

汎用水田における地下灌漑による大豆生育と土壌環境の制御

Control of Soybean Growth and Soil Physical Condition at Multi-purpose Paddy Fields by using Subsurface Irrigation

粟生田忠雄*, 関根涼太**

AODA Tadao* and SEKINE Ryota**

1. はじめに

近年、台風や猛暑など気候変動に応じた適切な作物の栽培管理が求められている。既往の研究から、地下灌漑による水稻生産は、①地下水位の制御、②土壌温度の抑制、③土壌酸素濃度の向上など作物生育環境に寄与することが分かってきた。

本研究は土壌環境および作物生育指標を比較検討し、地下灌漑が作物生育におよぼす影響を考察することを目的とする。

2. 材料と方法

2.1 供試圃場

供試圃場は新潟県阿賀野市上西野の営農水田 2 枚である。供試圃場は 60a (長辺 83.5m, 短辺 72.0m) で、一方を試験区 (地下灌漑)、もう一方を対照区 (地表灌漑) とした。土質はグライ黒ボク土で難透水性である。供試作物は大豆 (里のほほえみ, 晩生品種) である。

2.2 土壌物理性の測定

試験区と対照区における土壌の物理性を上流部と下流部それぞれで測定した。測定は、地下水位、土壌水分、土壌水分張力、土壌温度、湛水深とした。

2.3 作物生育 (空撮)

小型無人航空機 (Unmanned Air Vehicle, 以下 UAV) に、近赤外用撮影カメラ YubaFlex を搭載し、自動航行で可視と近赤外の画像を同時に撮影した (高度 50m, 1Km/h, シャッター間隔 3 秒)。

撮影した画像は、歪みのないようオルソ化し、正規化差植生指数 NDVI

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad \dots(1)$$

をピクセルごとに求めた。ここで、NIR: 近赤外, R: 赤外である。最後に、試験区, 対照区をそれぞれ 1m メッシュに区切り、NDVI 画像から作物の光合成を評価した。

2.4 作物生育 (坪刈り収量)

NDVI のグラントゥールースとして、試験区と対照区に測点を設けた。測点の位置はそれぞれ上流畦畔から、10m, 40m, および 70m である。この測点における NDVI と収量を測定した。

3. 結果と考察

3.1 地下水位の変動

地下水位の変動を示す (図 1)。試験区では上流と下流の差が小さかった。また 8 月末まで、地下水位は -30cm より低下しなかった。9 月には落水により、上・下流ともに低下した。試験区は、地下水位を一樣に制御できたと考える。

一方、対照区では、8 月中、地下水位は -40cm まで低下することが多かった。ただし、対照区上流部は 8 月中旬から 9 月上旬まで -20cm ~ -30cm で推移した。対照区では上・下流部で暗渠の連続性がないため、地下水位も独立して変動したと考える。

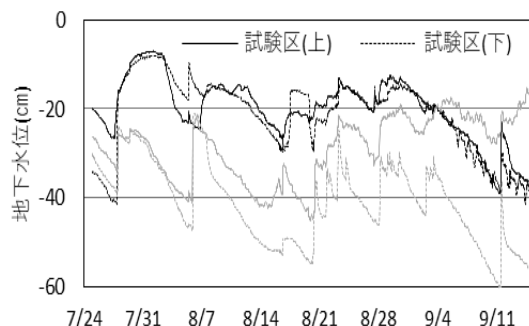


図 1 供試圃場における地下水位変動

*新潟大学農学部, **株式会社ふたば, * Faculty of Agriculture, Niigata University, ** Futaba Inc.
キーワード: 地下水位, 土壌水分, UAV, 正規化差植生指数, 収量

3.2 土壌水分（体積含水率）の変化

土壌水分変動を示す(図2)。試験区における土壌水分は、8月中上流部で高くほぼ一定に保たれた。下流部でのそれは小さな値で大きく変動した。これは、組合せ暗渠による円滑な水移動のため、上流部とは独立に変動したためと考える。一方、対照区では上流部・下流部でほぼ平行に変動した。対照区での土壌水移動は、亀裂に依存せざるを得ない。このため、上・下流部での変動は類似したと考える。

