

8. 農地造成・整備・保全

■ 2026年8月26日(水) 9:00～17:20 | 会場 部門8 (メインアリーナ)

[P-8] 農地造成・整備・保全

- ①圃場における土壌管理：C000137、C000358
- ②大区画圃場整備と農村地域の情報利用：C000249
- ③国内外の農地保全と農地整備：C000463
- ④農業用施設の機能保全：C000056、C000511、C000143

9:00～17:20

[2-41(P)] 高密度植わい化栽培を行っている水田転換リング園における土壌水分観測に基づく生育不良要因の解明

*久保田 幸¹、若杉 晃介¹、松本 宜大¹、鈴木 翔¹ (1. 農研機構農村工学研究部門)

9:00～17:20

[2-42(P)] 畑地土壌に施用した粉碎玄武岩の流亡に関する研究

*西村 拓¹、山崎 琢平¹ (1. 東京大学大学院農学生命科学研究科)

9:00～17:20

[2-48(P)] 中山間地域における429MHz帯通信の地形依存伝搬モデルの構築

*水越 智規¹、末吉 康則²、岡澤 宏¹ (1. 東京農業大学 地域環境科学部、2. 東京農業大学/株式会社日水コン)

9:00～17:20

[2-54(P)] ローターを利用した転圧処理による雑草の繁茂抑制の可能性

*藤田 和憲¹、中嶋 佳貴¹ (1. 岡山大学大学院環境生命自然科学研究科)

9:00～17:20

[2-59(P)] 新潟県内の地すべり地における「集水井」の劣化要因

*稲葉 一成¹、帆苅 優²、村山 和夫²、米山 純²、鈴木 哲也¹ (1. 新潟大学農学部、2. 新潟県)

9:00～17:20

[2-60(P)] 非接触変形検出に向けたUAV-LiDARによる集水井部材の測距評価

*大高 範寛¹、藤本 雄充¹、若林 英範²、柴野 一真³、田中 熙³、池田 弘毅⁴、鈴木 哲也⁵、稲葉 一成⁵ (1. 日鉄建材株式会社、2. 新潟大学農学部、3. 新潟大学大学院自然科学研究科、4. 新潟大学大学院総合学術研究科、5. 新潟大学自然科学系（農学部）)

9:00～17:20

[2-61(P)] ジオシンセティックスを用いた農業用水路の法面保護に関する実証研究

*金子 貴徳¹、竹内 康¹、加藤 基嗣²、大山 亮貴³、川俣 さくら³ (1. 東京農業大学地域環境科学部、2. 元東京農業大学地域環境科学部、3. 東京インキ株式会社加工品営業本部)

高密度植わい化栽培を行っている水田転換リンゴ園における 土壌水分観測に基づく生育不良要因の解明

Detection of the cause for insufficient growth with intensive apple orchards converted from paddy fields based on soil moisture measurement

○久保田 幸*

KUBOTA Yuki

若杉 晃介*

WAKASUGI Kousuke

松本 宜大*

MATSUMOTO Yoshihiro

鈴木 翔*

SUZUKI Sho

1. はじめに

水田転換果樹園は、まとまった区画と均平のとれた圃場面が確保でき機械作業性の向上が見込めるため、機械作業が可能な高密度植わい化栽培の新規定植時に有力な候補地となる。一方で、コンパクトな樹形にするためのわい性台木は根域が制限されるため、湿害に弱い。そのため、水田を樹園地として活用するには、暗渠や畝立て栽培（ライズベツト）の導入により、土壌水分量を果樹の生育に適した状態に保つことが重要となる。本研究では、水田転換園でリンゴの高密度植わい化栽培を実践しているが、生育が対照的な隣接圃場で土壌水分の観測を行い、生育への影響を調べた。

2. 方法

(1) **調査圃場の概要**：青森県 H 市の道路を挟んで隣接した 2 圃場について調査を行った。生育良好園は定植 7 年目（2025 年 4 月時点）で成園化している。定植前に客土を行っており、深さ 15-40 cm に土性の異なる土壌の層が存在する。生育不良園は定植後 3 年目で 75% の樹木が枯死しており、生育不良も多発している。3 年目以降に排水対策として各樹列（列間 3.5m）中央に暗渠が施工されているが、その深さは 20 cm である。また、生育不良園は生育良好園よりも 55 cm 標高が低い。

(2) **土壌物理性試験**：各圃場の株間中央、樹列から 50 cm 離れた位置の深さ 10、20、40 cm で不攪乱土の採取を行った。間隙率、粗間隙率（pF1.5 の気相率）、水分特性曲線、飽和透水係数を測定した。

(3) **土壌水分・地下水位の観測**：各圃場の株間中央・樹列から 50cm 離れた位置の深さ 10、20、40cm に土壌水分センサ（EC-5、METER）を、深さ 60cm に水位計（U20、HOB0）を設置した。土壌水分センサは Mochizuki and Sakaguchi（2021）により校正した。観測は 2025 年 7 月 10 日～11 月 12 日に行った。降雨量は近隣のアメダスデータを気象庁のサイトからダウンロードして利用した。

3. 結果

(1) **土壌物理性**：粗間隙率は生育良好園で 1.9-8.2%、生育不良園で 3.7-4.4% であり、青森県のリンゴの土壌改良目標値の 15% を下回っていた（青森県，2008）。一方で、飽和透水係数はほとんどの層で $10^{-4} \text{ cm s}^{-1}$ よりも高かった。したがって、いずれの転換園も、透水性は高いが、根への酸素の供給が不十分になりがちな土壌であった。

(2) **土壌水分の観測**：地下水位は、 10 mm h^{-1} 以上の強度の降雨があるといずれの転換園でも地表近くまで地下水位が上昇していた（Figs. 1, 2）。生育良好園では、降雨後徐々

* 農研機構農村工学研究部門 (NARO, Institute for Rural Engineering)

に下方浸透が進み、2-3 日程度で地下水位は深さ 55 cm 以下まで低下した。一方で、生育不良園は暗渠が埋設されている 25cm 深さまでは生育良好園と比べ速やかな地下水位の低下が確認できたが、25cm 以下は地下水位の低下速度は遅く、観測期間中の半分は地下水位が深さ 40cm 以上に存在していた。

土壌水分量は、生育良好園では特に 10cm 深さの水分変動大きく、強い降雨がなかった 10 月上旬には成長阻害水分点(体積含水率:0.36)に達しており、生育不良区と比べ乾燥が進んでいた。生育不良園の土壌水分量は、降雨のあった 8 月上旬以降、飽和近傍で推移しており、根域と推定される 20 cm 深さにおいても圃場容水量(体積含水率:0.51)に到達おらず過湿状態にあった。気相率に変換した場合、期間中の約 3/4 が 10% 以下であった。

