

転換畑作におけるサブソイラ孔を活かした灌・排水管理

北倉芳忠*・土田政憲**・酒井 究***

A Method of Water Management Utilized the Subsoiler's Holes in Upland Field Converted from Paddy

Yoshitada KITAKURA*, Masanori TSUCHIDA** and Kiwamu SAKAI***

転換畑作物の生育期全般の排水不良と乾燥時期の水分供給不足を回避し安定した生育を確保するため、サブソイラによる補助暗渠施工（以下サブソイラ施工という）によって形成されるサブソイラ孔を活用した水管理法を検討した。その結果、サブソイラ孔を圃場周囲の明渠と連結し、暗渠に対し直交方向に加えて平行方向にも併用施工することで、大豆等の転換畑作物の生育を安定させるための排水促進と乾燥時の灌水管理が円滑になる。

Key Word : サブソイラ、明渠、暗渠、灌水、排水、転換畑作

I. 緒言

福井県では、水田転換畑作の基幹作物として、大麦、大豆の本格的な生産を振興しているが、気象変動が大きい近年、生育量そのものの不足や大麦での細麦の発生、大豆での青立ち症の発生等^{1, 4, 7)}により生産が不安定となっている。主な原因として、生育期全般の排水不良と特に大豆では開花期以降の高温・乾燥がもたらす水分不足によるストレスがあげられ、気象変動に左右されない安定栽培のためには、排水とともに灌水の重要性が指摘されている。

一般的な排水促進対策としては、主に、トレンチャや培土板による圃場周囲や畝間の明渠掘りが指導、実施されている。さらに、サブソイラによる補助暗渠施工も技術指針が示されているが、^{3, 6, 16)}導入は一部の生産者に限られ積極的な使用はあまり見られず、その使用方法も十分理解しているとは言えない状況である¹⁰⁾。

一方、灌水については、主に明渠を水路として利用する方法がとられているが、これだけでは畦内部の隅々

まで水を浸透させるにはかなりの時間を要することが多い。また、先進的な技術として、暗渠を活用した地下灌漑法^{9, 16, 20)}があるが、ある程度のコストをともなう土木工事が必要であることもあり、一般的に広く普及する状況には至っていない。

このような背景から、排水とかん水が円滑にかつ効率的に実施でき、生産者が取り組み易い手法を確立するため、大豆栽培期間を対象にサブソイラ孔を活用した水管理法について検討した。

試験は、1. サブソイラ孔を活用した灌水状況調査、2. サブソイラの施工間隔と土壌水分の関連調査、3. サブソイラの施工方向と土壌水分の関連調査の3つから構成されている。

II. 試験方法

1. サブソイラ孔を活用した灌水状況調査

2001年に、サブソイラ孔を水路として活用した灌水効果を検討するため、圃場周囲の明渠の設置とサブソイラを施工した圃場に灌水して、圃場内部に侵入する水の流れを観察、調査した。

1) 供試圃場

福井県農業試験場内の細粒強グライ土（作土：LiC）の5a（縦50m×横10m）の転換畑（前年作は水稻、暗

*福井県農業試験場 企画・経営部 作業システム
研究グループ

**現 嶺南振興局 農業普及部

***現 坂井農林総合事務所 農業普及部

渠は縦方向に5m間隔で施工)を供試した。

2) 供試機械と作業

トラクタはK社製46PS。2001年4月10日にKO社製トレンチャ(スクリュ式)により圃場の短辺2辺と長辺1辺に、幅25cm、深さ25~30cmの明渠を掘った。次に、5月15日にS社製サブソイラ(非振動、弾丸無し1連)により、深さ25~30cm、作業間隔1.5m~3mで、施工方向は暗渠に対し直交方向と平行方向に補助暗渠を施工した。なお、暗渠の排水口は、灌水時には閉じ、灌水終了30分後には開放した。

3) 試験内容と調査

試験概要の圃場図を図1に示した。調査は、サブソイラ施工後に、暗渠に対し直交方向に施工した4本のサブソイラ孔(以下直交サブソイラ孔という)と暗渠に対し平行方向に施工した2本のサブソイラ孔(以下平行サブソイラ孔という)内の合計22地点(平行サブソイラ孔内は5m間隔に設置)で行った。調査地点には、圃場面から鉄製パイプ(外径25mm、内径20mm)をサブソイラ孔部まで差込んで、水流が確認できるようにした。灌水は、パイプラインより5月18日に約0.2t/分、5月22日に約0.16t/分の給水能率で、それぞれ1時間程度行った。調査では、灌水後の水の流れを観察し、かつ、

灌水開始から水流が各調査地点へ到達するまでの時間を分単位で測定した。

2. サブソイラの施工間隔と土壌水分の関連調査

2001年に、サブソイラの施工間隔が排水に及ぼす影響を検討するため、大豆の栽培期間に土壌水分の推移を調査した。

1) 供試圃場

福井県農業試験場の細粒強グライ土(作土:LiC)の5a(縦50m×横10m)の転換畑(前年作は水稻、暗渠は縦方向に5m間隔で施工)を供試した。

2) 供試機械と作業

明渠設置とサブソイラ施工については、前項の試験1で行った内容と同様である。その後、6月11日に大豆(品種エンレイ)をK社製ロータリシードにより、逆転耕と同時に条間80cmで播種した。

3) 試験内容と調査

試験概要の圃場図を図2に示した。試験区は、暗渠に対し直交方向にサブソイラを3m間隔に施工した区と1.5m間隔に施工した区、サブソイラを施工しない区の3区を設定し土壌水分の推移を比較した。1区面積は、100m²(10m×10m)とした。調査については、大豆の栽培

