

西三河地域水田輪作畑における穿孔暗渠施工による排水性向上効果

尾賀俊哉¹⁾・大黒貴智²⁾・船生岳人³⁾・森崎耕平²⁾・平岩 確²⁾

摘要: 愛知県西三河地域の2年3作体系の小麦・大豆作栽培ほ場で「カットドレーン」を用いた穿孔暗渠の効果的な施工方法を検討し、その実証を行った。穿孔暗渠を中明渠に対して直交方向、幅を2.5 mまたは5 m、深さ30 cmで施工することで、慣行の弾丸暗渠施工よりも効果的に排水でき、小麦及び大豆の収量が向上した。

キーワード: 小麦、大豆、穿孔暗渠、排水対策

Drainage Improvement Effect of Perforated Drain Construction in Aichi Prefecture

OGA Toshiya, DAIKOKU Takatomo, FUNAO Taketo, MORISAKI Kouhei and HIRAIWA Kaku

Abstract: An effective method of installing perforated culverts using "cut drains" was studied in wheat and soybean fields in the Nishi-Mikawa region of Aichi Prefecture during a two-year, three-crop system. Perforated culverts perpendicular to the center culvert, 2.5 m or 5 m wide and 30 cm deep, drained more effectively than conventional bullet culverts, increasing wheat and soybean yields.

Key Words: Wheat, Soybean, Perforated drain, Drainage measures

本研究の一部は日本作物学会東海支部152回講演会(2019)において発表した。また、一部は農林水産委託プロジェクト「センシング技術を取扱した畑作物の効率的な生産システムの確立」により実施した。

¹⁾作物研究部(現西三河農林水産事務所農業改良普及課) ²⁾作物研究部 ³⁾普及戦略部

(2024.9.4受理)

緒言

愛知県は、小麦・大豆栽培の9割以上が水田で作付けされる全国でも水田の高度利用が進んだ県である。主産地の1つである西三河地域の水田輪作畑は透水性が小さい、地下水位が高い等の特徴があり、小麦と大豆の栽培には排水対策が必須である。現在、慣行栽培では額縁明渠や中明渠に加えて弾丸暗渠を施工しているが、それらを施工しても排水が不十分なほ場があり、湿害による出芽不良や初期生育抑制、それに伴う雑草繁茂等で収量が安定しない事例は少なくない。

そこで、本試験では「カットドレーン」を用いた穿孔暗渠を慣行の弾丸暗渠と比較することで、その排水性の向上効果を検証した。「カットドレーン」は農研機構が開発した農業作業機で、トラクターによる牽引走行で土中を深く切断・移動して空洞を形成するため、空洞周辺の亀裂が発生せず、弾丸暗渠よりも潰れにくいとされる特徴がある¹⁾。西三河地域では、施工する深さの土壌が細粒かつ粘質である場合が多く、施工した通水用の空洞が崩れにくく、良好な排水が長く維持されると予想される。ただし、愛知県では、ブロックローテーションによって2年3作が実施されており、農研機構が提示²⁾しているような穿孔暗渠の施工について、畦畔を超えて排水路から貫通して深さ40 cm以上深く施工することはほ場環境上困難である。また、穿孔暗渠から出る水を集めるための深い集水穴を各ほ場に設けることも多大な労力と時間を要する等の点から困難である。そこで、本試験では、西三河地域における粘土含量が高い粘質土が中心の安城市と比較的砂が含まれる壤質土が中心の西尾市で穿孔暗渠による排水改善効果を最大限発揮するための施工方向や施工深を変え、最適な施工条件を併せて検討し、その実証を行った。

材料及び方法

1 穿孔暗渠の最適施工条件の検討

(1) 平行施工による効果の調査(試験1)

穿孔暗渠の方向を中明渠に対して平行に施工し、その効果を2021年産は安城市の施工位置が粘質土である水田輪作畑で検証した。小麦の播種前の2020年11月13日に額縁明渠から施工を開始した。試験に供試したほ場は長方形で長辺方向に中明渠施工し、播種を実施するほ場を用いた。穿孔暗渠を長辺に沿って施工し、その後短辺に沿って弾丸暗渠を施工し、さらに中明渠を長辺に沿って施工した。そのため、排水は穿孔暗渠と接続した弾丸暗渠を経由して中明渠を通じて行う形とした。施工幅は1.5 m、3.0 mで行った。対照として農家慣行である弾丸暗渠を短辺方向に約5 m幅で行った。施工深はいずれも30 cmとした。穿孔暗渠は、「カットドレーンmini」(株式会社北海コーキ、北見)を60 ps程度のトラクターに接続して牽引して施工した。小麦は「ゆめあかり」、大豆は「フクユタカA1号」を供試し、栽培管理は農家慣行とした。

(2) 直交施工での施工幅の差による排水効果の比較(試験2)

試験1の結果から穿孔暗渠の施工方向を直交方向として試験を実施した。穿孔暗渠の施工幅を2021年産は西尾市の施工位置が壤質土で2.5 m、5 m、10 m、2022年産は同市の壤質土で2.5 m、5 mとし、排水性改善効果を水田輪作畑で検証した。対照は2021年産では施工幅5 m程度の弾丸暗渠施工区、2022年産では無施工区とした。両年産とも小麦の播種前の2020年11月18日、2021年11月4日に実施し、額縁明渠から長方形のほ場の短辺に沿って施工を開始した。排水は中明渠及び額縁明渠を通じて排水する形とした。2021年産では小麦は「きぬあかり」、大豆は「フクユタカA1号」、2022年産では小麦は「ゆめあかり」、大豆は「フクユタカA1号」を供試し、栽培管理は農家慣行とした。

(3) 直交施工における施工深の差による排水効果の比較(試験3)