4. 考察

本研究の結果から、生育不良区は高い地下水位と根域に留まる土壌水分によ

って根が酸欠になり、生育不良になっている可能性があった。一方で、0-20cm の地下水位は速やかに低下したため、根域よりも下方への暗渠の設置は根が長期間過湿状態にさらされることを防ぐ上で重要だと考えられる。

参考文献

- 1) Mochizuki H. and Sakaguchi I. (2023) JARQ 57:131-137
- 2) 青森県(2008) 健康な土づくり技術マニュアル https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_sehi_kizyun/aomori01.html (閲覧日:2026 年 4 月 1 日)

謝辞：本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「気候変動に対応するための農林水産業の温暖化適応技術の開発～農林業における気候変動適応技術～」(25131858)の助成を受けて実施しました。

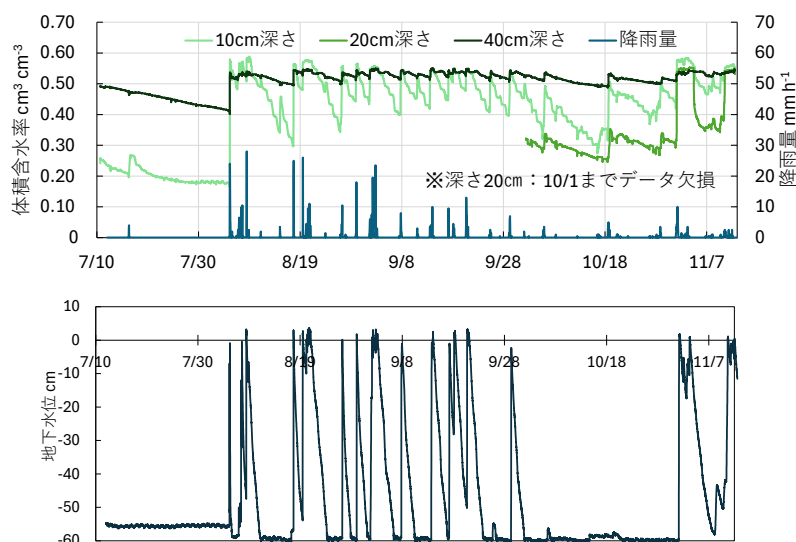


Fig.1 生育良好園の土壌水分量と地下水位の時間変化
Time series of soil water content and ground water level of the orchard with sufficient growth

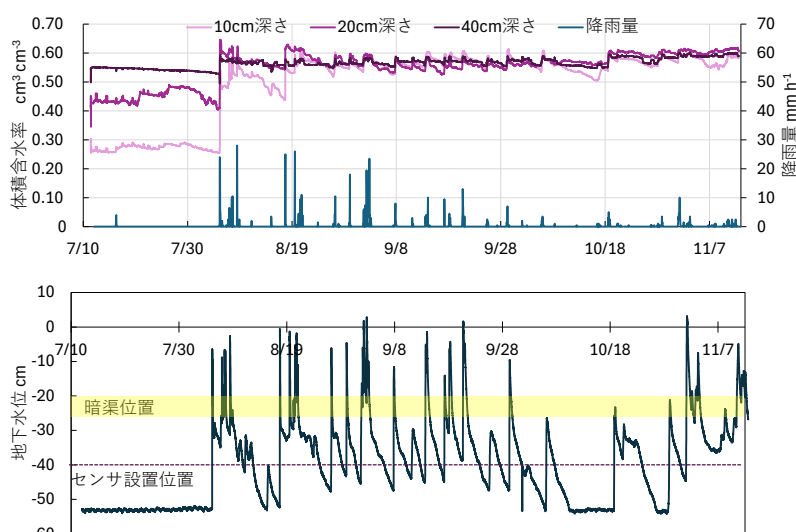


Fig.2 生育不良園の土壌水分量と地下水位の時間変化
Time series of soil water content and ground water level of the orchard with insufficient growth

畑地土壤に施用した粉碎玄武岩の流亡に関する研究 Loss of crushed basalt applied to upland field soil.

○西村 拓*
NISHIMURA Taku

山崎琢平*
YAMASAKI Takuhei

1. はじめに

近年、地球温暖化緩和策として研究が進められている大気中の CO_2 濃度を下げる技術の一つに岩石促進風化法がある。これは玄武岩等の易風化性の岩石に含まれるケイ酸塩鉱物が CO_2 と反応して重炭酸塩を生成する反応に基づく。ここでは、岩石を粉碎して表面積を大きくしてから地表に散布することで、土壤中の反応を加速する。しばしば、0.1 mm 程度まで粉碎した岩石を散布するが、この粒径の土砂は侵食されやすいことが知られている。散布した粉碎玄武岩が侵食によって流亡すると、風化効率に影響が生じることに加えて、玄武岩減少量と風化量が整合しなくなる。

本報では、粉碎玄武岩を混入した畑地土壤を充填した土壤槽に人工降雨装置を用いて降雨を与えた際の玄武岩の流亡を検討した。

2. 実験方法

土壤は侵食されやすい国頭マージ（沖縄県石垣島）と黒ボク土（茨城県つくば市）を用い、目開き 2 mm の篩に通してから実験に供試した。粉碎玄武岩はソブエクレ社製で、100 μm 以下に粉碎したものをを用いた。玄武岩は、乾土重量に対して、質量割合で 0%, 10%, 20% 混合した 3 条件とした。

塩ビ製土壤容器（20 cm×50 cm×10 cm）に

三河ケイ砂 6 cm 充填した上に国頭マージ、黒ボク土それぞれ乾燥密度 0.75, 1.30 g cm^{-3} で充填した。土壤の飽和透水係数は、玄武岩無しの場合にそれぞれ 2.8 mm h^{-1} , 125 mm h^{-1} で、玄武岩を 20wt% 混合した場合は、その約 1/3 に低下した。

人工降雨装置を用いて 60 mm h^{-1} の降雨を 1 時間与えた。降水には水道水を用いた。降雨中、5 分毎に地表面流出水を採取し、流出水量並びに流亡土量を計量した。さらに実験後、土壤容器の上・中・下流、それぞれ表層（1 cm）・下層（3 cm）から土壤を採取した。

実験終了後、流亡土壤試料、容器内土壤試料を炉乾した後、試料土 1 g あたり内部標準物質（コランダム（ Al_2O_3 ））を 0.25 g とエタノール 7 ml を加えて XRD 用粉碎机（McCrone, Verder Retsch 社）で粉碎した。粉碎物は、乾燥後プレパラートに充填し、X 線回折装置（miniflex600, リガク）に供した。X 線回折データから、Kurokawa et al. (2024) を参考に R の powdR コードを用いて鉱物組成を求めた。