3.3 植生指標の変動

莢伸長期（8月13日）のNDVI画像を示す(図3)。試験区は作物生育が空間的に一様であった。一方、対照区は上流部の排水路側で葉色が淡く、NDVIが低かった。試験区、対照区ともにUAV飛行経路直上でNDVIが高くなる傾向にあった。

生育期間全期のNDVIの変化と坪刈り収量を示す(図4, 図5)。ほぼすべての測点で開花期、莢伸長期のNDVIは約0.6であった。NDVIは、8月下旬から約0.35に低下し、9月17日に一度上昇してから、再び低下した。試験区では開花期から子実肥大期において上流部のNDVIが高かった。対照区におけるNDVIは、開花期、莢伸長期では中流部が、子実肥大期では下流部がそれぞれ相対的に高かった。

坪刈り収量は試験区で高かった。特に試験区の10m測点では対照区の平均より35%高かった。

4. まとめ

試験区では、地下灌漑によって作物生育の均一化および、坪刈り収量の増加が確認できた。これは、①地下水位の上・下流での調和、②NDVIの空間的な均一化によると考える。ただし、圃場全体の刈取り収量は対照区が1.5%高かった。なお、上流水田からの畦畔浸透による土壌水分や土壌温度のバラツキについては検討できなかった。NDVIはUAVの飛行経路に影響を受けることが示唆された。さらに解明が必要である。

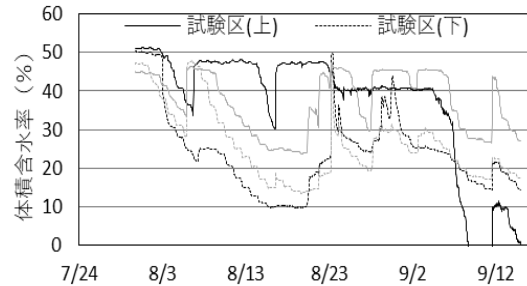


図2 供試圃場における土壌水分変動

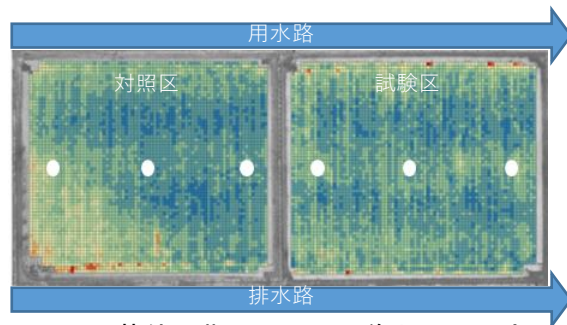


図3 莢伸長期のNDVI画像と坪刈測点

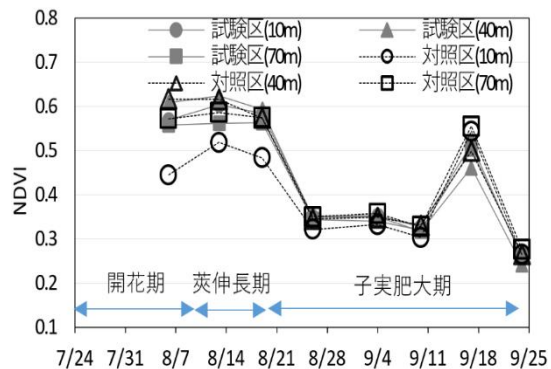


図4 供試圃場におけるNDVI変動

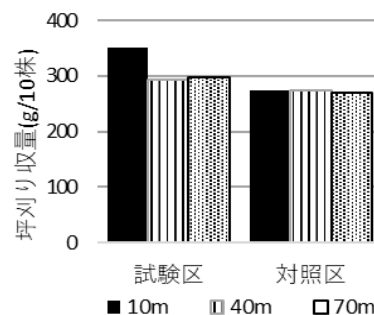


図5 供試圃場における坪刈り収量

謝辞

本研究は、NPO法人食農ネットささかみの資金協力で行った。また、株式会社岩測設計の犬井 亮氏、肥田野拓也氏には UAV 空撮とオルソ画像作成、青木等氏には供試圃場提供と作物管理に協力頂いた。ここに記して感謝の意を表す。