

浅層暗渠や地中灌漑による土壌塩類化を軽減するための技術マニュアル

インド北部のヒンドゥスターン平野では、灌漑農業に起因した土壌の塩類化が深刻化している。こうした状況を踏まえて作成された「浅層暗渠と地中灌漑による土壌塩類化の軽減技術マニュアル」では、日本で開発されたトラクターアタッチメント「カットソイラー」を用いた浅層暗渠の施工方法と除塩効果、さらに「ウォータードロップチューブ」を活用した地中灌漑の適用方法と節水効果について解説する。また、深刻な排水不良をもたらす土壌のソーダ質化や土壌の塩類化と密接に関連する地下水位の動態についても詳述する。

キーワード：土壌塩類化、浅層暗渠、地中灌漑、地下水、ソーダ質化

背景・ねらい

インド北部のヒンドゥスターン平野では、高塩分濃度の地下水による塩水灌漑と圃場の排水不良による塩分の残留により、土壌の塩類化が深刻な課題となっている。その対策として、排水改良と節水が有効であるが、排水路や暗渠網、点滴灌漑やスプリンクラーの導入には初期投資や維持管理費が必要となる。日本で開発されたトラクターアタッチメント「カットソイラー」による浅層暗渠、「ウォータードロップチューブ」による地中灌漑、畝間灌漑の改良による節水は、一般的な暗渠排水や節水技術（点滴灌漑やスプリンクラー）と比べ、比較的、安価で容易であり、営農活動として実践できる持続的な対策として有望である。これらの技術の利用促進を図るため、技術マニュアルを作成する。

成果の内容・特徴

1. 技術マニュアルは A4 版約 80 ページの冊子で、関係機関および農家からの理解を得やすくするため、写真やイラストを多用しており（図 1）、第 1 章「背景と目的」、第 2 章「土壌の塩類化」、第 3～6 章「浅層暗渠」、第 7 章「節水」で構成される（表 1）。
2. 排水対策として、カットソイラーによる浅層暗渠の構造や施工方法を紹介し、除塩および pH 改良の効果、最適な施工間隔を示す（令和 4 年度国際農林水産業研究成果情報 A11「カットソイラーによる浅層暗渠は土壌塩分を軽減する」、令和 6 年度国際農林水産業研究成果情報 A10「カットソイラー（浅層暗渠）による土壌塩分・pH の改良効果は施工間隔 2.5m で高い」）。
3. 土壌塩類化との因果関係の深い地下水位の季節変動を分析し、カットソイラーによる浅層暗渠の最適な施工時期を示す。
4. カットソイラーによる浅層暗渠の損益分岐点を明らかにし、受け入れ体制を提案する（図 2）。
5. 節水対策として、ウォータードロップチューブによる地中灌漑、畝間灌漑の改良した隔畝間灌漑法（畝間一

つおきに灌水）、簡易サージフロー灌漑法（1 日間隔で 2 回に分けて給水）を紹介し、効果を示す（図 3）。

6. 深刻な排水不良を引き起こす要因である土壌のソーダ質化（ナトリウムイオンの割合が多くなる）を解説し、対策を示す。

成果の活用面・留意点

1. 技術マニュアルは、技術研修や農家セミナーで活用でき、浅層暗渠や地中灌漑等の効果を幅広く周知できる。
2. 技術マニュアルの配布により、政府関係者、地域組織、農家との迅速な情報共有が期待できる。
3. 浅層暗渠と地中灌漑は個別技術であるが、同時に適用することで、より大きな効果が期待できる。
4. 技術マニュアルはインド北部のヒンドゥスターン平野での検証をもとにしており、類似地域への適用が期待できるが、灌漑排水の状況を精査する必要がある。

その他

予算区分：交付金プロ [A6 持続的土地管理] [A3 アジア・島嶼資源管理]

研究実施期間：2018～2025 年度

研究担当者：Chaudhari, S. K.（インド肥料協会）、Yadav, R. K.、Yadav, G.、Rai, A. K.、Kumar, Suresh、Kumar, Satyendra、Narjary, B.（インド中央塩類土壌研究所）、大西純也、亀岡大真、松井佳世（農村開発領域）、李根雨（社会科学領域）、北川巖（農研機構）

発表論文等：

- 1) Lee G et al (2025) Plos One
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0320775>
- 2) Gajender Y et al. (2024) Journal of Arid Land Studies 34(S), 21-24. https://doi.org/10.14976/jals.34.S_21
- 3) Rajender KY et al. (2024) Journal of Arid Land Studies 34(S), 29-32. https://doi.org/10.14976/jals.34.S_29
- 4) Matsui K and Onishi J (2024) Journal of Arid Land Studies 34(S), 75-78. https://doi.org/10.14976/jals.34.S_75
- 5) Neha et al. (2024) Journal of Arid Land Studies 34(S), 17-20. https://doi.org/10.14976/jals.34.S_17
- 6) 大西ら. (2023) 水土の知 91 (2): 83-86
- 7) Onishi et al (2021) Journal of Soil Salinity and Water Quality 13(2), 157-163