3. 結果と考察

降雨開始後、いずれの土壤においても地表面流出水が発生した。黒ボク土の飽和透水係数は降雨強度よりも大きい、降雨によって

Table 1 Mineral composition of the soils and basalt

試料	雲母	石英	斜長石	スメクタイト	カオリン	クリストバライト	アモルファス	その他
黒ボク土	22.41	6.15	0	3.36	6.9	0.54	58.13	2.5
国頭マージ	15.28	56.4	1.21	0.99	20.19	—	—	5.93
玄武岩	4.97	4.01	58.32	2.25	—	4.87	—	25.58

¹*東京大学大学院農学生命科学研究科, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

² キーワード：岩石促進風化, 炭素固定, 人工降雨実験, 水食

クラストが形成したため、地表面近傍の透水性が低下したものと考えられる。

地表面流出水による土砂流亡速度と地表面流出速度の関係を Fig.1 に示した。土壌の違い、玄武岩の有無に依らず、地表面流出速度と土砂流亡速度は高い相関を示した。

Fig. 2 に粉末 XRD 解析結果から得た斜長石 (Plagioclase) 含量と土壌中の玄武岩量 (Basalt) の関係を示した。この関係を用いて流亡土中の玄武岩量を推定した結果が Fig. 3 になる。国頭マージでは、降雨開始直後から供試土の玄武岩含量と同程流亡土玄武岩含量となっているのに対して、黒ボク土は、降雨開始直後の流亡土の玄武岩含量は小さな値を示した。玄武岩含量 20% では、約 50 分、で供試土と流亡土の玄武岩含量が同程度になると考えられる。玄武岩含量 10% の場合はデータを線形に外挿すると 100 分程度で同じ状態になると推定される。

60 分間 (60 mm-rain depth) の降雨中の流亡土砂の時系列データ (未表示) と Fig. 2, Fig. 3 を用いて玄武岩の流亡量を算出したのが Fig. 4 になる。降雨開始後 50 分後の玄武岩流亡速度を用いて、たとえば、年降水量 1500 mm の 40% が地表面流出になる条件の下では、国頭マージは混合率 10%, 20% に対して年間の玄武岩流亡量が 13.2, 21.6 t ha⁻¹, 黒ボク土の場合は、19.2, 3.6 t ha⁻¹ となる。この量は、表層 10 cm を対象に玄武岩を施用した場合の 0.5% から 2.6% に相当する。

結語

本実験は傾斜地であれば多少なりとも土壌に混入した玄武岩が流亡して失われることを示唆している。玄武岩量の減少が CO₂ 固定量の算定・検証に重要であることを考慮すると、鉱物風化促進法において、地形は重要な要素であると言える。

参考文献

Kurokawa et al. (2024) Soil Sci. Soc. of Am. J., 6, 1942-1958

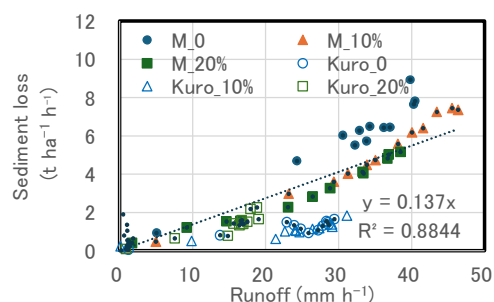


Fig.1 Runoff rate and sediment discharge. M and Kuro denote Kunigami mahji and Kuroboku

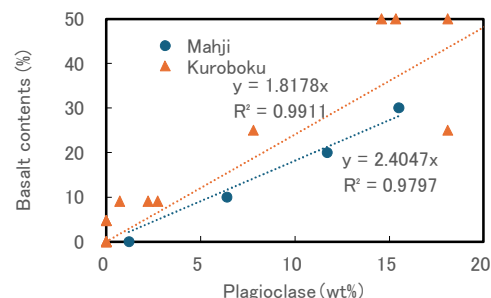


Fig.2 Estimation of basalt content by Plagioclase content determined by powder XRD diffraction.

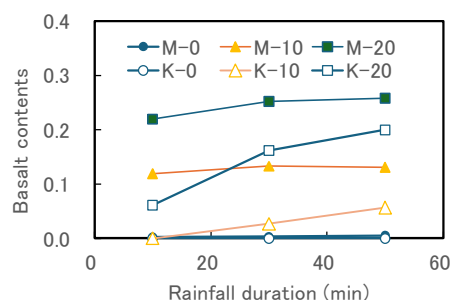


Fig.3 Basalt content of eroded sediments. M and Kuro denote Kunigami mahji and Kuroboku

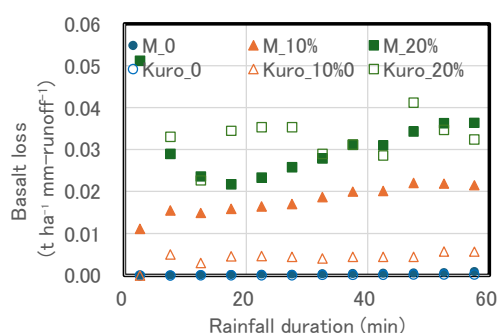


Fig.4 Temporal changes in basalt discharge during a rainfall event.

本研究は、NEDO ムーンショット事業 (A-ERW, JPNP18016) ならびに科研費 (24K01867) によって実施されました。実験に関わった五ノ井氏, 荒木氏を含めてここに記して感謝します。

中山間地域における 429MHz 帯通信の地形依存伝搬モデルの構築 Development of a Terrain-Dependent Propagation Model for 429 MHz Band Communication in Hilly and Mountainous Area

○水越 智規* 末吉 康則** 岡澤 宏*

MIZUKOSHI Tomoki SUEYOSHI Yasunori OKAZAWA Hiromu

1. はじめに

近年、日本の農業では高齢化や担い手不足が深刻化しており、持続可能な農業生産の実現に向けて、ICT や IoT を活用したスマート農業の導入が推進されている。みどりの食料システム戦略では、環境負荷低減と生産性向上を両立するための技術基盤として、データ活用型農業の重要性が示されている。しかし、人口減少が著しい中山間地域のような場所では大手通信キャリアの電波塔の撤退や、圃場の分散や地形起伏の影響により通信インフラの整備が十分でなく、スマート農業に必要な各種センサーのデータ収集や遠隔制御の実装が困難でとなっている。特に携帯通信網に依存したシステムでは通信が不安定となりスマート農業の普及を阻害している。このような背景のもと、本研究では低周波数帯で回折性に優れる 429 MHz 帯 LPWA 通信に着目し、中山間地域における通信品質の空間変動を実測データに基づいて評価することを目的とした。さらに、地理情報を用いて通信品質の低下要因を定量化し、機器設置計画に活用可能な予測モデルの構築を目指した。

