

転換畑における蒸発散量を考慮した施肥窒素の浸透深度の推定

1. 成果の要約

水田転換畑で、土壌からの蒸発散量を日照時間や気温からソーンスウェイト法で推定し、降雨量との差を地下浸透水量として試算したところ、硝酸態窒素が 10mm 下降するのに必要な浸透水量は 5.5mm であることを明らかにした。これにより、豪雨による作土等での窒素欠乏に対応した臨時的な追肥施用が可能となる。

2. キーワード

硝酸態窒素、地下浸透、多雨、蒸発散量、施肥管理

3. 試験のねらい

水田を活用した露地野菜生産において、水田特有の施肥窒素の地下浸透機作は明らかとなっていない。また、近年集中豪雨が多発していることから、施肥窒素の浸透深度を把握する必要がある。そのため、蒸発散量と降水量から施肥窒素の浸透深度推定ができる手法を開発する。

4. 試験方法

(1) 供試土壌

試験年度	調査地点	土壌分類
2020	栃木市	細堀 ① 水田褐色低地土
	芳賀町	下延生 ② 下層低地多湿黒ボク土
2021	宇都宮市	野沢 ③ 多腐植質厚層アロフェン質黒ボク土
		鑑山 ④ 多腐植質厚層多湿黒ボク土
		桑島 ⑤ 礫質普通灰色低地土
2022	栃木市	大塚町 ⑥ 細粒質普通灰色低地土
	都賀町家中	⑦ 典型下層黒ボク灰色低地土

(2) 調査内容

各ほ場内に無作付け区画を設置し、深さ 30cm 及び 50cm にポーラスカップを各 3 本設置後、20kg/10a 相当の硝酸カルシウムを 6 月～9 月に施用した。その後、各地点のアメダスの積算降水量 50mm ごとに土壌溶液を採取し、土壌中硝酸態窒素濃度測定した。

5. 試験結果および考察

(1) 土壌分類ごとの硝酸態窒素速度（表 1-1,1-2）

各調査地点の降水量と、式 1 に示すソーンスウェイト法による蒸発散量の差を浸透水量とし、硝酸態窒素が 10mm 下降するのに必要な浸透水量を計算した結果、その値は 2.5mm～9.3mm となった。また、土壌分類を黒ボク土と非黒ボク土で比較したところ、土壌種による有意差は認められなかった。そのため、各値を平均した 5.5mm を、硝酸態窒素が 10mm 下降するのに必要な浸透水量とした。

(2) 硝酸態窒素地下浸透の実測値と推定値の差（表-2）

硝酸態窒素が 10mm 下降するのに必要な浸透水量 5.5mm に基づき、各地点の深さ 30cm における硝酸態窒素濃度ピーク時の実測推定値と比較すると、その差は-10～12 日の範囲となった。実測日数の測定間隔は、15～20 日であったことから、測定値は実測値とほぼ一致したと考えられた。

(3) 降雨量の年次変化による硝酸態窒素下降深度の推定(図-2)

硝酸態窒素が 10mm 下降するのに必要な浸透水量 5.5mm に基づき、降水量の平年値に対して、豪雨があった 2023 年の下降例を推定した。平年時では、約 25 日で 30cm 下降するが、2023 年では、豪雨によって、6 日で 30cm 下降したと推定される。今後、更なる検証が必要であるが、この結果から、根圏土壌での窒素欠乏が推測でき、リアルタイムで臨時的な窒素の追肥が可能と考えられた。

（担当者 研究開発部 土壌環境研究室 下山夏輝、中山恵、関口雅史*）

*現 農地整備課

式1 ソーンズウェイト法による
蒸発散量 (mm/日) について

$$Et=0.533D_0\left(\frac{10T}{J}\right)^a$$

Et: 日蒸発散量 (mm/日)

D₀: 12 時間/日を単位とする可照時間 (日照時間/12)

T: 日平均気温 (°C)

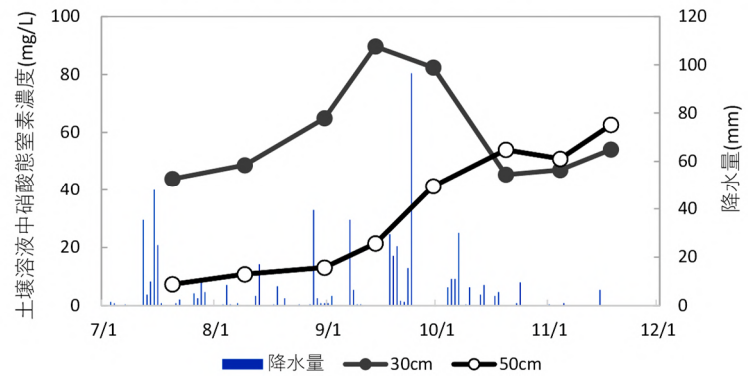
$$J = \sum_{i=1}^{12} \left\{ \frac{T(i)}{5} \right\}^{1.514}$$

i: 月

T(i): 月平均気温

$$a = (6.75 \times 10^{-7}) J^2 - (7.71 \times 10^{-5}) J^3 + (1.792 \times 10^{-2}) J + 4.9239 \times 10^{-1}$$

