

施肥時期の異なる水田土中の水分・窒素収支

515331 瀧本 陸 (土壌圏循環学教育研究分野)

1. はじめに

水稲作の施肥には、水稲移植前に施す基肥、出穂の15日前に施す穂肥、茎数増加時期に施す分茎肥がある。慣行栽培では基肥の割合を全施肥量の60~70%とするが、生育初期の多量施肥はイネの茎を細くし、倒伏や病虫害の原因となりうる。そこで、基肥を減らし穂肥の割合を増やすことで一穂粒数の増大を狙う栽培法や、基肥不足による分茎発生阻害を防止するために分茎肥を施す栽培法が推奨されている。イネの生育や品質に影響を及ぼすこうした施肥の時期と配分の違いは、土中の窒素環境にも影響を及ぼすと考えられる。ところで、灌漑水や雨水によって供給された田面水は土中への浸透、根の吸収、蒸発散、地下水への流出や卓越流(水もれ)によって移動する。施肥した窒素はこの水と共に移動する。また、窒素の移動量は土粒子への吸着や酸化層での硝化、還元層での脱窒によっても変動する。こうした水田の水・窒素収支を理解することは施肥管理だけでなく、地下水の汚染や温室効果ガスの放出を考える上でも重要である。そこで本研究では、施肥時期の違いや水管理が、水田土中の窒素収支に及ぼす影響の理解を目的とした。

2. 観測地点と方法

学内の隣接する3つの圃場(1区画3.4m²)において、2018年4月末にイネ(ナツヒカリ)の田植をし、8月24日に収穫した(Fig. 1)。窒素肥料(硫安)を基肥として田植前に散布後表層を攪拌し、分茎肥として5月28日に、穂肥として6月15日に田面に散布した。この際、圃場をそれぞれ基肥重点区(基肥8, 穂肥2kg/10a)、穂肥重点区(基肥2, 穂肥8kg/10a)、分茎肥重点区(分茎肥8, 穂肥2kg/10a)とした。栽培期間中、基肥重点区で気象データ(日射量、降水量、気温、相対湿度、大気圧、

風向風速)、田面水の水位と溶存イオン濃度、土中水圧、含水率、地温、各区画で4深度(0-5, 5-15, 15-25, 25-30cm)のアンモニア態窒素(NH₄-N: 溶存および全量)と硝酸態窒素(NO₃-N: 全量)をイネの草丈や分茎数とともに観測した。蒸発散量は気象データからペンマン法を用いて算出した。土中の下方浸透水量は7.5cmと27.5cmの圧力水頭差からダルシー則を用いて算出した。溶存態窒素の下方流出量は25-30cmの溶存態NH₄-NとNO₃-Nの和と下方浸透水量の積から算出した。またNH₄-N全量とNO₃-Nの和を無機態窒素量とした。

3. 結果と考察

Fig. 2に日降水量と田面水の水位を示す。移植日から7月17日(移植後81日)までは田面水が無ければ水を入れる間断灌漑を行った。田面水の水位は降水により変動した。7月17日以降は常時灌漑を行った。

Fig. 3に蒸発散量と土中の下方浸透水量を示す。下方浸透水量は期間中、田面水の水位によらず0.25cm/dayで概ね一定だった。蒸発散量は気象により変動するものの、平均すると下方浸透水量の約2倍と見積もれた。田面水の水位変化と降水量、蒸発散量、下方浸透水量から水収支を考えると、降水後等に最大で3cm/dayの田面水が卓越流として流出したと推定される。

Fig. 4に基肥重点区と穂肥重点区の土中の無機態窒素量(4深度の合計)と施肥量を、イネの草丈とともに示す。基肥重点区では土中の窒素量が施肥後徐々に減少した。穂肥重点区では



Fig. 1 圃場の略図

窒素量が施肥後急激に増加し、その後 14 日間で大きく減少した。草丈は両区とも、移植後 60 日以降伸長速度が上昇し、移植後 80 日頃にほぼ 100cm に達した。基肥重点区は穂肥重点区に比べ伸長速度がやや速かった。

Fig. 5 に基肥重点区と穂肥重点区の溶存態窒素の下方流出量積算値とイネの分茎数を示す。図中、流出量を負の値とする。基肥重点区では全期間で 20 mmol/m^2 ($0.17 \text{ mmol/m}^2\text{day}$) の窒素が下方に流出していた。一方、穂肥重点区では穂肥前後に 40 mmol/m^2 の窒素の急激な流出が見られた。分茎数は両区とも、移植後 60 日頃に最高数に達し、その後減少した。この際、最高数は穂肥重点区の方が多かった。最高分茎期に穂肥重点区の 25 - 30 cm 深の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が高くなった。これは分茎肥重点区でも同様であった。分茎に伴い増加した根からの酸素の供給により、下層で $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化が生じたことが、穂肥重点区の急激な窒素流出の要因と考えられる。穂肥や分茎肥の施用は、窒素の下方流出量を、施肥量の数%ではあるが、増加させる可能性があると思われる。