2. 研究手法

本研究では、三重県御浜町阿田和に位置する果樹栽培地域を対象とし、親機を固定した状態で子機を移動させる通信試験を実施した。通信には 429 MHz 帯の無線機（どこでもでむ・どこでもでむ mini, サーキットデザイン社）を用い、受信信号強度（RSSI）を 1 分間隔で取得した。測定は定点 6 地点および移動を含む 45 地点で行った。通信品質の解析にあたっては、まず自由空間伝搬損失（FSPL）を用いて理論的な通信強度を算出し、実測値との差分を残差として定義した。この残差は、距離以外の要因による追加損失を表す指標である。次に、ArcGIS Pro を用いて通信リンク上の地形および植生情報を取得した。具体的には、10 m メッシュの DEM から地形断面を抽出し、最大遮蔽量（ B_{max} ）および遮蔽面積（ B_{area} ）を算出した。さらに、Sentinel-2 衛星画像から NDVI を算出し、植生密度の指標として導入した。これらの地理的説明変数と残差との関係を明らかにするため、MATLAB を用いて予測モデルの作成をした。



表 1 測定フィールド

Fig1 Measurement Fields

*東京農業大学 地域環境科学部 (Faculty of Regional Environment Tokyo University of Agriculture)

**東京農業大学/株式会社日水コン (Nihon Suido Consultants Co., Ltd.) キーワード: スマート農業, 429 MHz, 中山間地域,

3. 結果と考察

実測の結果、中山間地域における通信強度は地点ごとに大きく異なり、同一地域内でも通信品質に顕著な空間的ばらつきが存在することが確認された。定点 6 地点では、受信強度はおおよそ -114 dBm から -95 dBm の範囲に分布し、地形条件による影響が示唆された。

モデル精度の評価では、FSPL のみを用いた場合の RMSE は約 35 dB と大きな誤差を示した。一方で、地形指標 ($B_{\max}$, B_{area}) を導入したモデルでは RMSE が約 2.7 dB まで低減し、大幅な精度向上が確認された。また、45 地点のデータにおいても同様に精度改善がみられ、地形要因の有効性が支持された。一方、NDVI を単独で導入した場合の精度改善は限定的であり、本研究対象地域においては植生よりも地形遮蔽の影響が支配的であることが明らかとなった。

本研究の結果より、中山間地域における通信品質は距離依存性のみでは説明できず、地形による遮蔽の影響を強く受ける

ことが示された。特に最大遮蔽量は局所的な遮蔽

の強さを反映し、通信強度低下との対応が明確であった。また、遮蔽面積は遮蔽の広がりを表し、長距離にわたる減衰の評価に有効であった。

一方で、NDVI による植生評価は、樹冠構造や枝葉密度などの詳細な情報を十分に反映できないため、通信品質変動の説明力は限定的であったと考えられる。

本研究の特徴は、FSPL によって距離依存成分を基準化し、残差のみを対象として地形・植生要因を解析した点にある。これにより、従来モデルでは一括して扱われていた環境影響を分離し、通信品質の低下要因を明確に定量化することが可能となった。

4. まとめ

本研究では、中山間地域における 429 MHz 帯通信の通信品質変動を実測データに基づいて評価し、地形および植生を考慮した予測モデルの構築を行った。その結果、地形遮蔽の影響が通信品質に大きく寄与することが明らかとなり、地形指標を導入することで予測精度が大幅に向上することを示した。地形指標との重回帰分析を行った結果、式 (1) が得られた。この式により、通信路上の地形遮蔽条件から追加の損失が推定可能となった。

$$\text{extra} = -33.5 - 3.2B_{\max} + 0.05B_{\text{area}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

本研究で提案した残差ベースの解析手法により通信品質の定量評価を可能とし、図のような Web アプリケーションを作成した。スマート農業における通信機器の配置設計や事前評価の効率化に寄与するものと考えられる。今後は、測定データの拡充や複数地域での検証を行い、モデルの汎用化を図るとともに、樹高や植生構造などの詳細な環境データを導入することで、さらなる精度向上を目指す。

Table 1 6 地点の受信強度 (dBm)

測定地点	受信強度
1	-108
2	-112
3	-106
4	-102
5	-97
6	-101

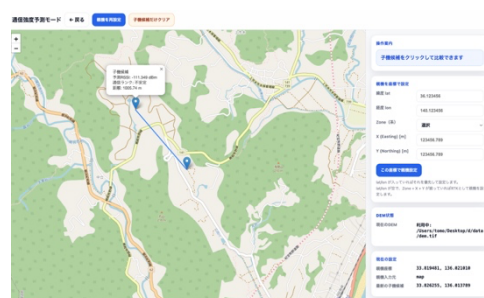


表 2 予測マップ

Fig2 Forecast Map

ローラーを利用した転圧処理による雑草の繁茂抑制の可能性 The Potential for Suppressing Weed Growth Through Compaction Using Rollers

○藤田 和憲*

中嶋 佳貴*

FUJITA Kazunori

NAKASHIMA Yoshitaka

1. 背景および目的

現在、農業者の高齢化や人件費の高騰などにより雑草管理が徐々に難しくなっている。また効率的な防除方法として普及している化学的防除法に関して、日本では、農業における環境負荷の低下を目的として化学農薬使用量の低減が目標として設定されており、化学的手法に依存せず省力的に雑草害を予防することが求められている。一方、踏圧が高い場所においては雑草が小型化することが知られており、踏圧を利用した雑草の繁茂抑制についても検討され始めている。この方法は雑草を刈り取らないため刃物を使用せず、安全性が高いという面で有用である。しかし、既存の知見は少なく、基礎的な情報が不足している。そこで、本研究では踏圧として転圧ローラーを用い、異なるローラー重量および処理頻度で転圧を施すことで、雑草の繁茂抑制に有効な処理方法について実験した。

2-1. 異なる処理頻度での転圧が植生に与える影響

実験は2024年4月から7月にかけて、岡山大学津島キャンパス内の水田畦畔において行った。転圧には既存の麦踏み用鎮圧ローラー（幅90cm、重量38kg）を用いた。転圧処理は2×4mの区画において、ローラーを2日ごと、4日ごと、8日ごと、16日ごとに1往復させた。植生調査は一辺1mのコドラートを設置し、その中に発生した雑草について、種ごとに被度と草高を測定した。その結果、転圧処理を施さないとネズミムギやメヒシバの平均草高が50cm以上となり、7月にはメヒシバが優占して繁茂した。一方、転圧処理を施すと、いずれの処理頻度でも雑草の草高が低下した。特に、2日ごとおよび4日ごとの処理では、7月にはメヒシバの繁茂が抑制され、シロツメクサおよびイヌタデが主に優占した。草高は20cmほどで歩行や作業等の邪魔にはならないと考えられる。

