりも50cm-25cm区で、「フクユタカ」よりも「タマホマレ」で大きかった。

試験2：補助暗渠施工の有無が大豆の生育や収量に及ぼす影響

補助暗渠施工の有無が生育に及ぼす影響を第2表に、子実収量に及ぼす影響を第1図に示した。

両試験区において、出芽率、主茎長、最下着莢高並びに一次分枝数の差は認められなかった。しかし、補助一有区の主茎節数は、補助一無区に比べて明らかに多く、

これにより莢数も約15%多かった。補助一有区は、莢数が多かったことにより、全子実重で約15%、粒厚7.3mm以上の子実重で約13%増収した。

降雨24時間後から36時間後の地下水位を第2図に示した。調査日や降水量が異なる条件であったが、それぞれの地区とも、降雨24~36時間後に、暗渠近傍地点の地下水位は作土深に相当する深さ15~20cmまで低下した。しかし、暗渠から約2m以上の地点における地下水位は作土層内にあり、降雨24~36時間後における暗渠の排水効果は、圃場の土性にかかわらず、暗渠溝の左右2~2.5mの距離にとどまっていた。

第1表 播種から開花期、開花期から成熟期までの地下水位が大豆の生育に及ぼす影響（試験1）

品種	設定地下水位(cm)		主茎長*1 (cm)	最下*1 着莢高 (cm)	一 次*1 分枝数 (本/株)	主茎*1 節数 (節/株)	莢 数*1 (個/株)	全*2 子実重 (g/m <sup>2</sup> )	7.3mm≤*2 子実重 (g/m <sup>2</sup> )
	開花期 まで	開花期 以降							
タマ	25	25	48 a	14 a	4.7 a	12.3 a	90 ab	345	264
ホマレ	25	50	45 ab	15 a	4.6 a	12.2 a	97 ab	447	362
フク	50	25	37 c	13 ab	4.9 a	12.2 a	83 b	319	258
	50	50	41 bc	12 b	5.4 a	12.8 a	118 a	468	371
ユタカ	25	25	61 a	17 a	4.4 ab	14.2 b	82 b	439	352
	25	50	60 a	17 a	4.0 b	15.0 ab	82 b	480	396
	50	25	60 a	14 b	5.0 a	15.7 a	87 ab	468	383
	50	50	61 a	14 b	5.2 a	15.6 a	98 a	524	422

注1) \*1は30株の平均値を示した。\*2は2反復の平均を示した。

2) 異なるアルファベットは、同一品種間において5%水準 (Scheffe) で有意差があることを示す。

第2表 補助暗渠施工の有無と大豆の出芽率と生育（試験2）

試験区	出芽率 (%)	主茎長 (cm)	最下 着莢高 (cm)	一 次 分枝数 (本/株)	主茎 節数 (節/株)	莢 数 (個/株)
補助一有	68.5	57	15.5	4.7	14.9	105
補助一無	69.9	56	14.9	4.3	13.4	90
	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	*

注1) 値は90株の平均値。

2) \*は5%水準 (t検定) で有意であることを示す。

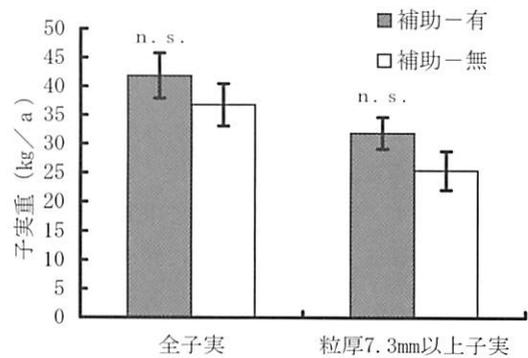
試験3：浅層暗渠の高密度敷設が大豆の生育や収量に及ぼす影響

(1) 大豆の生育量と収量

両試験年における半旬ごとの平均気温と降水量を第3図に示した。また、暗渠並びにそれぞれの調査地点における大豆の生育量と子実収量を第3表に示した。

播種期から開花期までの間の降水量は、2001年と2002年では大きく異なり、2001年の39mmに対して、2002年は169mmであった。このため出芽率は、2002年に比べて2001年で低かったが、それぞれの試験年次における区間の差は認められなかった。

