



Title	水田の高生産畑作化に向けた土壌・水環境制御技術に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	塚本, 康貴
Citation	北海道大学. 博士(農学) 乙第7138号
Issue Date	2021-09-24
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/83291
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	tsukamoto_yasutaka_abstract.pdf (論文内容の要旨)



[Instructions for use](#)

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称： 博士（農学）

氏名 塚本 康貴

学位論文題名

水田の高生産畑作化に向けた土壌・水環境制御技術に関する研究

我が国では、水田への畑作物や園芸作物導入による高収益な農業を推進することが急務である。しかしながら、依然として排水不良による湿害の発生など土壌物理性に起因するダイズやコムギの低収や、野菜導入の困難性を打破できずにいる。そのため水田の抜本的な土壌・水環境の改善とその制御技術の確立が望まれている。

これまで本州で実施されている、短期の田畑輪換による復田を前提とした水稻作中心の技術では、畑作物に適した土壌物理環境の創出に限界がある。そのため今後は、北海道で推進している永久転換を含めた中長期の畑輪作を前提に、まずは作物生産を制限する土壌物理性の要因を解明し、生産性を向上するための改善指標値を提示する必要がある。この指標値を用いて、おおむね確立されている土壌物理性改良や排水改良の技術を行うことで、水田における畑作物の栽培に適した土壌物理環境の創出と普及が可能となる。

また、水田での畑作物生産を畑作地帯の水準まで高めるためには、水田地帯特有の干湿害を受けやすい土壌や気象条件、さらには近年の多雨と干天の両極端化が懸念される気候変動に対応できるよう、水田の用排水施設を利用した水環境制御技術が求められる。その際には、新たな灌漑施設を導入せずに既存の用排水施設を有効利用し、農家が利用しやすい方法として技術開発する必要がある。

そこで本研究では北海道を事例に、水田土壌環境下において畑作物の生産性を高めるための土壌物理性改善指標を設定するとともに、干湿害の生じやすい土壌や気象条件下において、高生産な畑作栽培を実現する灌漑排水技術を開発することを目的とした。

水田における高生産な畑作栽培に向けた土壌物理性改善指標の設定では、代表的な転作物であるダイズを用いて、水田土壌で畑作物を生産する際に不良な土壌物理性が作物に与える影響程度を明らかにし、その改善指標値や簡易な評価法を検討した。

まずダイズの出芽、苗立ちに影響を与える土壌物理性の要因として、土壌クラストに着目した。土壌クラストによる土壌の硬化がダイズの出芽に与える影響に関して、クラスト硬度計による土壌硬度が 10 mm 以上ではダイズの出芽率が 60 % を下回り、出芽を阻害することを明らかにした。また土壌の性質として、粘土含量が $0.20 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上、シルト含量では $0.30 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上、砂含量では $0.50 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 未満になるとクラスト硬度計値が 10 mm 以上となる土壌が多くみられたが、そのような土壌においても強熱減量が $0.13 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上、全炭素含量 $0.06 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上であるとクラスト硬度計値が全て 10 mm 未満となった。これらのことから、ダイズの良好な出芽、苗立ちを得るための土壌物理性の改善指標値は、クラスト硬度計値で 10 mm 未満とした。また、土壌クラストにより出芽抑制を受ける可能性の高い土壌条件は、砂含量が $0.50 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 未満かつ強熱減量が $0.13 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 未満、全炭素含量 $0.06 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 未満であるのと同時に、粗大有機物を含めた土壌中の有機物含量を高めることで、土壌クラストを軽減する可能性が示唆された。

ダイズの苗立ち以降の生育を制限する土壌物理性の要因として土壌の浸透能に着目し、シリンダーインテークレート法による基準浸入能 I_b とダイズの生育収量、ならびに土壌物理性や土壌断面の状態との関係を解析した。その結果、 I_b が $100 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 未満では子実収量が $300 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ を下回った。 I_b を $100 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 未満に低下させる要因は影響度が大きい順に、無構造出現深 38 cm 未満、飽和透水係数 $10^{-5} \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 未満、乾燥密度 $1.24 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 以上、粗孔隙量 $0.04 \text{ m}^3\cdot\text{m}^{-3}$ 未満となった。土壌構造が未発達で亀裂や孔隙の少ない環境が I_b を $100 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 未満に低下させ、ダイズの生育収量を低下させる要因であることが明らかになり、転換畑でのダイズの良好な生育には、十分な作土