西尾市にある施工位置が粘質土の水田輪作畑2ほ場を供試し、それぞれ穿孔暗渠の深さを中明渠と同じ30 cm、それよりも深い45 cmに設定し、排水性改善効果を検証した。両試験ほ場とも小麦の播種前の2021年11月6日に額縁明渠から長方形のほ場の短辺に沿って施工した。30 cm区は中明渠及び額縁明渠を通じて排水する形としたが、45 cm区は中明渠より下に施工し、中明渠とは接続せず、排水は額縁明渠のみを通じて排水とした。両区とも施工幅は8 mとした。小麦は「ゆめあかり」、大豆「フクユタカA1号」を供試して、栽培管理は農家慣行とした。

(4) 穿孔暗渠の最適施工方法の検証(試験4)

試験1から3の結果で得られた最適な施工条件で、安城市にある施工位置が粘質土の水田輪作畑で穿孔暗渠施工効果の実証を行った。穿孔暗渠区は施工深を30 cm、施工幅は5 mとし、深さ30 cmの中明渠と接続した。対照区は弾丸暗渠と同じく直交とし、施工深は30 cm、施工幅は4.15 mとした。

穿孔暗渠及び弾丸暗渠は、小麦播種前の2022年11月8日に長方形のほ場の短辺に沿って施工した。小麦は「ゆめあかり」、大豆は「フクユタカA1号」を供試し、栽培管理は農家慣行とした。

2 調査方法

(1) 土壌中の体積含水率の測定

土壌中の体積含水率はロガー(Em5b、METER Group, Inc、アメリカ合衆国)とセンサー(10HS、METER Group, Inc、アメリカ合衆国)を用いて測定した。測定位置は生育調査点付近のすき床層にセンサーを水平方向に立てて設置し、1時間ごとに測定し、0時から23時までの値を平均したものを1日当たりの体積含水率とした。小麦及び大豆の栽培期間を通して測定を行った。

降水量のデータはアメダスを活用した。観測地点は試験1及び4では岡崎、試験2及び3では一色のデータを用いた。

(2) 生育及び収量調査

生育調査は各区1条2 mで行った。収量調査は各区2 m×3条分を収穫して実施した。反復数は、試験4で3、それ以外では2とした。小麦の生育調査は出芽数、茎立期の草丈、茎数

及び葉色、成熟期の稈長、穂長、穂数及び倒伏程度とした。収量調査は精麦重、千粒重とした。葉色は葉緑素計(SPAD-502 Plus、コニカミノルタジャパン株式会社、東京)を用いて展開第2葉の中央部で測定した。精麦重はふるい目2.4 mmで調整後に測定し、精麦重及び千粒重の水分は12.5%に換算した。大豆の生育調査は出芽数、開花期の主茎長及び葉色、成熟期の倒伏程度、収量調査では主茎長、主茎節数、総莢数、精子実重、百粒重とした。精子実重は6.7 mmのふるいを用い、病害虫等被害粒を除いた子実とした。精子実重、百粒重の水分は15.0%に換算した。

(3) 大豆作における根粒の着生状況

穿孔暗渠の最適な施工の効果を確認するために、開花期と子実肥大期にそれぞれのほ場の調査地点付近からランダムに3株ずつ計9株を抜き取り、根粒の着生数と乾物重、着生位置を確認した。根粒の着生数は根粒の直径が2 mm以上のものを根から採種した。乾物重は採種した根粒をアルミ製秤量皿に入れ、48時間105℃で乾燥した後、重量を測定した。その際の水分は0.0%に換算した。着生位置は図1を元に値を付け、平均値を求めて決定した。

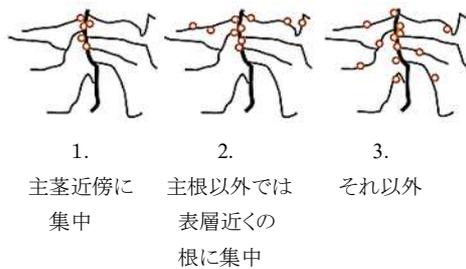


図1 根粒の着生位置

試験結果

1 穿孔暗渠の最適施工条件の検討

(1) 平行施工による効果の調査(試験1)

小麦栽培では、平行の土壤中の体積含水率は、全ての区のリガーが故障により推移が確認出来なかった。生育及び収量は、弾丸暗渠区と比較して、1.5 m及び3 m区では調査結果に有意差は見られなかった(表1)。

大豆栽培では、一方、測定期間を通してまとまった降雨があり、1.5 m区及び3 m区における土壤中の体積含水率は、弾丸暗渠区と比較して同程度または高かった(図2)。生育及び収量はでは、3 m区の出芽数は他の区よりも上回ったが、それ以外の調査項目では有意差は見られなかった(表2)。

(2) 直交施工での施工幅の差による排水効果の比較(試験2)

2021年産について見ると、土壤中の体積含水率は、測定期間を通して定期的にとまとまった降雨があったものの、小麦栽培では弾丸暗渠区と比較して、2.5 m区の方が常に低く推移した。一方、10 m区はわずかに低く推移した(図3)。なお、5 m区はリガーの故障のため、確認出来なかった。生育及び収量では、2.5 m及び5 m区では弾丸暗渠区と比較して、出芽数は有意差が見られなかったものの、草丈や茎数及び稈長が上回った(表3)。一方、10 m区は草丈及び稈長が小さくなった。

大豆栽培では土壤中の体積含水率は、測定期間を通して定期的な降雨があったものの、弾丸暗渠区と比較して、2.5 m区及び5 m区の方が低く推移した。一方、10 m区では弾丸