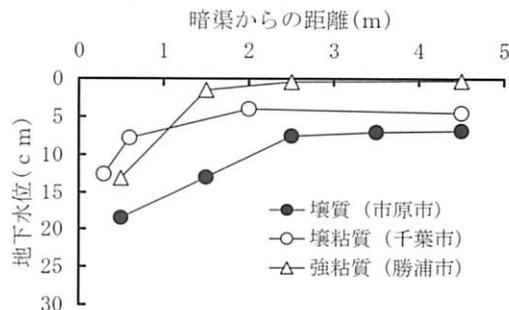
2001年において、最下着莢高については試験区間の差が認められなかったが、主茎長は慣行暗渠の両調査地点で小さかった。一次分枝数は両暗渠区とも近傍地点に比べて中間地点で多い傾向であったが、主茎節数は暗渠並



第1図 補助暗渠施工の有無と子実重（試験2）

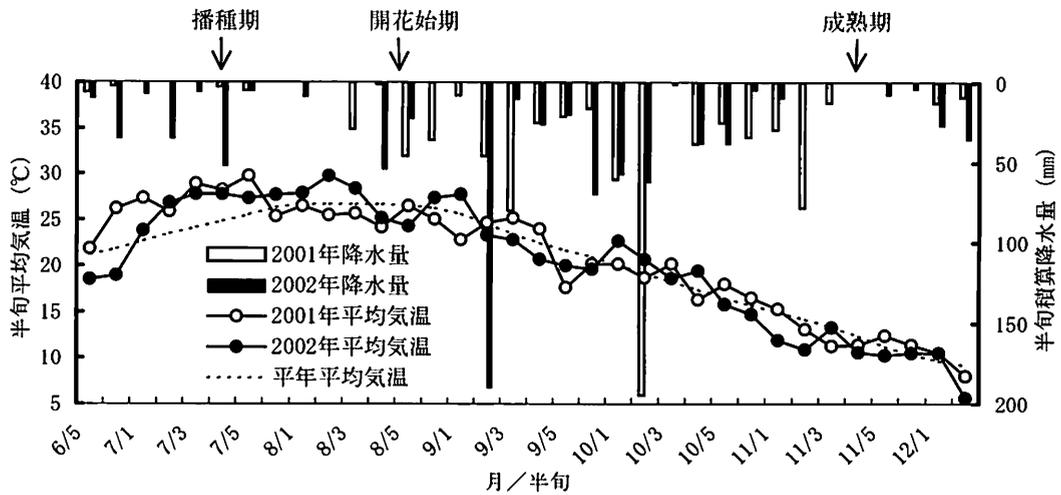
注) 6地点の平均と標準偏差を示す。

n. s. は有意差がないことを示す。



第2図 暗渠からの距離別地下水位（試験2）

注) 降雨24~36時間後測定。



第3図 試験年の平均気温と降水量 (試験3、アメダス千葉)

第3表 暗渠の種類、場所の違いと大豆の出芽、生育及び収量 (試験3)