厚の確保以上に地表下 40 cm 深程度まで亀裂や孔隙を形成させ、土壌構造を発達させることが必要であった。これらの結果から、転換畑での苗立ち以降の土壌物理性の改善指標値は、シリンダーインタークレート法による I_b が $100 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 以上とした。

次に水田の高生産な畑作栽培に向けた水環境制御技術に関して、農家が営農管理で使用する溝掘機を用いて、圃場内に排水と灌漑を兼ねた溝（ハイブリッド水路）を造成する灌漑排水技術、ならびに道内に普及しはじめている暗渠清掃用の施設「集中管理孔」を利用した地下灌漑技術を検討した。

秋まきコムギに対するハイブリッド水路の施工時期、施工間隔を検討した結果、播種直後に圃場内の畦畔沿い、ならびに長辺方向に幅、深さともに 30 cm 程度の溝を 15 m 以内の等間隔で造成することが適していた。ハイブリッド水路により秋から春にかけての湿潤な時期に排水が促進され、地温が高まり初期生育が良好になった。また秋まきコムギの吸水量が大きく寡雨傾向にある 6 月に、地表下 40 cm 位置のマトリックポテンシャルが -31 kPa 以下になった時点で、水田用水からハイブリッド水路に通水して灌漑を行った。灌漑期間に降雨を遮断した試験、ならびに現地実証試験において、ハイブリッド水路による灌漑排水により子実重が増加し、排水促進のみでも増加した。また溝の造成による秋まきコムギ栽培面積の損失は排水促進のみによる増収率より低く、溝造成のコスト面からみても、ハイブリッド水路は水田における秋まきコムギの生産性を高める水環境制御技術として有効であることを実証した。

転作物への集中管理孔を利用した地下灌漑に関しては、ダイズ、秋まきコムギの吸水量が多い時期（ダイズは開花期に該当する 7 月中旬から用水停止時期である 8 月下旬までの間、秋まきコムギは穂ばらみ期に該当する 6 月初めから 6 月下旬までの間）にダイズは地表下 30 cm、秋まきコムギは 40 cm 位置のマトリックポテンシャルが -31 kPa 以下になった時点で、設定水位を地表下 30 cm にし、設定水位到達から 1 日後に排水する方法で地下灌漑を行った。灌漑期間に降雨を遮断した試験や現地実証試験では、ダイズ、秋まきコムギともに地下灌漑により子実重が増加する結果となり、両作物ともに集中管理孔を利用した地下灌漑を行うことの有効性が認められた。またマトリックポテンシャルの観測データを用いて、降雨後や地下灌漑後に再び各作物のマトリックポテンシャルが -31 kPa 以下の乾燥状態に至るまでの日数を算出した。その結果を用いて、ダイズでは 10 日、秋まきコムギでは 15 日以上、日単位で継続した期間に生じた総降水量が 20 mm 以上となる降雨がない場合に地下灌漑を実施するという、降雨条件のみで灌漑の要否を判断する方法を開発した。ハイブリッド水路や集中管理孔を用いた灌漑技術は、圃場の整備状況に合わせた水環境制御技術として普及を推進できる。

以上より本研究では、水田土壌環境下において畑作物の生産性を高めるために必要な土壌物理環境を、作物生産を制限する土壌物理性の要因を解析することで明らかにした。また、土壌物理性の改善指標値を設定するとともに、簡易な土壌物理性の評価法を提案した。この指標値を用いて圃場の状態を確認し、土壌物理性改良や排水改良の技術を行うことで、畑作物の栽培に適した土壌物理環境を創出できる。さらに、干湿害の生じやすい土壌や気象条件に対応するため、水田の用排水施設を利用した灌漑排水技術を圃場の整備状況に応じ、農家が利用しやすい技術として開発することで、水田における高生産畑作のための土壌・水環境制御技術を確立した。