表1 小麦の生育及び収量(試験1)

| 区名 | 出芽数調査 | 茎立期調査(3/9) | | | | 成熟期調査(5/25) | | | | 収量調査 | | |
|---------|------------------|------------|----|------------------|------|-------------|----|------|------------------|------|-------------------|-------------------|
| | 出芽数 | 茎立期 | 草丈 | 茎数 | 葉色 | 成熟期 | 稈長 | 穂長 | 穂数 | 倒伏程度 | 精麦重 ¹⁾ | 千粒重 ¹⁾ |
| | 本/m ² | 月/日 | cm | 本/m ² | | 月/日 | cm | cm | 本/m ² | | kg/10a | g |
| 平行-1.5m | 147 | 3/9 | 38 | 1132 | 55.8 | 6/1 | 84 | 11.1 | 559 | 0.0 | 587 | 35.1 |
| 平行-3m | 147 | 3/9 | 38 | 1109 | 56.8 | 6/1 | 85 | 11.2 | 559 | 0.0 | 558 | 34.5 |
| 弾丸暗渠 | 153 | 3/9 | 35 | 1129 | 57.0 | 6/1 | 85 | 11.1 | 581 | 0.0 | 577 | 34.7 |

どの調査項目も Tukey 検定により5%水準で試験区間に有意差なし
1) 水分12.5%で換算

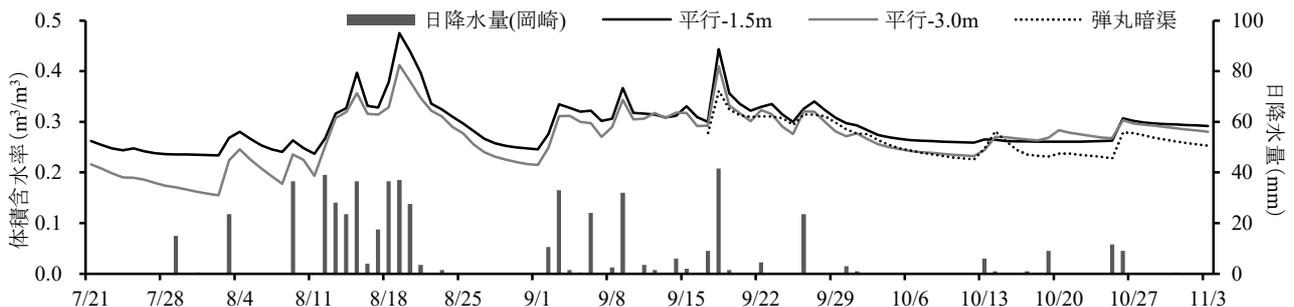


図2 大豆栽培期間中の土壤中の体積含水率及び降水量の推移(試験1)

注) 弾丸暗渠はリガーの故障により9/17から再測定

表2 大豆の生育及び収量(試験1)

| 区名 | 出芽数調査 | 開花期調査 (8/24) | | | 成熟期調査 (11/10) | | | 収量調査 | | | | |
|---------|-------|--------------|-----|------|---------------|------|-----|------|-----|--------------------|-------------------|------|
| | 出芽数 | 開花期 | 主茎長 | 葉色 | 成熟期 | 倒伏程度 | 主茎長 | 主茎節数 | 総莢数 | 精子実重 ¹⁾ | 百粒重 ¹⁾ | 大粒比率 |
| | | | | | | | | | | | | |
| 平行-1.5m | 8 b | 8/17 | 85 | 34.9 | 11/5 | 0.0 | 76 | 16 | 629 | 252 | 30.3 | 50.3 |
| 平行-3m | 9 a | 8/17 | 86 | 37.1 | 11/5 | 0.0 | 77 | 16 | 690 | 230 | 29.9 | 50.9 |
| 弾丸暗渠 | 7 b | 8/17 | 84 | 37.1 | 11/5 | 0.5 | 78 | 17 | 777 | 273 | 30.7 | 57.7 |

異なる英文字間に Tukey 検定により5%水準で調査項目間に有意差あり
1) 水分15.0%で換算

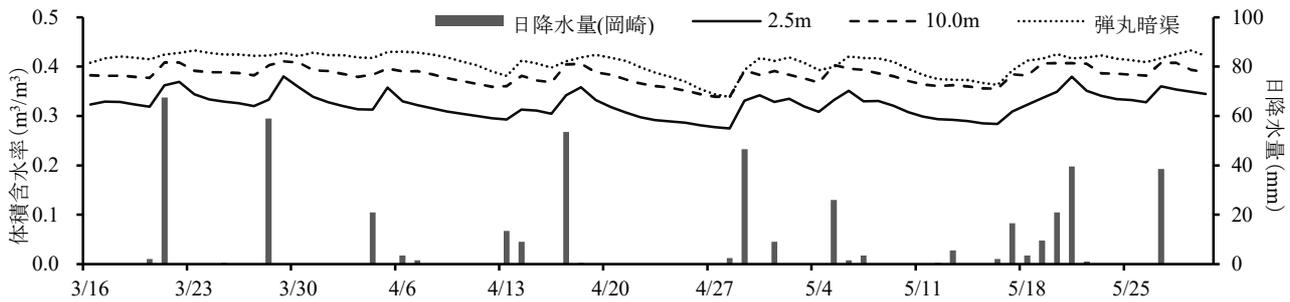


図3 小麦栽培期間中の土壌中の体積含水率及び降水量の推移(試験2・2021年)
注) 5mはロガーの故障によりデータ無し

表3 小麦の生育及び収量(試験2・2021年)