2-2. 軽量のローラーによる雑草の繁茂抑制効果

2-1の結果をふまえ、軽量のローラーを使用した場合の効果を調査するため、2-1と同じ場所において2025年の4月から6月に実験を実施した。ローラー重量は5kg、10kg、15kg、20kgとし、処理頻度については2日ごとに1往復、4日ごとに1往復、8日ごとに4往復とした。しかし、いずれの処理でも明らかな雑草の繁茂抑制は確認できなかった。

2-3. 異なるローラーの重量および処理頻度が植生へ与える影響

これらより、ローラーの重量を2-1と2-2の間である20kg、25kg、30kg、35kgに

*岡山大学大学院 環境生命自然科学研究科(Graduate School of Environmental, Life, Natural Science and Technology, Okayama University)

キーワード：8, 農地造成：農地保全

設定し、処理頻度については毎日、2 日ごと、4 日ごとに 1 往復として植生への影響を調査した。実験場所および区画の大きさは 2-1 と同様とし、2025 年の 8 月から 11 月にかけて実施した。植生調査は設置したコドラート内に存在した雑草の種ごとの被度を測定した。雑草の草高については、処理区を 25cm メッシュに区切り、交点に設置したプロット（1 区画 153 プロット、3 反復）において測定した。

開始 1 か月後の草高の度数分布図を図-1 に示す。結果として、転圧処理を施さない対照区では、メヒシバおよびシマスズメノヒエが優占し、約 80% のプロットの草高が 20cm 以上であった。これら以外の草種はほとんど見られなかった。

対して、転圧処理を施すと、草高 20cm 以上のプロットは毎日の処理では約 20%、2 日ごとの処理では約 35%、4 日ごとの処理では約 50% を占め、草高が抑制された。メヒシバとシマスズメノヒエの被度は対照区よりも低く、シロツメクサやギョウギシバなど、草高の低い種がみられた。ローラー重量の影響は特にみられなかった。

3. まとめ

以上より、38kg のローラーにおいては 2 日ごとおよび 4 日ごとに 1 往復の頻度、20～35kg においては毎日 1 往復の頻度で転圧処理を施すことで雑草の草高が凡そ 20cm 程度に抑えられた。20cm 程度の草高であれば歩行障害や景観等の問題には至らないと考えられる。また、メヒシバなどのイネ科雑草は水田における害虫の増殖源となり防除が求められるが、38kg のローラーで 2 日ごとおよび 4 日ごとに処理を行うと、4 月から 7 月にかけてメヒシバの繁茂が抑えられたため、害虫の発生抑制にも効果的と考えられる。今後は、春から秋にかけて雑草の生育の全期間を通じた調査が必要である。

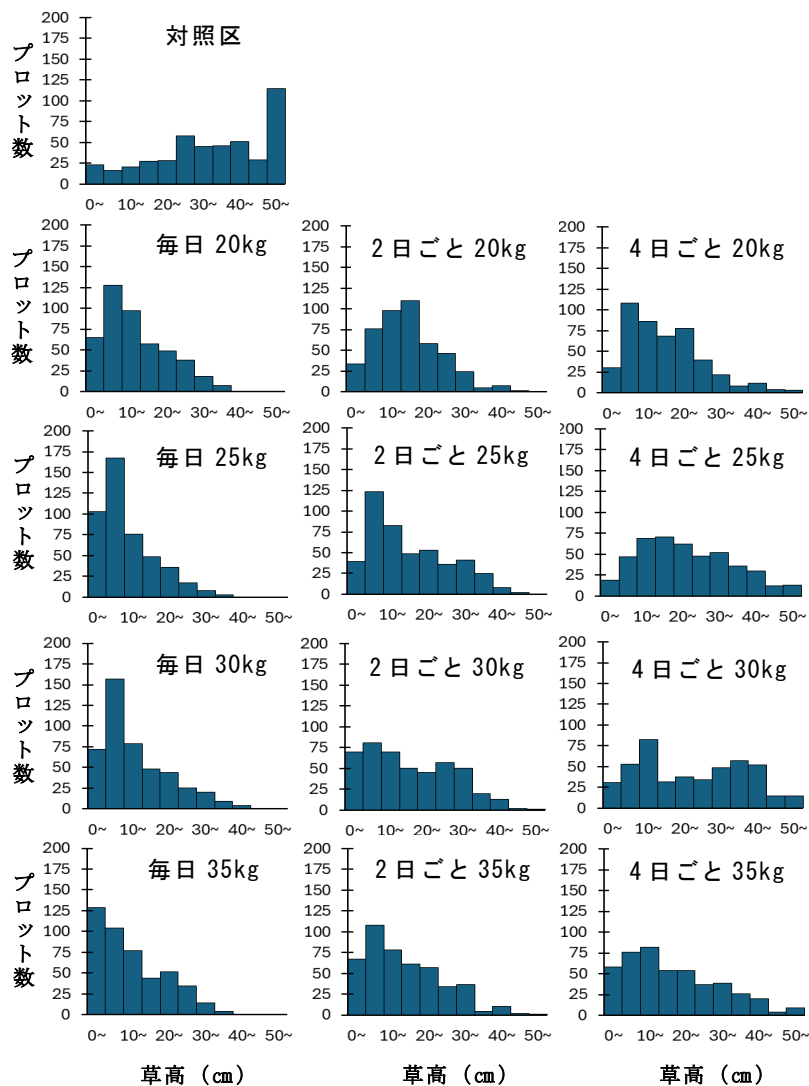


図-1 開始 1 か月後の各処理区における草高の度数分布

Fig.1 Frequency distribution of grass height in each treatment one month after the start

新潟県内の地すべり地における「集水井」の劣化要因

Deterioration factors of Drainage Well in landslide Area, Niigata Prefecture

○稲葉一成*・帆苅 優**・村山和夫**・米山 純**・鈴木哲也*

○Kazunari INABA, Yu HOKARI, Kazuo MURAYAMA, Jun YONEYAMA and Tetsuya SUZUKI

1. はじめに

地すべり防止施設の一つである「集水井」は、地すべり地内の地下水排除を目的とした井戸（図 1）である。1958 年の地すべり等防止法の施行以来、新潟県内の地すべり地では、これまでに数多くの集水井が設置されてきた。これらのなかには設置から 50 年以上経過し、老朽化による損壊や機能低下が懸念されているものもあり、早急な点検とそれに基づいた適切な対応（維持管理）が求められている。本報告は、新潟県農地建設課より計 515 基の集水井の点検結果を整理し、新潟県内における集水井の老朽化要因について、既存の報告¹⁾をもとに井筒本体の構造別の視点から考察したものである。

