

カドミウム汚染畑における地下水位が ダイズの生育・収量およびカドミウム吸収に及ぼす影響

Effects of groundwater level on growth and yield and cadmium uptake of soybeans at Cd contaminated fields

李松涛・○加藤千尋・佐々木長市・佐々木喜市・松山信彦

Songtao Li, Chihiro Kato, Choichi Sasaki, Kiichi Sasaki, Nobuhiko Matsuyama

1. はじめに

近年、我が国では年に 1,000ha 程度の農地が水田から畑に転換され、ダイズは水田転換畑の主要作物として栽培されている¹⁾。日本のカドミウム（以下、Cd）汚染水田においては、玄米中 Cd 濃度が 0.4mg kg^{-1} の基準を上回らないよう、客土や土壌 pH 調整、常時湛水栽培などが励行されている。他方、ダイズ中の Cd 濃度については、CODEX 委員会や日本では基準が定められてない。しかし、ダイズは Cd を吸収しやすく、食品経路の Cd 摂取量を低減するにはダイズの Cd 吸収抑制対策が必要である²⁾。ダイズの Cd 吸収抑制はこれまで主に栽培品種の選定や土壌 pH 調整が行われてきた。他方、乾田や畑地においては、地下水位制御によって安価且つ簡便に土壌を還元状態に制御でき³⁾、Cd 不溶化促進が可能と考えられる。本研究では、地下水位制御が、ダイズの生育・収量および Cd 吸収量に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

縦 41×横 61×高さ 63cm のポリプロピレン製コンテナ 3 箱を用い、それぞれ地下水位 5, 10, 40cm の 3 条件(以下、それぞれ GW5, GW10, GW40 と呼ぶ)でダイズの栽培実験を行った。各コンテナには、底面から礫 14cm ($\rho_d=1.40\text{g cm}^{-3}$)、非汚染土 15cm (土性 CL; $\rho_d=0.89\text{g cm}^{-3}$)、汚染土 27cm (同 CL; $\rho_d=0.74\text{g cm}^{-3}$) を充填した。礫は青森県岩木山周辺、非汚染土は同県の弘前大学金木農場、汚染土は X 県 Y 町で採取し、土壌中 Cd 濃度はそれぞれ $0.12, 2.27\text{mg kg}^{-1}$ であった。各コンテナにマリOTTタンクを設置し、所定の地下水位に制御した。

ダイズは東北地方で作付面積の多い「リュウホウ」を用い、2014 年 6 月 16 日に播種し、各コンテナに 8 株ずつ栽培した。実験は弘前大学内のガラスハウスで行い、4 日に 1 回、降雨を模した散水を行った。また、栽培期間中、地下水位は毎日 2 回以上確認し、Eh 測定および生育（主茎長や葉齢など）調査を 1 週間に 1 度以上行った。収穫後は収量、根量調査及び根、茎葉、子実の Cd 定量分析、土壌の三相分布や飽和透水係数の測定を行った。

3. 結果と考察

(1) 土壌中の酸化還元電位 GW5, GW10, GW40 それぞれ、4, 9.5, 42cm 以深においてほぼ還元状態であり、栽培期間を通して土壌の酸化還元状態を制御できた(データ非掲載)。

(2) 生育・収量調査 表 1 に、各処理区の生育調査結果の一部の比較を示す。全ての項目

1.弘前大学大学院農学生命科学研究科 Graduate school of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

2.弘前大学農学生命科学部 Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

3.岩手大学大学院連合農学研究科 The united graduate school of agricultural sciences, Iwate University

キーワード 地下水位, ダイズ, カドミウム

で地下水位が高いほど値が小さくなった。また、有意水準 5% で分散分析を行ったところ、GW5 と GW40 は全項目で有意差が認められた。既往の研究においても、ダイズ栽培には地下水位 30~40cm 程度が適しているとされている⁴⁾。また、地下水位が高い GW5 と GW10 の収量構成要素を比較すると、ほとんどの項目で GW10 が有意(5%)に高かった。