| 区名 | 出芽数調査 | 茎立期調査 (3/15) | | | | 成熟期調査 (5/25) | | | | | 収量調査 | |
|------|-------|--------------|------|--------|------|--------------|------|-----|-----|------|-------------------|-------------------|
| | 出芽数 | 茎立期 | 草丈 | 茎数 | 葉色 | 成熟期 | 稈長 | 穂長 | 穂数 | 倒伏程度 | 精麦重 ¹⁾ | 千粒重 ¹⁾ |
| | | | | | | | | | | | | |
| 2.5m | 185 | 3/12 | 38 a | 1001 a | 45.1 | 5/30 | 78 a | 9.6 | 586 | 0.0 | 615 a | 37.5 |
| 5m | 185 | 3/12 | 38 a | 985 a | 45.1 | 5/30 | 78 a | 9.8 | 565 | 0.0 | 580 ab | 36.9 |
| 10m | 160 | 3/12 | 35 b | 848 ab | 47.4 | 5/30 | 74 b | 9.6 | 486 | 0.0 | 495 b | 36.4 |
| 弾丸暗渠 | 179 | 3/12 | 35 b | 785 b | 47.4 | 5/30 | 75 b | 9.9 | 510 | 0.0 | 505 b | 38.0 |

異なる英文字間に Tukey 検定により5%水準で調査項目間に有意差あり
1) 水分12.5%で換算

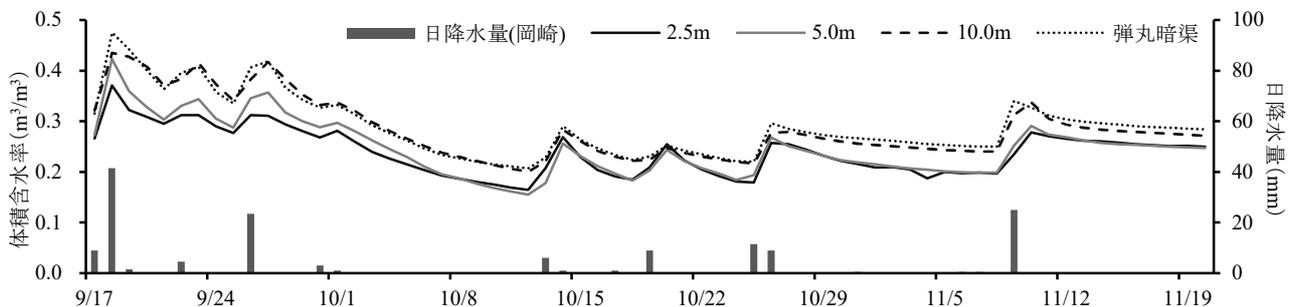


図4 大豆栽培期間中の土壌中の体積含水率及び降水量の推移(試験2・2021年)

暗渠区と同等程度であった(図4)。生育及び収量では、2.5 m区及び5 m区では成熟期の主茎長が上回り、2.5 m区が総莢数で全ての区を上回った。精子実重は2.5 m区は10 m区と弾丸暗渠区、5 m区は10区を上回った(表4)。

2022年産については、土壌中の体積含水率は、小麦栽培では測定期間を通して定期的にまとまった降雨があったものの、2.5 m区の方が無処理区よりも常に大幅に低く推移し、

5m区はそれに次いで低かった(図5)。生育及び収量では、2.5 m区及び5 m区は出芽数が多く、茎数及び穂数が多く推移した。精麦重は2.5 m区は他の2区よりも増加した(表5)。

大豆栽培では、土壌中の体積含水率は、測定期間を通して定期的な降雨があったものの、2.5m区の方が無処理区と

表4 大豆の生育及び収量(試験2・2021年)

| 区名 | 出芽数調査 | 茎立期調査(9/2) | | | 成熟期調査(11/21) | | | 収量調査 | | | | |
|------|------------------|------------|------|------|--------------|------|------|------|------------------|--------------------|-------------------|------|
| | 出芽数 | 開花期 | 主茎長 | 葉色 | 成熟期 | 倒伏程度 | 主茎長 | 主茎節数 | 総莢数 | 精子実重 ¹⁾ | 百粒重 ¹⁾ | 大粒比率 |
| | 本/m ² | 月/日 | cm | | 月/日 | | cm | | 個/m ² | kg/10a | g | % |
| 2.5m | 20 | 8/29 | 45 a | 41.0 | 11/18 | 0.0 | 58 a | 15 | 925 a | 253 a | 31.4 | 69.9 |
| 5m | 19 | 8/29 | 45 a | 39.4 | 11/18 | 0.3 | 56 a | 14 | 688 b | 225 ab | 30.7 | 63.1 |
| 10m | 16 | 8/30 | 37 c | 36.7 | 11/18 | 0.5 | 46 c | 14 | 659 b | 161 c | 29.0 | 51.2 |
| 弾丸暗渠 | 18 | 8/29 | 42 b | 37.1 | 11/18 | 0.4 | 52 b | 14 | 701 b | 199 bc | 31.6 | 59.0 |

異なる英文字間に Tukey 検定により 5%水準で調査項目間に有意差あり

1) 水分 15.0%で換算

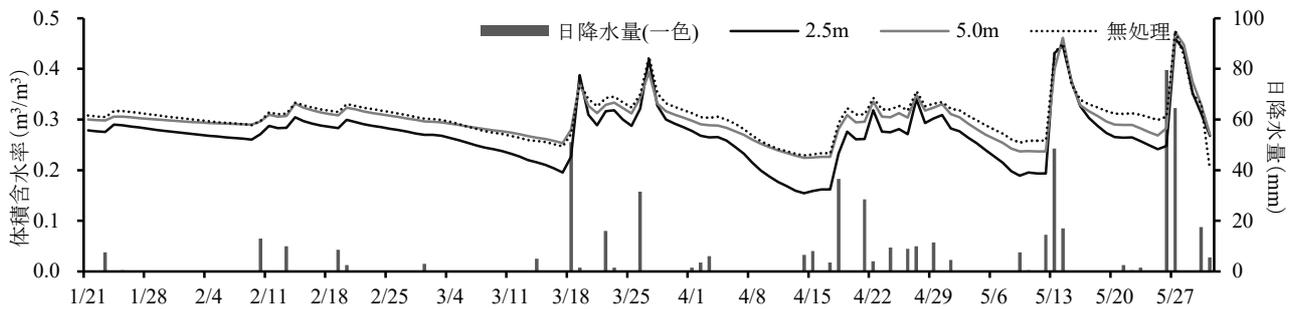


図5 小麦栽培期間中の土壌中の体積含水率及び降水量の推移(試験2・2022年)