試験年度	暗渠の種類	調査場所	出芽率 (%)	倒伏*1 程度	主茎長*2 (cm)	最下*2 着莢高 (cm)	一次*2 分枝数 (本/株)	主茎*2 節数 (節/株)	莢数*2 (個/株)	全*3 子実重 (kg/a)	7.3mm $\leq$ *3 子実重 (kg/a)	7.3mm $\leq$ *3 百粒重 (g)
2001年	慣行	近傍	51.7 a	甚	63 b	13.1 a	5.0 b	15.7 a	92 b	30.1 b	14.1 b	30.6 a
		中間	52.1 a	甚	62 b	14.0 a	5.2 ab	16.0 a	98 ab	32.3 b	12.0 b	30.6 a
	浅層	近傍	55.5 a	中	73 a	14.3 a	4.8 b	15.5 a	107 ab	37.1 a	24.6 a	30.7 a
		中間	54.6 a	中	72 a	13.9 a	5.7 a	15.7 a	122 a	36.4 ab	24.0 a	31.3 a
2002年	慣行	近傍	65.2 a	軽	54 a	14.3 b	4.5 a	14.1 a	107 a	41.4 a	30.6 a	26.2 a
		中間	63.0 a	軽	53 a	16.3 a	5.2 a	14.4 a	96 b	37.9 ab	28.8 a	25.6 a
	浅層	近傍	62.0 a	軽	56 a	15.3 a	4.9 a	14.6 a	100 a	41.3 a	30.9 a	26.0 a
		中間	73.4 a	軽	55 a	16.4 a	4.8 a	14.5 a	98 a	39.4 ab	30.2 a	26.4 a
	無暗渠		74.6 a	甚	55 a	15.4 a	4.9 a	14.4 a	75 b	32.6 b	26.3 a	27.0 a

注1) \*1は無 (倒伏角15°以下)、軽 (同30°以下)、中 (同45°以下)、甚 (同45°を超える) の4段階に区分した。

2) \*2は60株の平均値を示した。\*3は4反復の平均を示した。

3) 異なるアルファベットは、同一試験年において5%水準 (Scheffe) で有意差があることを示す。

びに調査地点による差は認められなかった。

莢数と全子実重は、慣行暗渠区に比べて浅層暗渠区で多く、両暗渠とも、近傍地点に比べて中間地点でやや多かった。慣行暗渠区では、10月上旬に襲来した台風によって著しく倒伏し、この影響で、全子実重に占める粒厚7.3mm以上の子実重の割合は、浅層暗渠区の約65%に対して、40%前後となった。

2002年は、慣行暗渠区近傍地点の最下着莢高が、無暗渠区を含む他の調査地点に比べて小さかった。しかし、主茎長、一次分枝数並びに主茎節数については、暗渠区及び調査地点間の差は認められなかった。

両暗渠区の莢数と全子実重は無暗渠区に比べて多く、また粒厚7.3mm以上の子実重は、有意な差ではなかったが両暗渠区で多い傾向であった。

両暗渠区のそれぞれの調査地点を比較すると、莢数は、浅層近傍地点、浅層中間地点及び慣行近傍地点では差が認められなかったが、慣行中間地点ではこれよりも少なかった。また全子実重は、浅層近傍地点と慣行近傍地点の差は認められなかったが、それぞれの中間地点は近傍

地点と比べてやや少ない傾向であった。粒厚7.3mm以上の子実重は、浅層近傍地点、浅層中間地点及び慣行近傍地点では約30kg/aであったが、慣行中間地点ではこれよりもやや少なかった。各調査地点の百粒重に差は認められなかった。

全子実重と粒厚7.3mm以上の子実重との関連を第4図に、莢数と全子実重との関係を第5図に示した。

それぞれの関係には高い正の相関が認められたが、両試験年を比較すると、2001年は莢数の増加に対して全子実重の増加幅は小さく、2002年に比べて莢の稔実歩合が低い傾向であった。

以上の2か年の結果から、供試した「タマホマレ」では、目標収量を粒厚7.3mm以上の子実重で25~30kg/aとした場合、全子実重として35~40kg/aが、株当たり莢数として80~120個 (m<sup>2</sup>当たり換算1,200~1,500個) が必要と推定された。

#### (2) 大豆子実重とグライ層出現深

それぞれの本暗渠においてグライ層が出現する平均の深さは約34cmであり、差は認められなかったが、いずれ