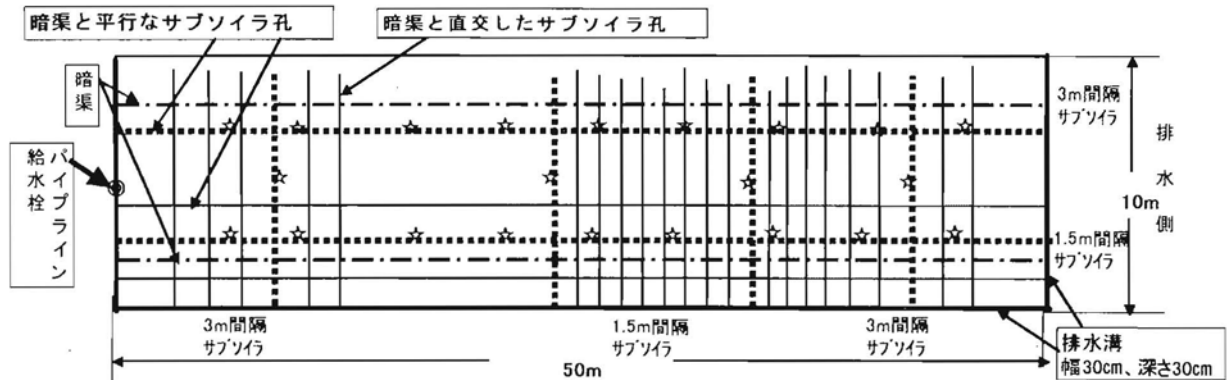


図1 サブソイラ孔を活用した灌水状況調査の試験圃場図(2001年)

注1) - - - は暗渠、—— はサブソイラ孔、●●●● は水流を調査したサブソイラ孔。
注2) ☆はサブソイラ孔内の水流を確認した地点

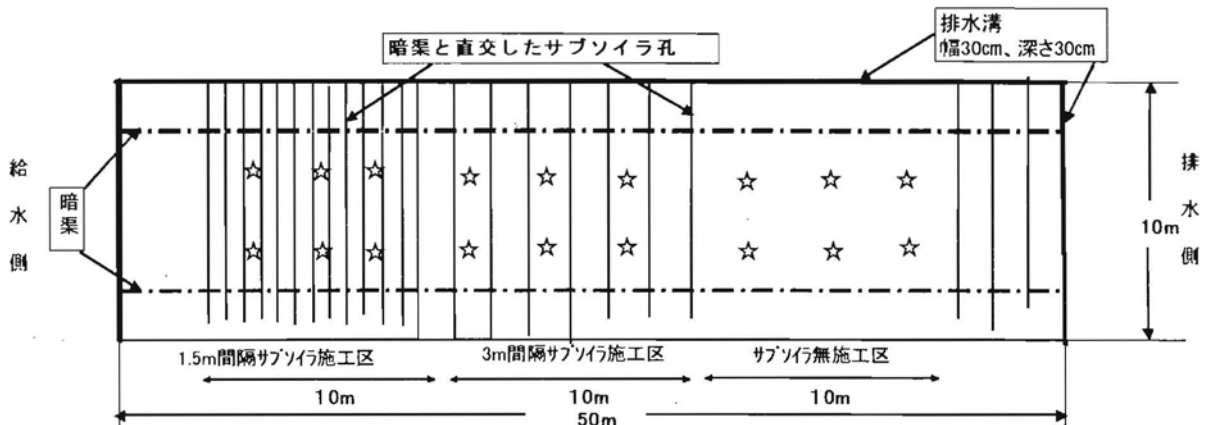


図2 サブソイラの施工間隔と土壌水分の関連調査の試験圃場図(2001年)

注) ☆は水分測定地点。

期間の7月上旬（大豆の4葉期頃）から9月下旬（登熟後期）まで、3～4日毎に、1区あたり6ヶ所を深さ20cmまで5cm毎に土壌を秤量缶で採取し、絶乾法（105℃、24時間）で含水比を測定した。

3. サブソイラの施工方向と土壌水分の関連調査

2001年と2002年の2ヵ年、暗渠に対するサブソイラの施工方向が排水や灌水に及ぼす影響を検討するため大豆栽培期間中の土壌水分の推移を調査した。

1) 供試圃場

2001年は、前項の試験1で供試した5a圃場と、これに隣接し、土壌条件、面積が同様に、前項の試験2で供試した転換畑を供試した。

2002年は、福井県農業試験場内の細粒強グライ土（作土：LiC）の5a（縦50m×横10m）の転換畑（前年作は水稲、暗渠は縦方向に5m間隔で施工）を2圃場供試した。

2) 供試機械と作業

2001年の作業については、前項の試験1と試験2で行った内容のとおりである。大豆の栽培期間中の開花期以降の乾燥時期に、水分ストレス解消のため、大豆の条間に水がしみ出てくる程度までを目安に灌水を行った。I社製の4PS、口径3インチのガソリン4サイクルエンジンポンプを用いて、0.2t/分の給水能率で、7月27日に240分で31.4t（降水量換算で62.8mm）、8月2日に240分で32t（降水量換算で64mm）灌水した。なお、暗渠の排水口は、灌水時には閉じ、灌水終了後、30分後には開放した。

2002年の作業は、2001年の麦播種前の9月26日に

K社製トラクタ46PSにKO社製トレンチャ（スクリュ式）を装着し圃場周囲に幅25cm、深さ25～30cmの明渠を掘った。次に、同日にS社製サブソイラ（非振動、弾丸無し1連）により、暗渠に対し直交方向と平行方向に深さ25～30cm、間隔1.5m～3mに補助暗渠を施工した。10月16日に逆転ロータリシードにより、大麦（品種ミノリムギ）を耕耘同時播種し、その収穫後、2002年6月10日に大豆（品種エンレイ）を播種した。その後、大豆栽培期間中の開花期以降の乾燥時期に、水分ストレス解消のため大豆条間に水がしみ出てくる程度までを目安に灌水を行った。I社製の4PS、口径3インチのガソリン4サイクルエンジンポンプを用いて、0.2t/分の給水能率で8月2日に128分で25.6t（降水量換算で51.2mm）、8月6日に160分で32t（降水量換算で64mm）、9月5日に240分で48t（降水量換算で96mm）の灌水を行った。なお、暗渠の排水口は、灌水時には閉じ、灌水終了30分後には開放した。

3) 試験内容と調査

2001年の試験概要の圃場図を図3、2002年の圃場図を図4に示した。2001年の試験区は、サブソイラを暗渠に対して直交方向のみ施工した圃場（前項の試験2と同様）を直交区、暗渠に対して直交および平行方向に施工した圃場を直交・平行区として設定し、それぞれの水分の推移を比較した。1区面積は、5aである。調査期間は、大豆の栽培期間（7月～10月）とした。土壌水分調査については、図3に示したとおりで、1区あたり18ヶ所を、3～4日毎に深さ20cmまで5cm毎に土壌を秤量缶で採取し、絶乾法（105℃、24時間）で含水比を測定した。