表5 小麦の生育及び収量(試験2・2022年)

| 区名 | 出芽数調査 | 茎立期調査(3/13) | | | | 成熟期調査(5/25) | | | | | 収量調査 | |
|------|------------------|-------------|-------|------------------|------|-------------|----|-----|------------------|------|-------------------|-------------------|
| | 出芽数 | 茎立期 | 草丈 | 茎数 | 葉色 | 成熟期 | 稈長 | 穂長 | 穂数 | 倒伏程度 | 精麦重 ¹⁾ | 千粒重 ¹⁾ |
| | 本/m ² | 月/日 | cm | 本/m ² | | 月/日 | cm | cm | 本/m ² | | kg/10a | g |
| 2.5m | 231 a | 3/14 | 26 a | 1099 a | 59.0 | 6/1 | 81 | 9.5 | 639 a | 0.0 | 753 a | 39.8 |
| 5m | 214 b | 3/14 | 26 ab | 1026 b | 58.4 | 6/1 | 81 | 9.5 | 576 ab | 0.0 | 679 b | 40.1 |
| 無処理 | 168 c | 3/15 | 25 b | 894 c | 56.7 | 6/2 | 80 | 9.7 | 550 b | 0.2 | 676 b | 41.2 |

異なる英文字間に Tukey 検定により 5%水準で調査項目間に有意差あり

1) 水分 12.5%で換算

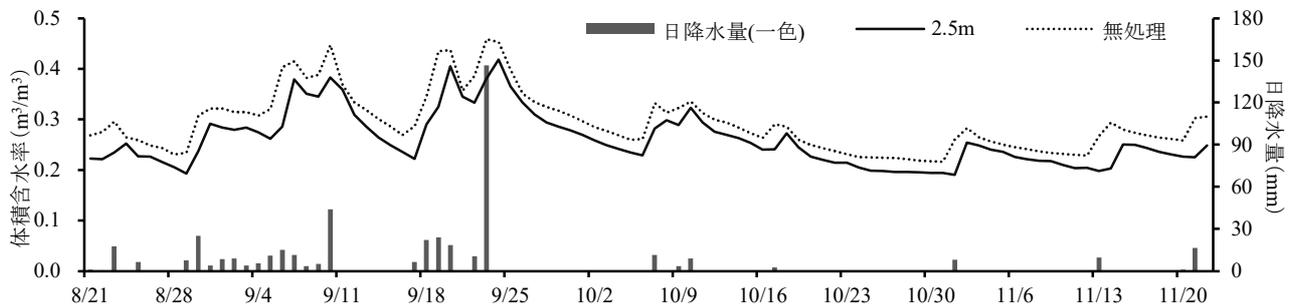


図6 大豆栽培期間中の土壌中の体積含水率及び降水量の推移(試験2・2022年)

注) 5m区はロガーの故障によりデータなし

比較して低く推移した(図6)。生育及び収量では、2.5 m区では5 m区及び無処理区よりも主茎長や主茎節数が上回り、総莢数も多くなった(表6)。

(3) 直交施工における施工深の差による排水効果の比較(試験3)

小麦栽培では測定期間を通して定期的にまとまった降雨

があったものの、土壌中の体積含水率は45 cm区と比較して、30 cm区が低く推移した(図7)。生育及び収量調査では、30 cm区の茎数及び成熟期の稈長や穂数大幅に上回った。しかし、成熟期の倒伏程度は30 cm区で大きくなり、精麦重は45 cm区との有意差は見られなかった(表7)。

大豆栽培では栽培期間中に台風の接近に伴うまとまった

表 6 大豆の生育及び収量(試験 2・2022 年)

| 区名 | 出芽数調査 | 茎立期調査(9/3) | | | 成熟期調査(11/22) | | | 収量調査 | | | | |
|------|------------------|------------|------|------|--------------|------|------|------|------------------|--------------------|-------------------|------|
| | 出芽数 | 開花期 | 主茎長 | 葉色 | 成熟期 | 倒伏程度 | 主茎長 | 主茎節数 | 総莢数 | 精子実重 ¹⁾ | 百粒重 ¹⁾ | 大粒比率 |
| | 本/m ² | 月/日 | cm | | 月/日 | | cm | | 個/m ² | kg/10a | g | % |
| 2.5m | 14 | 9/1 | 44 a | 35.2 | 11/22 | 0.1 | 48 a | 14 a | 767 a | 225 | 29.0 | 48.3 |
| 5m | 13 | 9/1 | 39 b | 34.4 | 11/22 | 0.2 | 41 b | 13 b | 588 b | 222 | 30.2 | 58.0 |
| 無処理 | 12 | 9/1 | 37 b | 34.6 | 11/24 | 0.7 | 41 b | 12 b | 532 b | 214 | 31.8 | 67.0 |