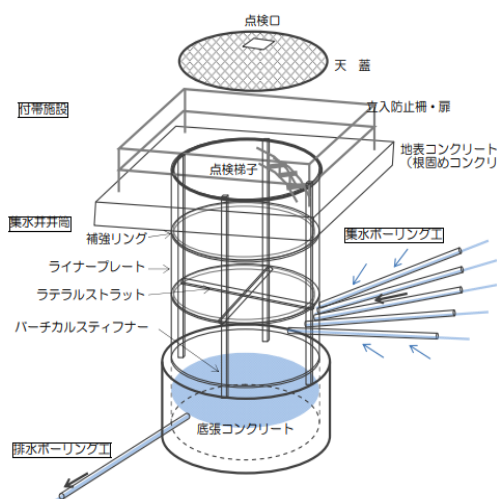


図1 集水井の構造²⁾

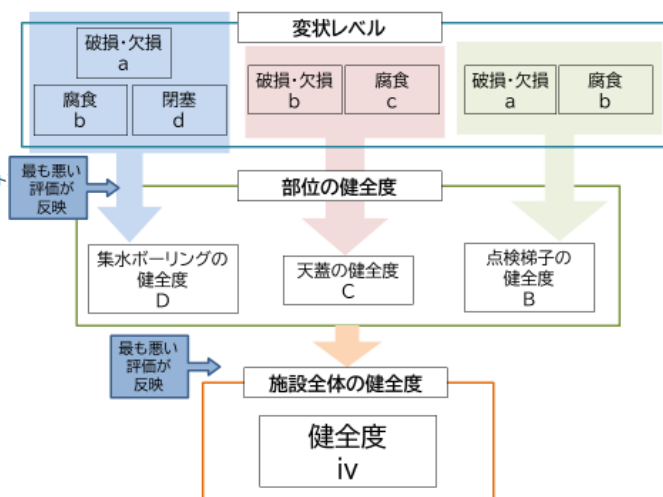


図2 健全度評価の流れ（例）

2. 集水井の点検手法

これまでに新潟県で施工された集水井は約 2500 基あり、このうち農地建設課が管理しているのは 515 基である。農地建設課では 2016 年から 2018 年の間にこれら全ての集水井について点検を行っている。点検は、「地すべり防止施設の機能保全の手引き～統合版～」²⁾、「地すべり防止施設の長寿命化計画（個別施設計画）」³⁾に基づいている。点検には、基本情報調査、日常管理、概査、詳細調査の 4 種類があり、今回用いたのはこのうちの概査での点検結果である。

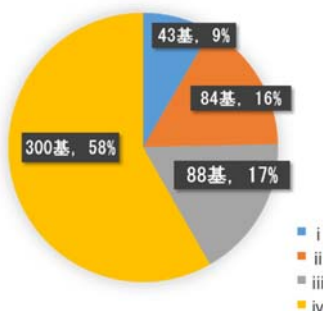
ここでは、①変状レベル、②部位の健全度、③施設の健全度という3段階で評価しており、①から順に各々最も悪い評価を統合し、施設全体を評価している(図2)。変状レベルはa～dの4段階で評価し、部位のなかで最も悪い変状レベルに合わせてそれぞれの部位の健全度をA～Dの4段階で表す。そして総合的な評価となる施設全体の健全度を、最も悪い部位の健全度に合わせてi～ivの4段階で決定する。各評価ではそれぞれ、A→d、A→D、i→ivとなるに従い悪い状況を意味し、iiiでは軽微な補修が必要、ivでは補修や改修が必要となる。

*新潟大学農学部 Faculty of Agriculture Niigata University **新潟県 Niigata Prefecture

キーワード：集水井、地すべり防止施設、施設点検

3. 点検結果

集水井の健全度評価を図3に示す。点検を行った計515基の集水井のうち、健全度ⅰは43基、ⅱは84基、ⅲは88基、ⅳは300基であった。対策が必要と評価されたⅲ・ⅳは計388基で、全体の75%であった。また施工年代別の健全度評価では、1970年代以前に施工されたものではそのほとんどがⅲ・ⅳに該当するものの、それ以降の年代でも72～79%が該当し、劣化の要因は経過年数だけではないことがわかる。



施工年代	施工数	ⅲ・ⅳ	ⅲ・ⅳの占める割合
1960年代	14基	14基	100%
1970年代	46基	44基	96%
1980年代	50基	36基	72%
1990年代	108基	78基	72%
2000年代	28基	22基	79%
2010年代	9基	7基	78%
合計	255基	201基	79%

注)：施工年のわかっている集水井のみを対象

図3 集水井の健全度評価

(左：健全度ⅰ～ⅳの割合，右：施工年代別の健全度ⅲ・ⅳの割合)

4. 井筒本体の構造別での劣化要因

井筒本体の構造別にⅲ・ⅳとなった割合を図4に示す。コンクリート製及びライナープレート製ともにその割合はほぼ同じであり、井筒本体の構造による違いは見られなかった。しかしⅲ・ⅳとなったその内訳を見ると、ライナープレート製はコンクリート製に比べて「湛水」と「本体」の割合が高かった。

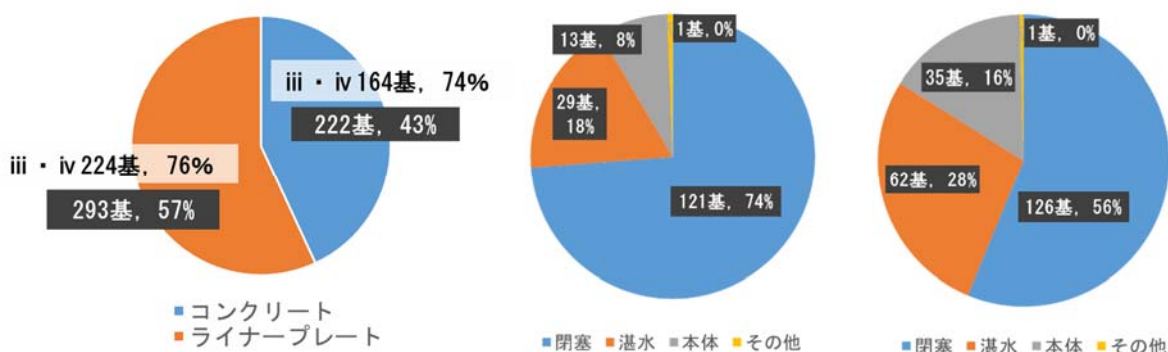


図4 井筒本体の構造別でのⅲ・ⅳの内訳

(左：全体，中：コンクリート製，右：ライナープレート製)