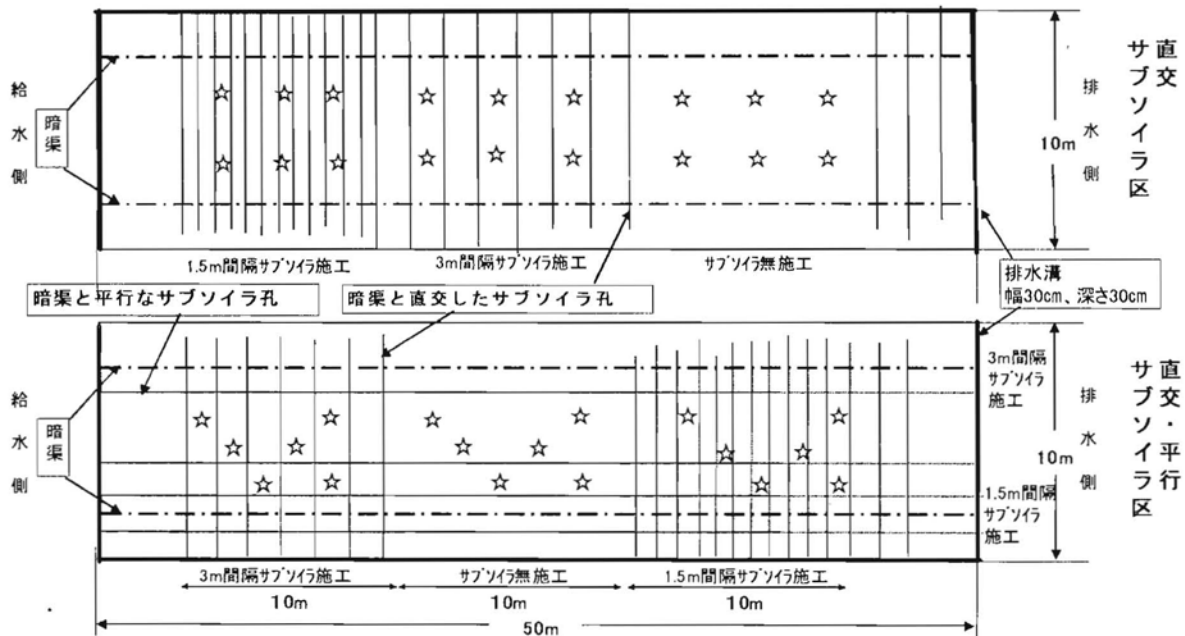


図3 サブソイラの施工方向と土壌水分の関連調査の試験圃場図（2001年）

注) ☆は水分測定地点。

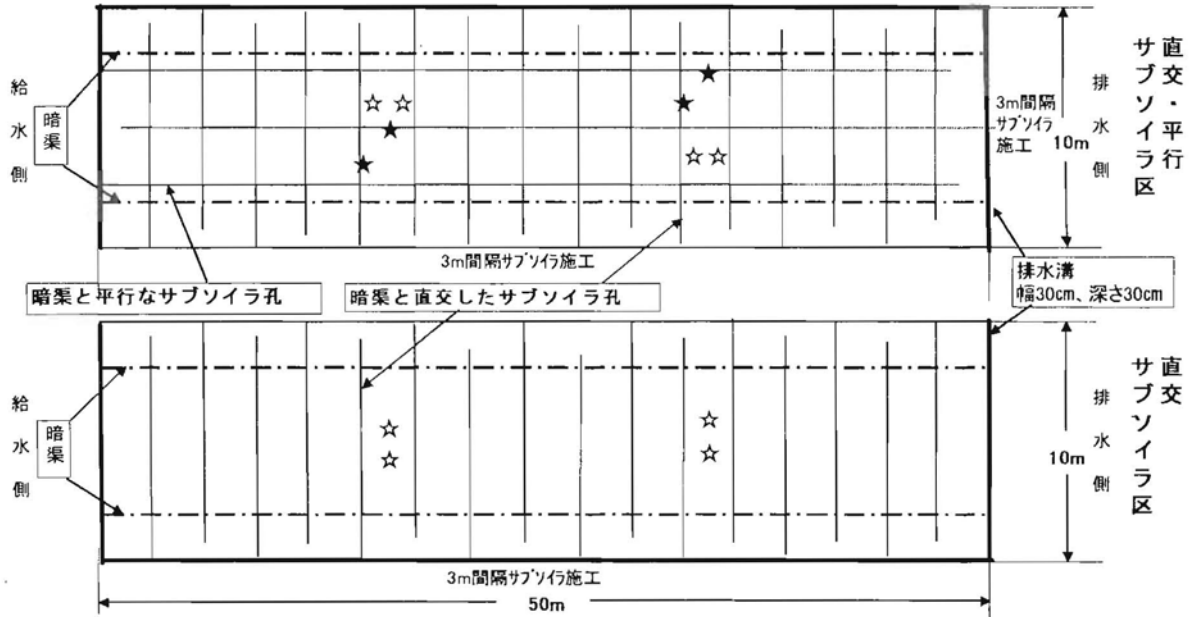


図4 サブソイラの施工方向と土壌水分の関連調査の試験圃場図 (2002年)

注) ☆はサブソイラ施工中間部の水分測定地点、★はサブソイラ孔部の水分測定地点。

2002年の試験区は、2001年に準じて1圃場毎に直交区と直交・平行区の2つを設定し、水分の推移を比較した。1区面積は、5a(縦50m×横10m)である。調査期間は、大麦収穫後に播種した大豆の栽培期間(7月～10月)とした。この間、開花期以降の乾燥時期に灌水を行った。土壌水分調査は、継続した詳細な変化を把握するため、ADR法土壌水分計(体積含水率の測定)を用いた。調査は図4に示したとおりで、深さ15cmと35cmでサブソイラ施工部の間を1区あたり4ヶ所、また、サブソイラ孔部は直交・平行サブソイラ区において、直交サブソイラ孔と平行サブソイラ孔をそれぞれ2ヶ所測定し、測定間隔は1時間とした。さらに、大豆の生育と収量構成要素について、1区あたり5ヶ所を調査した。