表 1 生育収量調査結果 Results of growth and yield

	主茎長(cm)	主茎節数(節)	分枝数(本)	莢数(個)	精粒(個)	百粒重(g)
GW5	62.1±7.0 ^a	14.4±1.1 ^a	3.8±0.5 ^a	58.6±11.5 ^a	81.6±25.6 ^a	27.7±2.6 ^a
GW10	68.5±3.6 ^b	14.6±1.6 ^{ab}	5.0±1.0 ^b	78.8±5.8 ^b	100.4±20.3 ^a	37.0±2.4 ^b
GW40	79.5±3.4 ^c	15.6±0.6 ^b	6.2±0.5 ^b	116.6±7.0 ^c	142.6±7.0 ^b	40.2±2.2 ^c

(3) 根重及び根の形態 深さ 40cm までの根重の比は、GW5 : GW10 : GW40=1.0 : 2.0 : 1.8 であった。また、図 1 に各処理区の根量の鉛直分布の比較を示す。0~10cm 深における根の存在割合は、GW5 と GW10 は 80% 以上であるのに対し、GW40 は 55% 程度であった。また GW5 と GW10 は、細かい根がマット状に分布しており、GW40 はダイズ本来の主根側根の形態が明確であった。

(4) ダイズ中のカドミウム濃度 表 2 に、ダイズの各部位の Cd 濃度を示す。子実、茎に含まれる Cd 濃度は、GW5, GW10, GW40 の順に高くなり、子実については 5% の有意差を確認した。根の濃度は GW10 が他の 2 処理区と比較して最も低く、5% の有意差があった。他方、子実と根の Cd 濃度の比は、GW5, GW10, GW40 でそれぞれ 0.05, 0.15, 0.19 であり、地下水位を上昇させるにつれて根から子実へと転流する Cd の割合は低

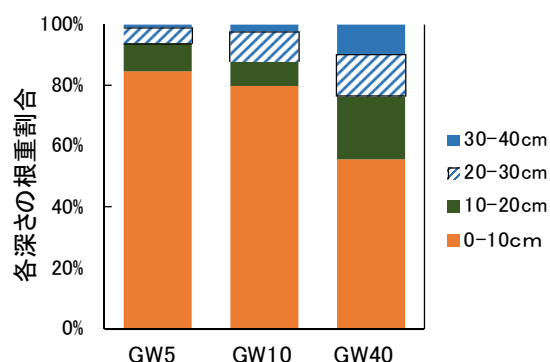


図 1 根量の鉛直分布の比較
Comparison of the vertical root distribution

表 2 ダイズ各部位の Cd 濃度の比較[mg kg⁻¹]
Comparison of Cd concentration of soybean plants

	子実 Cd	茎 Cd	根 Cd
GW5	0.25±0.04 ^a	0.28±0.02 ^a	4.92±1.54 ^a
GW10	0.52±0.06 ^b	0.45±0.09 ^a	3.54±0.56 ^b
GW40	1.07±0.17 ^c	1.48±0.41 ^b	5.80±1.03 ^a

下した。地下水位が高い場合は、還元条件の土層が厚くなりダイズへの Cd 供給が抑制されたことが一因と考えられる。

4. まとめ

本研究では、地下水位による土壤の酸化還元状態の制御が、ダイズの生育・収量およびダイズ個体各部位の Cd 濃度にどのような影響を及ぼすか検討した。概して、地下水位が高いほど生育・収量は低下、ダイズ子実および茎の Cd 濃度も低下した。また、高地下水位の条件下では、ダイズ根から子実へと転流する Cd の割合が低くなり、土壤の還元化によって土壤からダイズへの Cd 供給が抑制されたことが示唆された。一般にダイズ栽培には過湿とされる地下水位 10cm 以上の場合も同様の傾向が確認された。

謝辞：秋田県農業試験場にダイズ種子をご提供いただいた。また、同試験場の村上章博士にはダイズ栽培や生育収量調査をご指導いただいた。ここに記し謝意を表します。

参考文献：1) 農林水産省, 2014, 作物統計 2) 農林水産省・(独) 農業環境技術研究所, 2007, ダイズの Cd 濃度抑制のための技術確立マニュアル 3) Zahidul et al. (2014), Ame. J. Plant Sci, 5 (20), 3022-3031, 4) 島田ら, 2008, 日作紀 77(別 2), 50-51