異なる英文字間に Tukey 検定により 5%水準で調査項目間に有意差あり

1) 水分 15.0%で換算

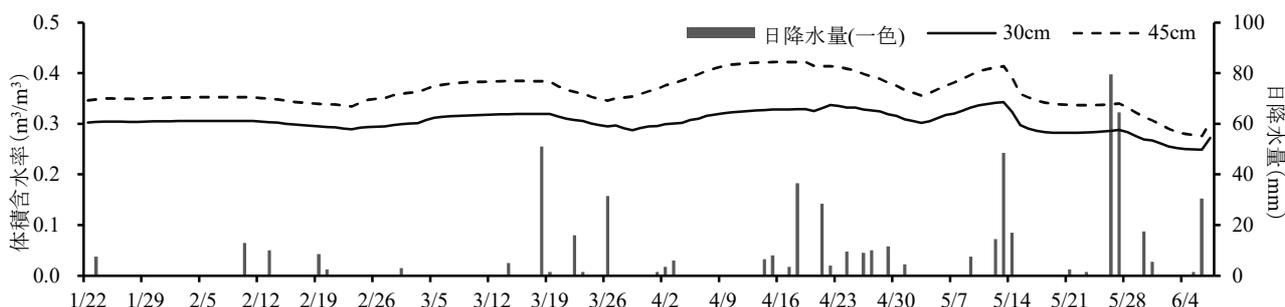


図 7 小麦栽培期間中の土壌中の体積含水率及び降水量の推移(試験 3・2022 年)

表 7 小麦の生育及び収量(試験 3・2022 年)

| 区名 | 出芽数調査 | 茎立期調査(3/21) | | | 成熟期調査(5/25) | | | | | 収量調査 | | |
|------|------------------|-------------|----|------------------|-------------|-----|----|------|------------------|------|-------------------|-------------------|
| | 出芽数 | 茎立期 | 草丈 | 茎数 | 葉色 | 成熟期 | 稈長 | 穂長 | 穂数 | 倒伏程度 | 精麦重 ¹⁾ | 千粒重 ¹⁾ |
| | 本/m ² | 月/日 | cm | 本/m ² | | 月/日 | cm | cm | 本/m ² | | kg/10a | g |
| 30cm | 219 | 3/19 | 32 | 1391 | 61.5 | 6/7 | 83 | 10.7 | 687 | 2.5 | 650 | 36.1 |
| 45cm | 156 | 3/20 | 29 | 985 | 59.4 | 6/5 | 75 | 10.4 | 561 | 0.0 | 694 | 37.6 |
| | * | | * | * | n.s. | | * | n.s. | * | * | n.s. | n.s. |

* t 検定により 5%水準で有意差あり

1) 水分 12.5%で換算

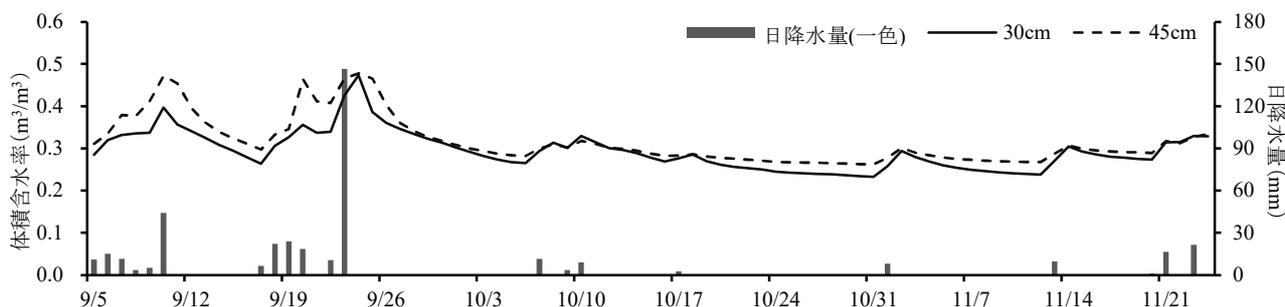


図 8 大豆栽培期間中の土壌中の体積含水率及び降水量の推移(試験 3・2022 年)

降雨があったが、土壌中の体積含水率は30 cm区で低く推移した(図8)。大豆の生育及び収量調査では、30 cm区では成熟期の主茎長、主茎節数及び、総莢数が上回った(表8)。

(4) 穿孔暗渠の最適施工方法の検証(試験4)

小麦栽培では、測定期間を通して定期的にまとまった降雨があったものの、土壌中の体積含水率は弾丸暗渠区と比較して、穿孔暗渠区で低く推移した(図9)。生育及び収量調査では、穿孔暗渠区の出芽数が多く、草丈、茎数、穂長及

び穂数が上回った(表9)。

大豆栽培では測定期間を通して定期的にまとまった降雨があったものの、土壌中の体積含水率は穿孔暗渠区で低く推移した(図10)。生育及び収量調査では、穿孔暗渠区で出芽数が多くなり、主茎長や総莢数が上回った(表10)。大豆の穿孔暗渠区及び弾丸暗渠区の根粒の着生状況を表11に示す。開花期において、穿孔暗渠区で1株当たりの根粒数が有意に多かった。

表 8 大豆の生育及び収量(試験 3・2022 年)

| 区名 | 出芽数調査 | 茎立期調査 (9/4) | | | 成熟期調査 (12/4) | | | 収量調査 | | | | |
|------|-------------------------|-------------|-----------|------|--------------|------|-----------|------|-------------------------|------------------------------|------------------------|-----------|
| | 出芽数 本/m ² | 開花期 月/日 | 主茎長 cm | 葉色 | 成熟期 月/日 | 倒伏程度 | 主茎長 cm | 主茎節数 | 総莢数 個/m ² | 精子実重 ¹⁾ kg/10a | 百粒重 ¹⁾ g | 大粒比率 % |
| 30cm | 30 | 9/6 | 58 | 34.6 | 12/2 | 1.2 | 81 | 15 | 1424 | 398 | 31.3 | 62.4 |
| 45cm | 28 | 9/6 | 50 | 34.5 | 11/28 | 0.6 | 72 | 14 | 834 | 315 | 31.4 | 59.1 |
| | n.s. | | * | n.s. | | n.s. | * | * | * | n.s. | n.s. | n.s. |