⑥細粒質普通灰色低地土 (2022大塚町)



図一 硝酸態窒素濃度の推移 (細粒質普通灰色低地土 (2022 大塚町))

表 1-1 各調査地点 (土壌分類別) における硝酸態窒素の下降に必要な浸透水量

土壌分類	施肥日	深さ30cmにおける 硝酸態窒素 濃度ピーク	積算降水量 mm (アメダス)	蒸発散量 mm (計算値)	浸透水量 mm (計算値)	硝酸態窒素が10mm 下降するのに必要な 浸透水量 mm (深さ30cmまで)
			A	B	A-B	
① 水田褐色低地土	6/3	6/15	61	24	37	2.5
② 下層低地多湿黒ボク土	6/5	6/16	105	26	79	5.3
③ 多腐植質厚層アロフェン質黒ボク土	9/21	12/1	208	68	140	5.6
④ 多腐植質厚層多湿黒ボク土	7/14	8/16	320	86	234	9.3
⑤ 礫質普通灰色低地土	9/24	12/1	234	57	177	7.1
⑥ 細粒質普通灰色低地土	7/5	9/13	288	133	155	6.2
⑦ 典型下層黒ボク灰色低地土	7/26	9/13	161	94	67	2.7

※ ①②の地点では深さ15cmまで耕起したため、実際は深さ15cmから30cmまでの下降期間を表す。その他の地点では深さ5cmに施肥したため、5cmから30cmまでの下降期間を示す。

表 1-2 土壌分類 (大別) ごとの
硝酸態窒素の下降に必要な
浸透水量

土壌分類	地点	硝酸態窒素が10mm 下降するのに必要な 浸透水量 mm
黒ボク土	②③④	6.7
非黒ボク土	①⑤⑥⑦	4.6
平均		5.5

スチューデントのt検定で黒ボク土と非ボク土間に有意差は認められなかった (p=0.28)

表-2 硝酸態窒素地下浸透の推定値と実測値の差

土壌分類	施肥日から深さ30cmに 硝酸態窒素濃度のピークが 現れた日数 (実測日数)	施肥日から深さ30cmに 硝酸態窒素が到達する と推定される日数 (推定日数)	実測日との差 (実測日数-推定日数)
① 水田褐色低地土	12	22	-10
② 下層低地多湿黒ボク土	11	10	1
③ 多腐植質厚層アロフェン質黒ボク土	71	78	-7
④ 多腐植質厚層多湿黒ボク土	33	31	2
⑤ 礫質普通灰色低地土	68	75	-7
⑥ 細粒質普通灰色低地土	71	59	12
⑦ 典型下層黒ボク灰色低地土	50	56	-6

※ 実測日数は、15~20日ごとに測定

※ ①②の地点では深さ15cmまで耕起したため、実際は深さ15cmから30cmまでの下降期間を表す。その他の地点では深さ5cmに施肥したため、5cmから30cmまでの下降期間を示す。また推定日数はそれを考慮した値である。

※ 土壌: 浸透水量5.5mm/硝酸態窒素10mm下降

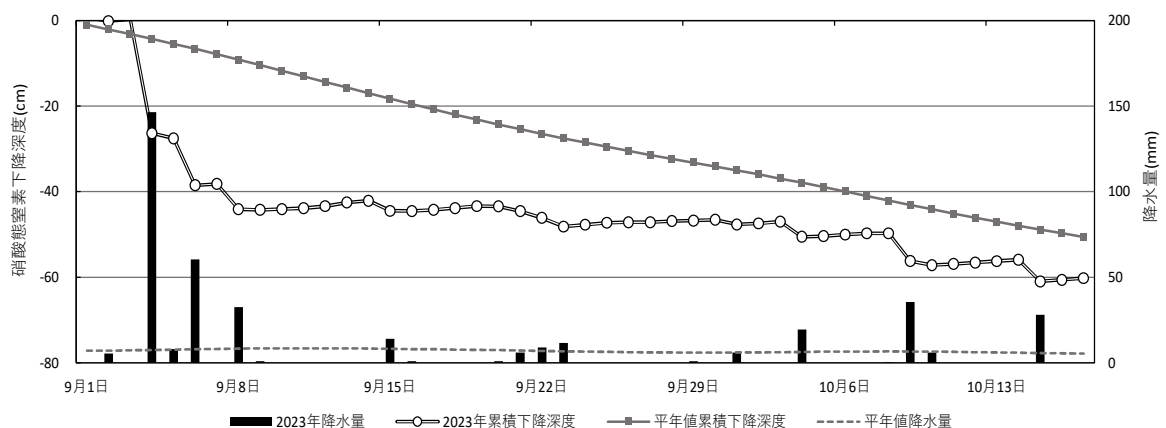


図-2 降雨量と硝酸態窒素下降深度の推定

(推定 2023 年 ほうれんそう 秋どり 9/1 施肥 宇都宮)

※ 下降深度 = 浸透水量 5.5mm/硝酸態窒素 10mm 下降で計算