1. サブソイラ孔を活用した灌水状況調査

1) 灌水後の水の流れ

5月18日と5月22日に圃場に灌水された水の流れについて、明渠およびサブソイラ孔内の調査地点で観察した結果を図5に示した。中抜き矢印(⇨)は水の流れを示す。まず、水は明渠を流れ、次に給水栓に近いサブソイラ孔から順にサブソイラ孔内に流入した。その後、水は、サブソイラ孔内を明渠側から畝の中央部に向かって徐々に流れた。

2) サブソイラ孔内の各調査地点への水流到達時間

灌水開始後から各調査地点へ水流が到達するまでの時間について、5月18日と5月22日の平均値を圃場図とともに図5に示した。また、サブソイラ孔入り口からの距離と到達時間の関係を図6に示した。なお、2回の灌水試験ともほぼ同じ傾向であった。

Ⅲ. 結果

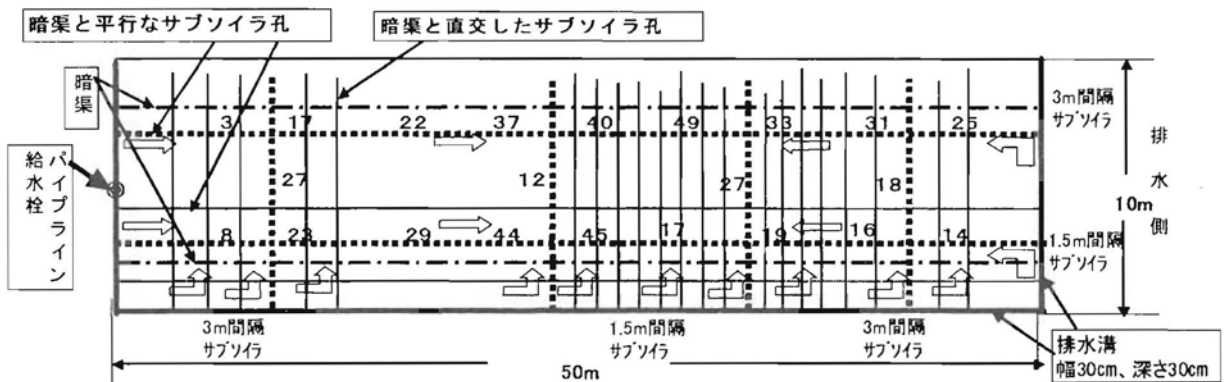


図5 かん水後の水の流れと各調査地点への水流到達時間(2001年5/18、5/22平均)

注) - - - は暗渠、—— はサブソイラ孔。..... は水流を調査したサブソイラ孔。
⇨ は水の流れ。 数字は、その地点で、かん水後から水流確認までに要した時間(分)。

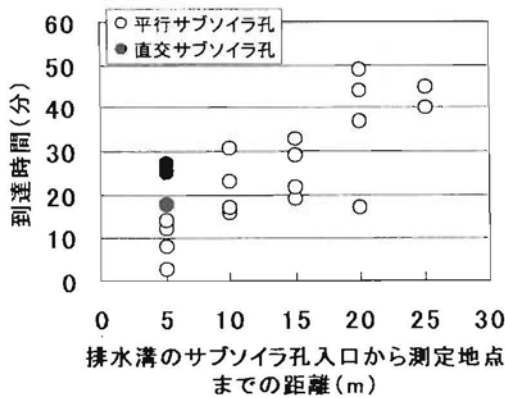


図6 サブソイラ孔各地点の水流到達時間 (2001年)

平行サブソイラ孔内部の最初の到達時間は、給水側の明渠から最も近い5mの地点で3~8分、次いで排水側の渠から5m地点で14~25分となった。その後は、給水側と排水側ともに明渠側から畝中央部に向かって順次水流が到達していき、水が明渠側から畝中央部に向かって徐々に侵入していく様子がうかがわれた。明渠から25mの畝中央部付近では50分程度となり、サブソイラ孔内を水が流れる速度は概ね0.5m/分程度であった。

一方、直交サブソイラ孔内部の明渠から5m地点の到達時間は12~27分で、平行サブソイラ孔のそれに比べてやや遅くなったものの30分以内となった。また、給水側と排水側との間に到達時間の明確な差は見られなかった。

2. サブソイラの施工間隔と土壤水分の推移

7月中旬から9月下旬にかけての大豆生育期間の土壤水分の推移を図7に示した。この間の土壤水分は、全般を通して1.5m間隔区が最も低く(平均含水比35.0%)、次いで3m間隔区(平均含水比36.6%)、施工無し(平均含水比37.9%)の順となり、サブソイラの施工間隔が狭い程、排水効果が高い傾向があった。この間、7月下旬と8月上旬に灌水や降雨があったが、この傾向に大

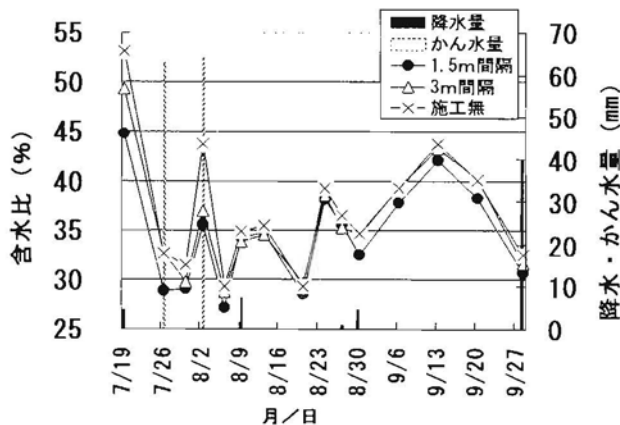


図7 サブソイラ施工間隔と土壤水分の推移 (2001年)