* t 検定により 5%水準で有意差あり
1) 水分 15.0%で換算

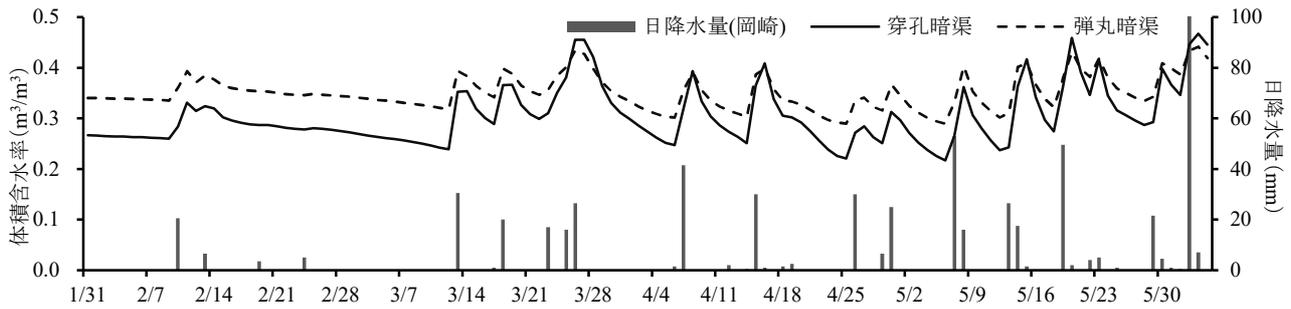


図 9 小麦栽培期間中の土壌中の体積含水率及び降水量の推移(試験 4)

表 9 小麦の生育及び収量(試験 4)

| 区名 | 出芽数調査 | 茎立期調査 (3/22) | | | | 成熟期調査 (6/5) | | | | | 収量調査 | |
|------|-------------------------|--------------|----------|------------------------|------|-------------|----------|----------|------------------------|------|-----------------------------|------------------------|
| | 出芽数 本/m ² | 茎立期 月/日 | 草丈 cm | 茎数 本/m ² | 葉色 | 成熟期 月/日 | 稈長 cm | 穂長 cm | 穂数 本/m ² | 倒伏程度 | 精麦重 ¹⁾ kg/10a | 千粒重 ¹⁾ g |
| 穿孔暗渠 | 180 | 3/20 | 33 | 1389 | 56.4 | 6/1 | 73 | 10.1 | 646 | 2.1 | 592 | 33.2 |
| 弾丸暗渠 | 135 | 3/22 | 30 | 1077 | 55.1 | 6/1 | 74 | 9.7 | 550 | 2.1 | 587 | 33.9 |
| | * | | * | * | n.s. | | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. |

* t 検定により 5%水準で有意差あり
1) 水分 12.5%で換算

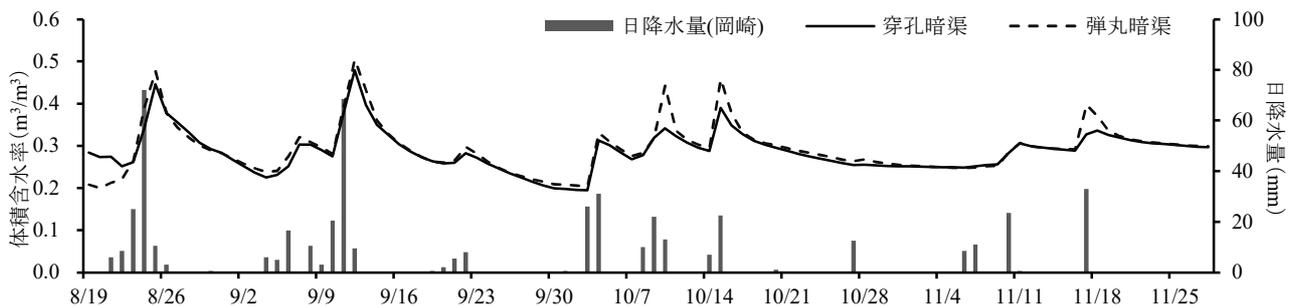


図 10 大豆栽培期間中の土壌中の体積含水率及び降水量の推移(試験 4)

考察

試験1の結果、穿孔暗渠の施工方向を中明渠に対して平行にすると、土壌の体積含水率は慣行の弾丸暗渠区よりも高く推移した。平行に穿孔暗渠を施工した場合、排水は弾丸暗渠を経由する必要がある。このため、暗渠同士の不連結や閉鎖等が発生しやすく、排水効果が小さかったと考えら

れた。また、平行施工の場合、穿孔暗渠を施工する上に、連結するための弾丸暗渠を追加で施工する必要があるため、作業効率が悪い。小麦及び大豆の生育、収量も平行区は有意差が見られず、穿孔暗渠の平行施工はほ場の排水性改善にはなり得ず、小麦及び大豆の生育、収量の向上効果はほとんど認められないと判断した。

試験2の結果、穿孔暗渠の施工幅は、2.5 m区及び5 m区では、土壌中の体積含水率が栽培期間中を通じて低く推移し、小麦及び大豆の生育、収量が良好であった。「カットド