窒素の施肥量、土中量、下方流出量から収支を考えると、基肥重点区では基肥後 50 日で 250 mmol/m^2 ($5 \text{ mmol/m}^2\text{day}$) の、穂肥重点区では穂肥後 17 日で 600 mmol/m^2 ($35 \text{ mmol/m}^2\text{day}$) の、分茎肥重点区では分茎肥後 7 日で 500 mmol/m^2 ($71 \text{ mmol/m}^2\text{day}$) の窒素が、イネに吸収あるいは脱窒されたといえる。基肥重点区の多量施肥時にはイネが小さく、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の吸収量も少なかったのだろう。また、表面酸化層が未成熟で $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化が起こりにくく、還元層での脱窒が抑制されたと考えられる。一方、穂肥重点区や分茎肥重点区の高量施肥時にはイネの成長速度が速く、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の吸収量が多かったといえる。また地温が上昇し表面酸化層も成熟していたことから酸化層での硝化が活発になり、還元層での脱窒が促進されたと考えられる。穂肥や分茎肥の施用は硝化を促進し、脱窒量を増加させる可能性があると思われる。

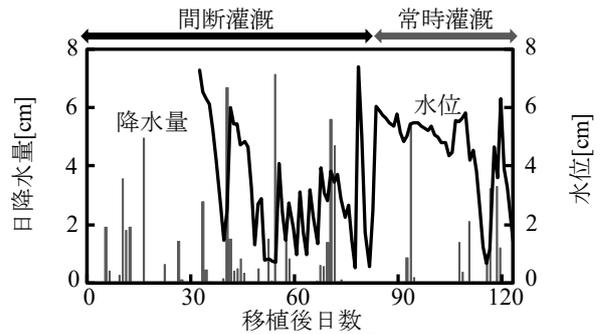


Fig. 2 日降水量と田面水の水位

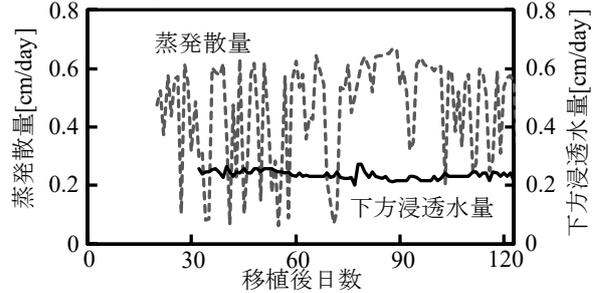


Fig. 3 蒸発散量と下方浸透水量

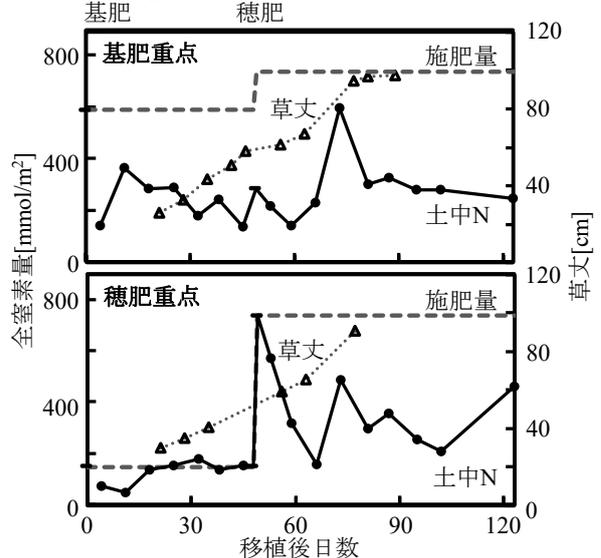


Fig. 4 土中の無機態窒素量、施肥量と草丈

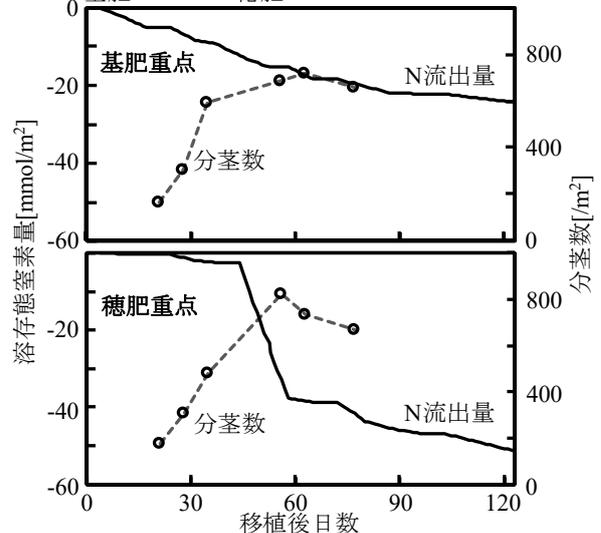


Fig. 5 溶存態窒素下方流出量と分茎数