きな変化は見られなかった。

3. サブソイラの施工方向と土壤水分の推移及び大豆の生育・収量

1) 2001年度

7月中旬から9月下旬にかけての大豆生育期間の土壤水分の推移を図8に示した。サブソイラを暗渠に対して直交方向および平行方向にも施工した区(以下直交・平行区という)の含水比は、暗渠に対して直交方向のみ施工した区(以下直交区という)に比べ、7月下旬から8月上旬の乾燥時でも土壤水分がやや高く、水分を保持する効果が見られた。また、全期間を通して、直交・平行区の方が直交区に比べて水分の高低差は小さくなった。

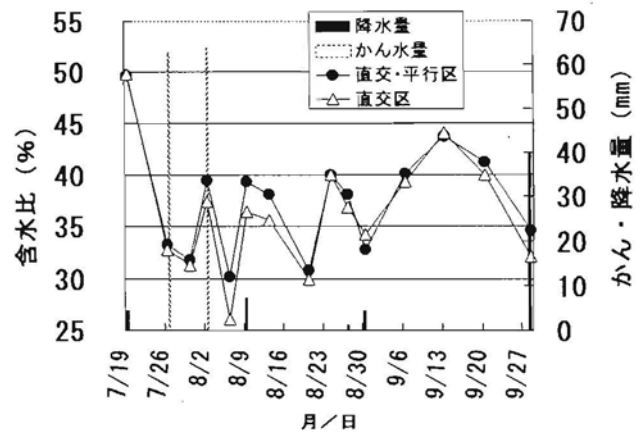


図8 サブソイラ施工方向と土壤水分の推移 (2001年)

2) 2002年度

(1) 土壤水分の推移

7月上旬から9月下旬の大豆生育期間の土壤水分の推移について、15cmの浅層部と35cmの深層部の測定結果を図9に示し、さらに、8月2日と8月7日の灌水直後の土壤水分の詳細な変化を把握するために測定した8月2日から8月9日までの1時間毎の結果を図10に示した。また、サブソイラ孔部の土壤水分の測定結果を図11に示し、さらに、その8月2日から8月9日まで1時間毎の測定結果を図12に示した。

土壤水分の全体的な推移・傾向について図9を見ると、直交区に比べて直交・平行区の方が、浅層部(深さ15cm)において、乾燥時の土壤水分の低下及び灌水や降雨後の土壤水分の上昇がより早くなった。深層部(深さ35cm)においては、土壤水分変化の程度に顕著な差はなかったが、直交・平行区がやや高く推移した。また、灌水直後1時間毎の土壤水分の変化を図10で見ると、浅層部では、直交区に比べて直交・平行区が、灌水直後の土壤水分の上昇とその後の低下がより早く進んでいた。一方、深層部では、両者とも土壤水分の変化は浅層部ほど大きくはなかったが、直交・平行区の方が土壤水分は高く推移した。

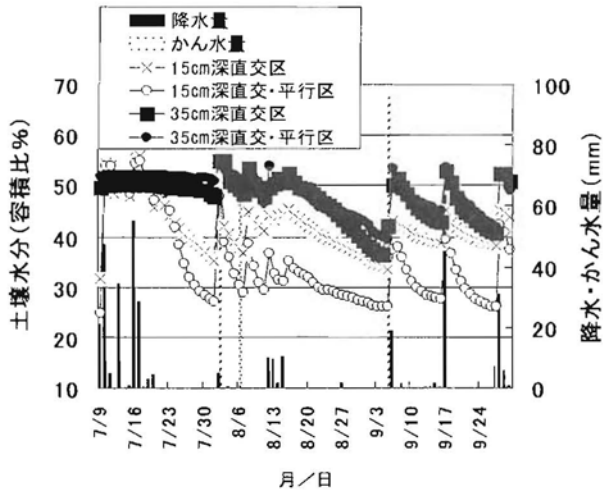


図9 サブソイラ施工方向と土壤水分の推移 (2002年)

注1) 測定は、暗渠とサブソイラ施工の間(入水・排水側から15mの地点)。
注2) 直交区: 暗渠と直交のサブソイラ施工区。
直交・平行区: 暗渠と直交、平行併用のサブソイラ施工区。

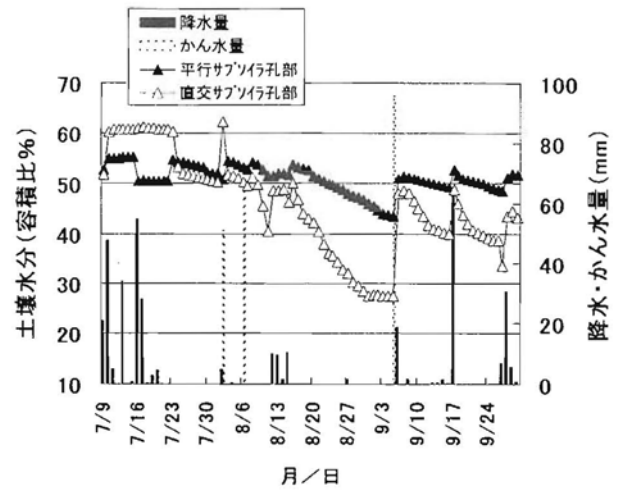


図11 サブソイラ孔部における土壤水分の推移 (2002年)

注) 測定は、給水・排水側から15mの地点。サブソイラ孔部の深さ25~30cm。

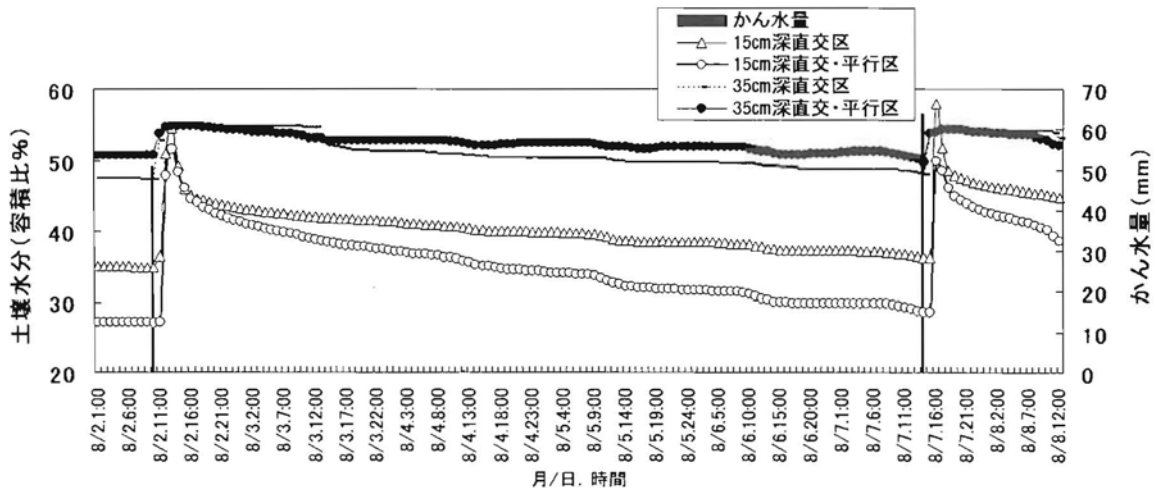


図10 サブソイラ施工方向と灌水直後の土壤水分の推移(2002年)