ライナープレート製では、天蓋の構造のから内部にも光が届くため、植生が侵入しやすい。これらが枯れて井戸底に溜まることで排水ボーリングを閉塞させ、井戸の「湛水」を引き起こすと考えられる(図5)。「湛水」は地すべり活動による排水ボーリングの破断でも起こり得るが、これまでのところそのような事例は少ない。「本体」の劣化割合が高くなったのは、ライナープレートや補強部材の錆によるものである。また、「閉塞」は主に集水ボーリングの目詰まりであるが、これには排除している地下水の水質が与える影響が大きい。よって井筒本体の構造で違いが見られる理由は不明であり、また図3から見て施工年代の影響でもない。



図5 ライナープレート製集水井の天蓋と植生

引用・参考文献

- 1) 稲葉一成・他：新潟県内の地すべり地における「集水井」の点検結果，農業農村工学会大会講演会，2024年
- 2) 農林水産省農村振興局農村環境課：地すべり防止施設の機能保全の手引き～統合版～，2017年
- 3) 農林水産省農村振興局農村環境課・防災課：地すべり防止施設の長寿命化計画（個別施設計画）策定の手順書（案），2016年

非接触変形検出に向けた UAV-LiDAR による集水井部材の測距評価 Ranging Accuracy Evaluation of Drainage Well Components using UAV-LiDAR for Non-Contact Deformation Detection

○大高範寛*, 藤本雄充*, 若林英範**, 柴野一真***,

田中熙***, 池田弘毅****, 鈴木哲也*****, 稲葉一成*****

○Norihiro OTAKA*, Yuji FUJIMOTO*, Hidenori WAKABAYASHI**, Kazuma SHIBANO***,
Hiromu TANAKA***, Koki IKEDA****, Tetsuya SUZUKI***** and Kazunari INABA*****

1. はじめに

集水井は地すべり防止を目的とした地下水排除施設であり、全国各地に設置されているが、多くの施設が竣工から数十年を経て老朽化が進んでいる。従来の点検手法は、井内への立入りを伴う安全上のリスク、目視に頼る定性的評価の限界、そして広域に分散する施設を1基ずつ点検する非効率性という課題を抱えている¹⁾。近年、360度カメラによる非接触点検が導入されたものの、画像から得られるのは定性的情報に限られ、定量的な変形量の把握には依然として課題がある。こうした状況に対し、令和6年能登半島地震で被災した集水井へ UAV-LiDAR を適用し、点群と検出円柱との距離によってバーチカルスティフナーおよび井筒の変形を非接触で検出できることが実証された²⁾。バーチカルスティフナーのような内側に向かう変形では閾値を 30 cm、井筒の曲がりのような変形では 20 cm に設定すると誤検出および未検出が少なくなり、経験的な閾値を得た。しかし同研究では、変形検出に用いる閾値を部材長に基づいて設定したため、測距誤差や円柱検出誤差を考慮した閾値の妥当性について検証できていなかった。そこで、本研究では UAV-

LiDAR で取得した点群から部材寸法を計測し、実測値との絶対平均誤差 (MAE) を評価した。

2. 方法

本研究では、新潟県十日町市松之山地区の集水井 13 基 (井深 11.5~25.0 m) を対象に、DJI Matrice 350 RTK+Zenmuse L1 を用いた UAV-LiDAR 計測を実施した。そのうち、点群の再構成が可能であった 6 基について評価を行った。得られた点群は CloudCompare 上で前処理および手動セグメンテーションを行い、ライナープレート、補強リング、バーチカルスティフナー、天蓋、植生、水、集水管、梯子の計 7 クラスに分類した (Fig. 1)。点群上で部材長を測定し、メジャーおよびレーザ距離計による実測値との絶対平均誤差を算出した。バーチカルスティフナーにおける寸法評価の位置は、補強リングの高さで分かれており、地上に近い高さから No.1~No.12 とした (点群密度が小さい箇所は欠測とした)。

3. 結果および考察

3.1 井筒における現地実測値と点群測定値の比較

天蓋 - 水面間深さと直径の MAE はそれぞれ 0.45 m, 0.10 m となった。天蓋 - 水面間深

*日鉄建材株式会社, *Nippon Steel Metal CO., LTD.*

**新潟大学農学部, *Faculty of Agriculture, Niigata University*

***新潟大学大学院自然科学研究科, *Graduate School of Science and Technology, Niigata University*

****新潟大学大学院総合学術研究科, *Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Niigata University*

*****新潟大学自然科学系 (農学部), *Institute of Agriculture, Niigata University*

キーワード: 三次元点群, 集水井, UAV-LiDAR, 地すべり防止施設

さの MAE が大きい要因として、レーザのスポットサイズがエキスパンドメタルのフレームより大きいため天蓋付近で点群がばらつくこと、および水面での反射が不安定であることが挙げられる。直径の MAE は 0.10 m であり、既往研究で設定された外向き変形閾値 (0.200 m) の約半分に相当する誤差が生じうる。

3.2 バーチカルスティフナーにおける現地実測値と点群測定値の比較

バーチカルスティフナーの奥行き・厚さ方向の MAE はそれぞれ 0.019~0.048 m, 0.016~0.031 m の範囲であった。奥行き MAE が大きかった集水井 05・10 では、点群の欠損や点検梯子との接触が誤差の主因と考えられる。集水井 6 では補強リングが二重構造となっており、バーチカルスティフナー内側との接触が奥行き・厚さ双方の MAE を増大させた。また、天蓋近傍の点群では部材以外の点を抽出しやすく、苔等の植生の付着も誤差の一因となっていた。

4. おわりに

本研究では、UAV-LiDAR 計測を実施し、点群から推定した部材寸法と実測値と MAE を評価することで、既往研究の変形検出閾値の妥当性を検討した。バーチカルスティフナーの測距 MAE の最大値 (0.048 m) は内向き変形の閾値 (0.300 m) の約 1/6 に留まる一方、直径の MAE (0.10 m) は外向き変形の閾値 (0.200 m) の約半分に相当していた。

引用文献

- 1) 農林水産省農村振興局農村環境課：地すべり防止施設の機能保全の手引き～統合版～，pp iv-2-iv-51，2017 年。
- 2) Shibano, K. and Suzuki, T. (2025) : Non-Contact damage detection of drainage wells during the Mj7.6 Noto Peninsula earthquake by UAV-LiDAR technique, *Measurement*, 253.