表 10 大豆の生育及び収量(試験 4)

| 区名 | 出芽数調査 | | 茎立期調査 (3/22) | | 成熟期調査 (11/21) | | | 収量調査 | | | | |
|------|------------------|-----|-----------------|------|------------------|------|-----|------|------------------|--------------------|-------------------|------|
| | 出芽数 | 開花期 | 主茎長 | 葉色 | 成熟期 | 倒伏程度 | 主茎長 | 主茎節数 | 総莢数 | 精子実重 ¹⁾ | 百粒重 ¹⁾ | 大粒比率 |
| | 本/m ² | 月/日 | cm | | 月/日 | | cm | | 個/m ² | kg/10a | g | % |
| 穿孔暗渠 | 14 | 9/6 | 59 | 37.1 | 11/14 | 0.1 | 71 | 16 | 1274 | 411 | 29.9 | 66.7 |
| 弾丸暗渠 | 10 | 9/6 | 62 | 36.6 | 11/14 | 0.1 | 77 | 17 | 633 | 376 | 29.4 | 66.3 |
| | * | | * | n.s. | | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |

* t 検定により 5%水準で有意差あり

1) 水分 15.0%で換算

表 11 根粒及び莢の着生状況(試験 4)

| 区名 | 開花期 (8/23 n=9) | | | 子実肥大期 (11/29 n=9) | | |
|------|-------------------|-----|------|----------------------|------|------|
| | 根粒重 | 根粒数 | 根粒位置 | 根粒重 | 根粒数 | 根粒位置 |
| | g/株 | 個/株 | | g/株 | 個/株 | |
| 穿孔暗渠 | 0.57 | 75* | 2.8 | 1.03 | 151 | 2.9 |
| 弾丸暗渠 | 0.45 | 59 | 2.6 | 0.82 | 127 | 2.6 |
| | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |

* t 検定により 5%水準で有意差あり

1) 水分 0.0%で換算

レーン」により設けられた穿孔暗渠は弾丸暗渠よりも構造的に強固であるとされており、できるだけ施工本数を減らして排水できるように10 m 区を設けたが、土壌の体積含水率の推移及び生育、収量に対して良好な効果は認められなかった。このことは、農研機構のマニュアルにも「施工幅は2 mから5 mが標準³⁾」としていることと一致した。以上のことから、穿孔暗渠の施工幅は5 m以下が適当であると判断した。試験3の結果から、穿孔暗渠の施工深は、30 cmは土壌中の体積含水率が45 cmよりも低下されたことが確認された。これは45 cmは中明渠と繋がっておらず、中明渠を通じて排水することができないため、効果が小さいと考えられた。そして、小麦・大豆の出芽数や生育状況について増加が確認された。以上のことから、施工深は中明渠と同じ深さである30 cmとし、中明渠につなげることが重要であると考えられた。試験4では、試験1から3で得られた小麦、大豆栽培における穿孔暗渠の最適な施工条件に基づいて、粘土質の水田輪作畑において穿孔暗渠の改善効果を検証した。その結果、穿孔暗渠区では土壌水分が適正に維持され、施工による排水性の向上効果が認められた。さらに、穿孔暗渠区では小麦、大豆の出芽も安定するとともに、根粒菌の着生も良好となり、生育状況は慣行の弾丸暗渠施工よりも著しく高くなった。これらのことから、試験2と3で得られた最適な施工条件は粘土質の水田輪作畑においても十分適合するものと判断した。

なお、一部の試験ほ場では土壌の体積含水率が低下したものの、小麦や大豆の収量には繋がらなかった結果が見られた。試験2では、施工幅が狭くなるほど、大豆では総莢数が大幅に増加したものの、精子実重は微増であった。内川らは大豆における粒重低下要因について検証し、開花期以降の日照時間が平年の6割程度の寡照条件で、平均気温が高

いこと、開花期までの乾燥によって莢が確保できなかったこと、m²当たりの莢数が多かったために子実への転流が妨げられたことをあげている⁴⁾。試験2では花芽分化期から開花期頃にまとまった降雨と子実肥大期の寡照が、百粒重に影響したと考えられた。湿害を回避したことにより、途中までの生育が改善されても、その後の天候によって収量への効果が小さくなった事例といえるだろう。また、試験3において、施工深30 cm区では排水性が改善されたが、小麦の茎数過多により大きく倒伏し、増収には繋がらなかった。これは、湿害が回避され、今までの栽培体系では肥効が大きくなり、穂数が過剰になったためと考えられた。穿孔暗渠施工により排水性が改善され、肥料の利用効率が高まると、生育過剰による倒伏等を招く可能性が生じる。現在、生産現場では湿害に対応するために播種量や窒素施肥量を増やす事例が見られる。今後、穿孔暗渠施工により排水性が改善されれば、これまでの播種量や窒素施肥量の削減が期待できるものと考えられる。

以上の結果から、適切な条件下での穿孔暗渠施工は、西三河地域の水田輪作畑において排水性を改善することができ、小麦及び大豆の生育、収量の向上を促すことが明らかとなった。今後は、他地域での施工適応性を検討する必要がある。

謝辞: 本研究では、現地試験の実施にあたり西三河農林水産事務所農業改良普及課、JAあいち経済連及び担当農家に多大なるご協力いただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

引用文献

1. 北川 巖, 竹内 晴信, 塚本 康貴, 末久 美由紀. 新方式の穿孔暗渠「カッティングドレーン工法」の開発. 日本土壌肥料学雑誌.79(3), 313-316(2008)
2. 農研機構. 「カットシリーズ」を用いた営農排水施工技術標準作業手順書. p.7(2020)
3. 農研機構. 「カットシリーズ」を用いた営農排水施工技術標準作業手順書.
4. 内川修, 森田茂樹, 緒方大輔, 2016 年産大豆における粒重低下要因. 日作九支報. 84,18-20(2018)