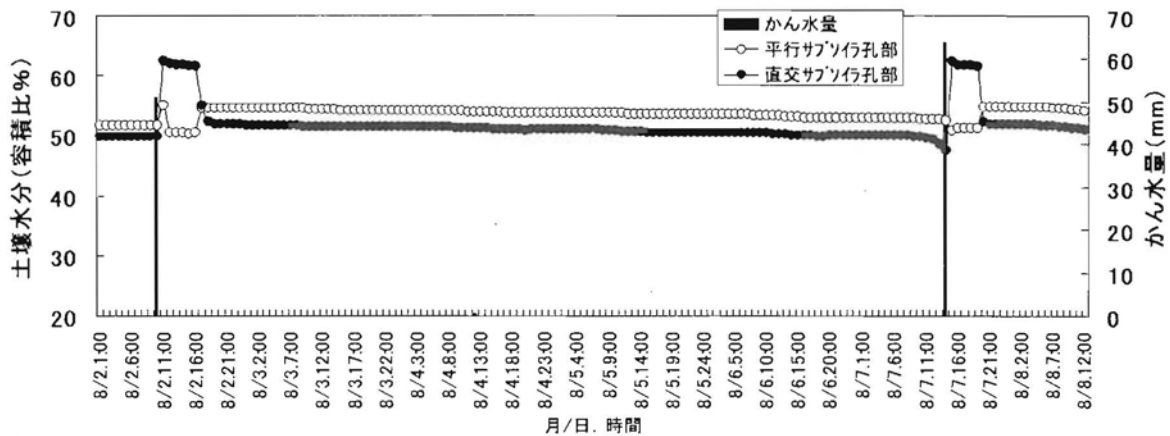


図12 サブソイラ孔内の灌水直後の土壤水分の推移(2002年)

次に、サブソイラ孔部の土壤水分について図11を見ると、直交サブソイラ孔に比べて平行サブソイラ孔は、全般に土壤水分が高く、変化も小さく推移し、乾燥時に

水分を保持する傾向が見られた。また、灌水直後1時間毎のサブソイラ孔の土壤水分の変化を図12で見ると、灌水1時間後に直交サブソイラ孔の土壤水分が10%以

表 大豆の生育、収量（エンレイ 2002年）

NO. 試験区	株数 (本/m ²)	主茎長 (cm)	分枝数 (本/茎)	総莢数 (莢/m ²)	総粒数 (粒/m ²)	百粒重 (g)	粗子実重 (kg/10a)	左標準 偏差	変動係数 (%)
1. 直交・平行区	13.5	66.7	4.4	752	1170	29.8	385	19.5	5.1
2. 直交区	12.6	69.0	4.2	713	1056	30.1	378	35.7	9.4

上急激に上昇した後、6~7時間後にはほぼ元どおりに急激に低下した。これに対し、平行サブソイラ孔は6~7時間程度遅れて3~4%上昇した程度で、その後の低下も緩やかだった。その後、直交サブソイラ孔に比べ平行サブソイラ孔は常に3~4%高く推移し、土壌水分を保持する効果が見られた。

(2) 大豆の収量

2002年度の試験区で栽培した大豆の収量構成要素の調査結果を表に示した。直交区に比べ直交・平行区は、総莢数、総粒数が多く、収量は僅かに上回り、調査箇所間の収量差の変動は小さかった。

IV. 考察

1. サブソイラ孔を活用した灌水状況

灌水された水は、はじめに明渠を流れサブソイラ孔の入口から入り徐々に奥へと進むことから、サブソイラ孔は圃場全体に水を円滑に供給する水路の働きをしていると判断できる。サブソイラ孔内に満たされた水は、この後、周辺のクラック等を通じて土中全体にしみ込んでいくと推定される。

平行サブソイラ孔の場合、給水口側の明渠に開口しているところでは、灌水後の水流は比較的早く明渠から孔内に進入し畝の中央部に向かい暗渠と平行方向（排水側）に流れていく。排水側の明渠に開口しているところでは、排水側の明渠に水が流れてきた後になるが、水は同様に孔内に進入し畝の中央部に向かい暗渠と平行方向（給水側）に流れていく。水が両サイドから進入するため、畝が100m程度の距離があっても比較的早くサブソイラ孔内に行き渡る。一方、直交サブソイラ孔の場合、連結している明渠に水が流れてきた後孔内に進入し、畝の中央部に向かい暗渠と直交方向に流れていく。このように、水が畝内を網目状に施工されたサブソイラ孔内を流れることで、畝全体への給水が円滑になる。水を畝全体に均一に早く供給するためには、圃場周囲の明渠の設置とそれに連結させた平行サブソイラ孔と直交サブソイラ孔を組み合わせる施工することがポイントである。

圃場への効率的な灌水手法として、友広²⁰⁾は、暗渠を活用した地下灌漑方式を提案した。伊藤ら⁹⁾も暗渠を活用した地下灌漑による大豆栽培試験を行い、その効果を報告している。ただ、この手法は、通常の暗渠工事に加えて給水施設や増設パイプの設置工事等、ある程度の