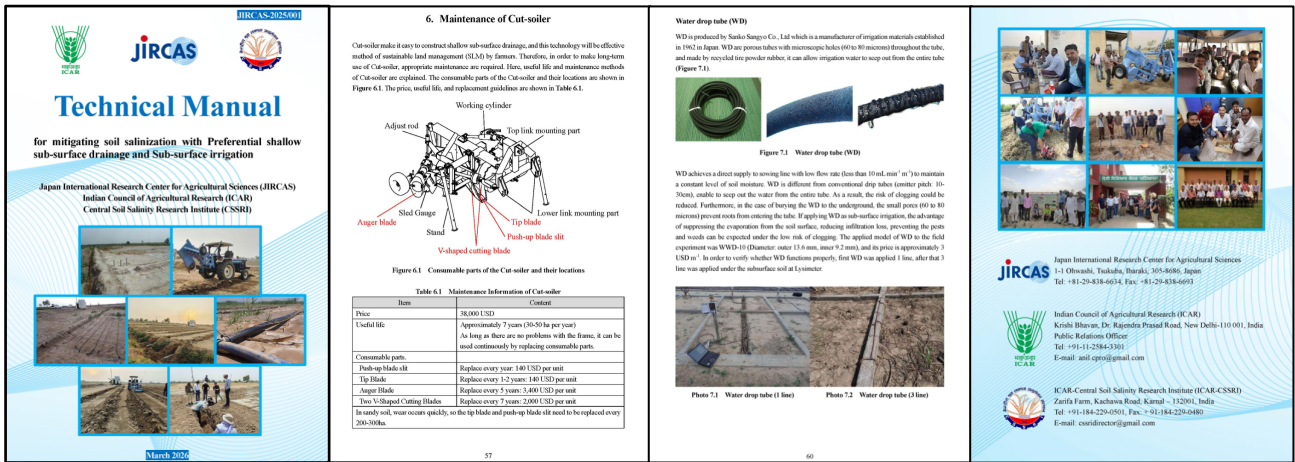


図1 浅層暗渠と地中灌漑による土壌塩類化の軽減技術マニュアル

表1 浅層暗渠と地中灌漑による土壌塩類化の軽減技術マニュアルの内容

章	タイトル	内 容
第1章	序章	灌漑農業と土壌塩類化の状況 国際農研(JIRCAS)と中央塩類土壌研究所(CSSRI)との共同研究の目的
第2章	土壌塩類化	塩類化土壌の分類、ソーダ質土壌の解説、 インドにおける土壌の塩類化、土壌塩類化の要因と対策
第3章	浅層暗渠（カットソイラー）	排水路の種類、カットソイラーによる浅層暗渠の施工方法
第4章	カットソイラーの効果	ライシメーターおよび圃場試験での効果
第5章	カットソイラーの現地適用性	カットソイラーの経済性評価と現地適用手法の提案
第6章	カットソイラーの維持管理	カットソイラーの耐用年数、維持管理方法
第7章	節水	ウォータードロップチューブによる地中灌漑の効果 畝間灌漑の改良（隔畝間灌漑、簡易サージフロー灌漑）による節水

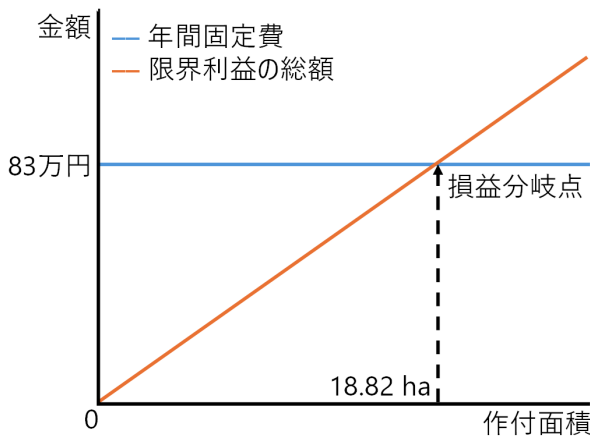


図2 カットソイラー施工の損益分岐点

年間固定費：約 630 万円の購入費に割引率 10%・耐用 15 年の年換算式から 83 万円を算出、1ha 当たり経済効果：約 6 万円の収益増から変動費約 1.5 万円を差し引き、4.4 万円を算出、損益分岐面積：固定費 83 万円を 1ha 当たり経済効果約 4.42 万円で割り、18.82ha を算出。

図2は Lee et al. (2025) より CC BY 4.0 に従い転載/改変して作成

© Author(s) 2025 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja>

図3は Onishi et al (2021) © Indian Society of Soil Salinity and Water Quality より転載/改変して作成（転載/改変許諾済み）

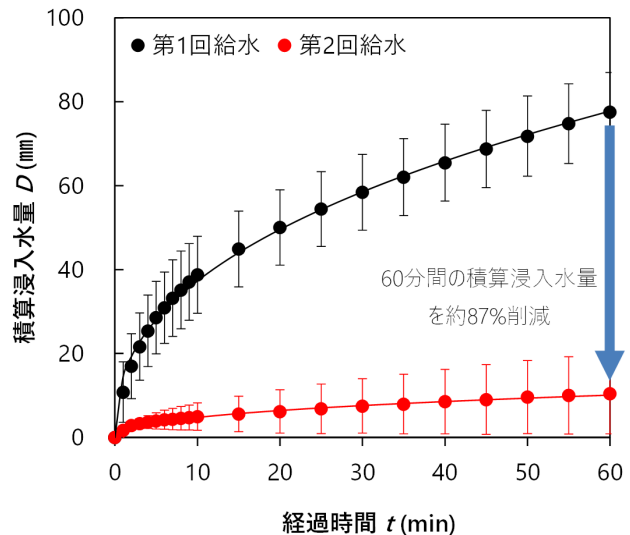


図3 簡易サージフロー灌漑法での畝間浸入水量

簡易サージフロー法による第1回給水にて畝間を湿潤させることで、翌日の第2回給水時における60分間の積算浸入水量が約87%削減される。