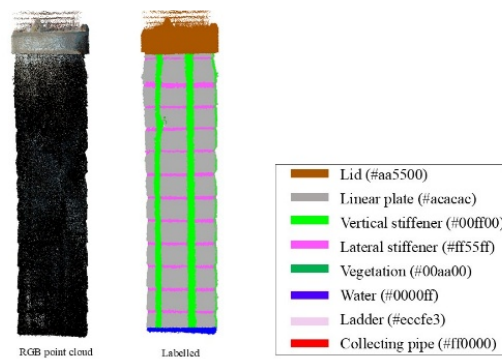


Fig. 1 UAV-LiDAR 点群の手動セグメンテーション例

Table. 1 井筒の寸法

(a) 天蓋-水面間深さ

集水井 番号	天蓋-水面間深さ (m)	
	実測	点群上の値
3	12.30	13.20
4	17.50	17.72
5	13.10	13.13
6	18.10	18.10
10	6.90	5.48
12	13.50	13.34

(b) 直径

集水井 番号	直径 (m)	
	実測	点群上の値
3	3.00	3.15
4	3.00	2.92
5	3.00	2.94
6	3.00	3.01
10	3.50	3.37
12	3.00	2.81

Table. 2 バーチカルスティフナーの寸法

集水井番号	奥行き (m)	厚さ (m)
3	0.022	0.023
4	0.019	0.021
5	0.048	0.024
6	0.031	0.031
10	0.045	0.016
12	0.025	0.019

ジオシンセティックスを用いた農業用水路の法面保護に関する実証研究

Experimental study on slope protection of
agricultural water channels using geosynthetics

○金子 貴徳* 竹内 康* 加藤 基嗣** 大山 亮貴*** 川俣 さくら***

○Takanori KANEKO* Yasushi TAKEUCHI* Mototsugu KATO**

Ryoki OYAMA*** Sakura KAWAMATA***

1. はじめに

近年、気候変動に伴う線状降水帯による集中豪雨や台風の激甚化により、全国各地で自然災害が頻発している。特に農業用水路や水田周辺の法面では、降雨による浸食に伴う崩壊が生じやすくなっており、農業現場における深刻な課題となっている¹。一度法面が崩壊すると、従来のコンクリート構造物等による復旧工事には多額の費用と長期の施工期間を要する。復旧までの期間、農地の利用制限や用水確保が困難となり、作物の収量・品質低下のみならず、日常的な農作業にも大きな支障をきたす。これらの課題に対し、短期間かつ低コストでの復旧が期待できる工法として、ジオシンセティックスの一種である「ジオセル」を用いたジオセル擁壁工法が注目されている。本工法は、ハニカム構造のジオセル内に碎石や現地発生土を充填し、これを段積みして擁壁を構築するものである。主に土木分野や災害復旧の現場で利用されてきたが、農業現場での適用事例は軟弱地盤対策としてのマットレス工法等に限られていた。そこで本研究では、農業用水路の法面崩壊対策として本工法を適用し、施工性、経済性、および農業現場への適応性について検証することを目的とした。

2. 施工条件・方法

2-1. 施工対象地および使用材料

施工対象地は、神奈川県川崎市内に位置する農業用水路の法面（約 15 m）とした。使用したジオセル（東京インキ株式会社）で、寸法は高さ 0.15 m、幅 0.8 m、長さ 2.65 m の規格を使用した。セル内の中詰め材については、下層部（1～2 段目）に支持力を確保するための碎石（C-40）を用い、上層部（3 段目以降）には現地発生土および赤土を充填した。

2-2. 施工体制および工程

施工は、非土木施工者の 3 人体制で実施した。施工手順は以下の通りである。まず、2025 年 7 月 10 日に平板測量およびレベル測量を実施し、現地の地形状況の把握とジオセルの必要数量の算定を行った。同年 8 月 20 日にジオセル展開用の枠組みを作製し、8 月 25 日から 27 日の 3 日間で現地施工した。具体的な手順を図 1 に示す。1. ジオセル設置箇所を整地した後、荷重分散や沈下抑制のため不織布を敷設し、その上にジオセルを設置した。2. セル同士の接続部には付属品であるセルロックと接続ビスを使

*東京農業大学地域環境科学部（Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture）

**元東京農業大学地域環境科学部（Formerly with Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture）

***東京インキ株式会社加工品営業本部（TOKYO PRINTING INK MFG.CO, LTD. Plastic Products Sales HQ）

キーワード：ジオシンセティックス，ジオセル，法面保護，軟弱地盤，多面的機能支払金

用し、ジョイント部に上下方向から固定し、接続の安定性を確保した。その後、1 段目と 2 段目のセル内には碎石を充填し、転圧した。3. セル同士が重なる部分にはセルアンカーを打設し、固定を行った。4. 最後に、3 段目以降のセル内に現地発生土や赤土を充填して、段積みを形成し、タンパーで転圧作業を行った。5. 施工を完了した。

図 1 ジオセルの施工手順

Fig 1 Construction procedure of geocell



3. 結果・考察

3-1. 施工性および適応性

施工結果から、本工法は特殊な重機や専門技術を必要とせず、非専門家のみで短期間かつ容易に施工可能であることが実証された。特に資材が軽量で運搬が容易な点は、大型車両の進入が困難な狭隘な農業現場において極めて有効である。安定性については、施工箇所が水分量の多い軟弱地盤であったにもかかわらず、施工から 8 ヶ月（4 月時点）が経過した現在においても、目立った沈下や法面の崩壊、はらみ出しは確認されていない。また、簡易支持力測定器（キャスポル）を用いたインパクト値測定から内部摩擦角や粘着力を算出し、ランキン土圧式による安定計算を行った結果、現地の土壤が有する高い粘着力により、壁高約 1 m 程度の規模であれば擁壁の安定性は十分に確保され、崩壊リスクは極めて低いことも確認された。

3-2. 経済性および公的補助の活用

本研究に要した材料費の総額は、延長 15 m に対し約 20 万円（ジオセル：11.2 万円、アンカー・接続材：約 1.1 万円、碎石・赤土：約 6.5 万円）であった。これは従来のコンクリート擁壁工法と比較して低コストである。また、国の「多面的機能支払交付金」のうち、施設の長寿命化を図る「資源向上支払」の適用が期待できる。同制度では、農業従事者や地域住民で構成される活動組織が施工を行うことが要件の一つとなっている。本研究により「非専門家による施工」が可能であることが証明されたため、上限額（原則 200 万円）を活用することで、今回の規模の約 10 倍に相当する範囲の法面保護を農業従事者でできる可能性が示唆された。

4. まとめ

本研究により、農業用水路の法面保護におけるジオセル擁壁工法の有効性が明らかとなった。本工法は「低価格、迅速、簡便」という農業現場のニーズに合致している。今後は、地域住民が自ら農地を守る「自主施工」のモデルケースとして、持続可能な農業基盤の維持管理に寄与するものと考えられる。

参考文献

- 1) 児玉健：ほ場整備の大雨による被災と対応，入手先 〈<https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/happyou/theses/2022/o19a8v000005748c-att/anzen2-6.pdf>〉，2014.