コストを伴うことが前提となる。これに対し、北出ら¹²⁾は、明渠と直交した弾丸暗渠を利用した大豆の地下灌漑効果を報告している。これは、本研究と同様、従来の営農的排水作業だけ行うもので、特定の施設工事を必要とせず低コストな営農作業での対応が可能である。この中では、明渠を20m間隔にし、これと直交して弾丸暗渠を2m間隔に施工することで、3日間の常時灌漑で圃場全面に給水されるとしている。明渠に直交させるサブソイラ施工法やその深さについては、本研究と類似しているが、暗渠に平行させるサブソイラ施工や作業手順、灌水方法等については特に示されていない。

実際の管理では、作業手法の提示が求められるため、圃場の試験設定では効率的な手順を検討しながら作業を行った。水の流れを円滑にするための作業手順としては、まず、圃場周囲の明渠を設置する。次に、その明渠とサブソイラ孔を連結するようにサブソイラ施工し、最後に圃場内に明渠を設置する。この作業順に従えば、サブソイラ孔と明渠が連結でき、サブソイラ施工時に圃場内部の明渠が崩壊することはない。サブソイラ施工時の留意点として、圃場周囲の明渠の底部にサブソイラのチゼル先端を確実に落とし、サブソイラ孔と明渠を連結した作業に努めることが不可欠である。

2. サブソイラの施工間隔と土壌水分の推移

従来から、水田転換畑の排水促進には弾丸暗渠や心土破碎が有効とされている。施工の指導指針の概要としては、弾丸暗渠の場合で深さ30~50cm、間隔1~3m、心土破碎の場合で深さ25~40cm、間隔2~3m等が示されている^{3, 6, 16)}。施工間隔が狭い程排水が促進されることは容易に推定され、本試験では、このことが確認された。これまで、本県の重粘土転換畑でのサブソイラ施工については詳細な比較試験例がないことから、今後の排水対策指導上、有効利用されることが期待される。

現地におけるサブソイラ施工間隔は、3m以下が僅か5%で5m以上が30%以上とかなり広い傾向があるが¹⁰⁾、これは生産者が作業時間の増加を敬遠し、省力化や作業能率向上を優先することに起因していると思われる。しかし、作業能率を重視するあまり、施工間隔を5m以上としたのではその排水効果はほとんど期待できない。サブソイラ施工時の作業速度は1m/s前後と農作業としてはかなり早く、2.5m間隔での施工でも作業能率は1ha/h程度とかなり高くなることから、過度に施工間隔を広くする必要はない。実際の営農場面において効果的

な作業を行う場合、作業能率と効果の両面をよく考慮し、施工間隔を一律にするのではなく、現地圃場の排水状態を見ながら臨機（1.5～3m程度の範囲内）に対応することが望まれる。

3. サブソイラの施工方向と土壌水分の推移

2001年には、直交サブソイラと平行サブソイラを併用施工した区の乾燥時期の土壌水分が高い傾向が見られ、これは、降雨や灌水による水分がサブソイラ孔やその周囲のクラックに保持されているのではないかと推測された。しかし、数日間隔の土壌サンプリングによる調査のため、土中の詳細な変化の把握が困難であり、これ以上の解析はできなかった。このため、2002年にその詳細を明らかにするため、継続して水分の経緯を調査できるようにADR法土壌水分計をサブソイラ孔周辺と孔内に設置した。2002年の結果は、直交サブソイラのみ施工に比べ、直交・平行サブソイラを併用施工した場合は、深さ15cmの浅層部では調査期間全般に乾燥気味に推移するが、落水や降雨後に乾燥する過程での水分低下と灌水や降雨時の水分上昇が急速に進む反応が見られた。このことは、灌水直後の1時間毎の水分調査でも確認できた。麦、大豆の根は、深さ15cmまでの比較的浅い土層にその多くが分布している^{18, 19)}。その付近の水分が、灌・排水管理に合わせて素早く変化する現象は、作物が持つ水分ストレスを早急に解消できるという点で、安定生育の確保につながるものと思われる。

一方、深さ35cmの深層部では、直交・平行サブソイラ区は調査期間全般を通して水分が高く推移した。灌水直後の水分調査でも同じ傾向であったが、これは浅層部と逆の現象となった。ここで、サブソイラ孔部の水分に着目すると、平行サブソイラ孔は調査期間全般を通して変化は少なく、高水分で推移し、この傾向は、灌水直後の水分調査でも同様に確認された。つまり、直交サブソイラ孔に比べて平行サブソイラ孔内は水分が保持され易く、乾燥し難い状態にあることを示している。この理由は、直交サブソイラ孔が暗渠と交差し粗殻層とつながり、水が暗渠に排水され易くなっているのに対し、平行サブソイラ孔は暗渠の粗殻層とのつながりがなく、乾燥し難い環境にあるためと推定される。

ここで、2001年に、直交・平行サブソイラ施工区で確認された乾燥時に水分を保持する現象について、この平行サブソイラ孔の持つ特徴と合わせて考察するとよく説明がつく。すなわち、平行サブソイラ孔が乾燥時でも水分を保持していたことで、圃場全体として水分が高く維持されたと考えられる。この結果と類似の研究として、永石¹⁵⁾KABAKI¹⁷⁾らは、サブソイラにより破碎された下層土が雨による斜面流去水を蓄えることで乾燥地帯の作物の生育安定が促進されると報告し、水分保持という点では共通の効果を認めている。

従来から、サブソイラの効果に関しては、心土破碎に

よる下層土の膨軟化と排水促進について報告したものが多く^{5, 11, 13)}。この場合、施工方向は、排水性を考慮すると、当然、暗渠に対し直交する方向が一般的である。これに対し、平行サブソイラ施工については、これまでほとんど認識されず、導入も見られない。むしろ排水性という点では効果が劣り、施工に意味がないという見解もある。しかし、本試験の結果、適度の水分を地中に保つための平行サブソイラ施工は、大豆のように湿害の恐れのある一方で、開花期以降の乾燥害に弱く、灌水による水分補給で生育が安定する^{2, 8, 14)}作物にとっては有効な手段として位置づけられた。特に、本県のように大豆の開花期以降の高温乾燥による低水分ストレスに起因する青立ち症の回避を重要課題としている^{1, 4, 7)}地域では、平行サブソイラ施工の水分保持効果は対策として期待できる。さらに、大麦の場合も、播種後10月頃の乾燥による苗立ち不良や4～5月の登熟期間のフェーン現象による登熟障害が問題になっていることから、これらの対策としても有効であろう。

また、大豆の収量調査結果において、直交サブソイラ区と直交・平行サブソイラ区の収量向上効果は明確には現れなかった。この理由は、2002年は梅雨期の降雨が平年並みで、開花期以降の水分ストレスがあまり生じなかったため青立ち症や生育抑制が回避されたためと考えられる。ただ、直交・平行サブソイラ区の調査区間のパラツキが小さかったのは、直交及び平行に網目状に施工されたサブソイラ孔の効果であり、圃場内部に均一に水分が補給されたことによると推察される。これらの詳細な点については、さらに継続した検討が必要である。

以上、排水性の優れた直交サブソイラと適度な水分保持効果の平行サブソイラ孔を組み合わせることで、高い排水効果に加え、灌水された水を圃場全体へ円滑に供給する給水効果および適度な水分保持効果も期待できる。この結果、排水促進と過度の乾燥を防止する働きが調整され、麦、大豆等の転換作物にとって水分ストレスの少ない適度な水分状態の維持が可能となり、収量、品質の向上につながると考えられる。作業場面においては、排水性、土性等圃場の立地条件に合わせて、直交サブソイラ孔と平行サブソイラ孔の施工間隔、明渠の位置等を検討することが望まれる。

引用文献

- 1) 大豆青立ち症状の発生要因と対策 研究および調査報告書(2002)。福井県農業試験場。
- 2) 福井重郎・伊藤隆二(1951)生育各期における土壌水分の不足が大豆の生育並びに収量に及ぼす影響について。日本作物学会紀事 20: 45-48。
- 3) 福井麦・大豆産地確立促進委員会(1999)。麦・大豆の産地

- 化をめざして：44～49. 福井県.
- 4) 平成12年度大豆青立ち症状発生と品質向上対策資料(2001).
坂井農林総合事務所.
 - 5) 飯田周治・吉野 喬・猪原明成・岡山清司・鎌仲一夫(1991).
灰色低地土水田の心土破碎による畑地化. 日本土壤肥科学雑誌 62(1) : 27-34.
 - 6) 石田博(1987). 北陸における水田の畑利用技術と営農. 北陸農業試験場 : 42-43.
 - 7) 井上健一(2003) 福井県における大豆青立ち症状(仮称)の発生要因. 日本作物学会紀事 72 別1 : 72-73.
 - 8) 伊藤邦夫(1987). ダイズ作におけるうね間かん水の効果. 農業及び園芸. 62 : 299-304
 - 9) 伊藤邦夫・大西 将(1988). 大豆作における地下かん水法. 農業技術. 43 : 127-129.
 - 10) 関東東海北陸農業試験研究成績・計画概要集 北陸・経営作業技術—作業技術—(2001) : 52-53
 - 11) 河森 武・山田金一・河西孝司・萩原貞夫(1970) 畑土壌の土層改良(心土破碎)効果について. 静岡県農業試験場研究報告 15 : 102-108.
 - 12) 北出一郎・宮下高夫・吉田絢一・前松伸(1993). 明渠, 弾丸暗渠を利用した大豆の地下灌漑法. 北陸農業研究成果情報第 10 : 68-69.
 - 13) 北倉芳忠・林 恒夫・佐藤 勉・岩田忠寿(1995) 大区画埴土湿田における乾田直播作業体系. 心土破碎耕が根群の発達と生育に及ぼす影響について. 福井県農業試験場報告 32 : 21-30
 - 14) 松下真一郎・浅生秀孝(1988) 転換畑大豆における畦間かん水の効果. 農業技術. 43 : 125-127.
 - 15) 永石義隆・原口暢朗(1990) 心土破碎による傾斜地の地表水制御について. 四国農業試験場報告 53 : 95-111.
 - 16) 日本農作業研究会編(1987). 新版農作業便覧 : 51-61
 - 17) Nobuyuki KABAKI・Haruo TAMURA・Tadashi YOSHIHASHI・Kenzo MIURA・Ryuichi TABUCH・SHINSAKU FUJIMORI・Hirohiko MORITA・Tawilka WUNGKAHART・Paiwit WATANAVITAWAS・Bowpit URAIPONG・Uthai ARROMRATANA・Tawachai NAGARA(2002). Development of Sustainable Agricultural System in Northeast Thailand through Local Resource Utilization and Technology Improvement. JIRCAS Working Report No.30 : 121-127.
 - 18) 農業技術大系作物編4 ムギ(1976) : 56~57. 農村文化協会.
 - 19) 農業技術大系作物編6 ダイズ・アズキ・ラッカセイ(1976) : 45-48. 農山漁村文化協会.
 - 20) 友広啓二郎(1982). 水田と転換畑における地下かんがい技術. 農業及び園芸. 57 : 779-783

A Method of Water Management Utilized the Subsoiler's Holes in Upland Field Converted from Paddy

Yoshitada KITAKURA, Masanori TSUCHIDA and Kiwamu SAKAI

Summary

Two problems exist in upland field converted from paddy. They are poor drainage condition and moisture shortage condition for the term of cultivation. Therefore a method of water management utilized the subsoiler's holes was investigated to promote the stable growth of crops (barley and soybean). The results are as follows :

1. Irrigation water is smoothly flowed into the subsoiler's holes through the open ditch in the upland field converted from paddy.
2. In the upland field converted from paddy, the soil moisture content in the area having subsoiler's holes crossed main underdrain at the 1.5m interval was lower than that in the other control area.
3. In the soil layer at the depth of 15cm, the soil moisture content in the area having subsoiler's holes both crossed and paralleled main underdrain was lower and changed sooner than that in area having subsoiler's holes only crossed main underdrain after irrigation. The other side, in the soil layer at the depth of 35cm, the soil moisture content in this area was a little higher than that in the area having subsoiler's holes only crossed main underdrain.
4. The moisture content of the subsoiler's holes paralleled main underdrain was higher than that in the subsoiler's holes crossed main underdrain : --as the subsoiler's holes tended to keep moisture content at the dry term.
5. It was found that the holes of subsoiler both crossed and paralleled main underdrain in the upland field converted from paddy was smoothly able to manage the drainage and irrigation