

低タンパク米生産に向けた地下灌漑の活用と窒素制御機構

The mechanism of soil nitrogen control by underground irrigation for low-protein rice production

○柏木淳一*・上田芽衣**

○KASHIWAGI Junichi, UEDA Mei

1. はじめに

低タンパク米(良食味米)生産には水稻の生育後期(7月下旬~8月中旬)に吸収される土壌窒素を抑制する栽培方法が必要である。美唄市の泥炭土水田において、暗渠と集中管理孔を利用した「地下灌漑」による下層土の窒素制御が試みられてきており、地下灌漑実施により精米タンパク含有率を0.4~1%低下させることが確認されてきた。

2011年の調査では、出穂期に地下灌漑を行って下層での無機化によって生成したアンモニウム態窒素を減少させることで、水稻生育後期の窒素吸収が抑制され、窒素含有率の低下につながったと考えられた。しかし、地下灌漑によって生じた水やアンモニウム態窒素の移動に関して不明な項があり、詳しいメカニズムを解明できなかった。

本研究では、出穂期の地下灌漑操作により引き起こされる土壌中の無機態窒素の変化、排水に伴う窒素の流出や表層土壌からの脱窒による窒素の消失を定量化し、地下灌漑が低タンパク米生産に及ぼす効果について明らかにする。

2. 方法

調査地は美唄市の泥炭地水田で実施した。平成16年に区画整備事業によって、集中管理孔と暗渠が施設された0.84haの水田である。地下灌漑を行う地下灌漑区、行わない対照区の隣接する2圃場で調査を行った。地下灌漑操作は、出穂期から乳熟期(7/29~8/12)に「2日間給水後、1日中排水」の操作を計5回行った。サンプリングは1圃場において、5深度、5反復で定期的にかく乱土を採取し、土壌中の無機態窒素量(アンモニウム態窒素、硝酸態窒素)を測定した。地下灌漑2回目終了後の表層土を採取し、脱窒速度を測定した。水稻を採取し、モミの窒素含有率と稲の窒素吸収量を測定した。灌漑用水、暗渠排水、田面水中の窒素濃度を測定し、水移動による窒素の挙動を推定した。

3. 結果

1) 作物生育と土壌理化学性の空間変動

モミの窒素含有率の推移を図1に示す。地下灌漑実施によるモミの窒素含有率の低下は見られなかった。2013年の地下灌漑水田ではモミの窒素含有率が、1.19%と2011年と同じ値だったのに対し、2013年の対照水田では、1.16%と2011年の1.26%より低下した。また、稲地上部の窒素吸収量の経時変化に関しても両圃場で有意な差がなかった。対照水田における稲の窒素吸収抑制が、圃場間の稲の窒素吸収量に差がなかった原因である。

*北海道大学大学院農学研究院・**北海道大学農学部

キーワード：地下灌漑、低タンパク米生産、土壌窒素

土壌中のアンモニウム態窒素の推移を図2に示す。地下灌漑の上向きの水移動によって下層土のアンモニウム態窒素は地表へ移動した。登熟期において、地下灌漑水田では下層で無機化によるアンモニウム態窒素の増加が見られた。一方、同時期において対照水田の下層では2011年とは逆にアンモニウム態窒素が減少しており、対照水田で稲の窒素吸収量が結果として抑制された。これは、対照水田が前年に乾田直播水田として利用され圃場の排水性がよいため、落水後の下層において硝化が促進され、下向きの水移動によってアンモニウム態窒素が流出したことによると推定した。

2013年は2011年に測定していなかった田面排水中の無機態窒素濃度、それに加えて表層土からの脱窒速度を測定した。2011年の地下灌漑による窒素と水のフローにおける流出窒素の不明量17.1kg/haに、2013年の田面排水によって流出した窒素量と表層土からの脱窒による窒素の消失量をあてはめた(図3)。暗渠排水による流出窒素量は0.16kg/ha、田面排水による流出窒素量は0.23kg/ha、表層土からの脱窒による窒素消失量は4.9kg/ha~15.4kg/haと見積もった。このことから、2011年の地下灌漑による流出窒素の不明量17.1kg/haのうち、29%~90%は表層土からの脱窒による窒素の消失であると推察した。

4. まとめ

低タンパク米生産に向けた地下灌漑が土壌中の窒素動態に及ぼす影響は、次のようになる。出穂期に地下灌漑を実施することで、下層土の無機化によって生じたアンモニウム態窒素は上向きの水移動によって表層に移動する。表層で増加したアンモニウム態窒素は脱窒や排水によって土壌から消失する。このように、下層土の無機化によって増加するアンモニウム態窒素が出穂期に前もって洗脱されることで、登熟期における下層土のアンモニウム態窒素の増加が抑制される。このため、稲の窒素吸収が抑制されて低タンパク米が生産される。

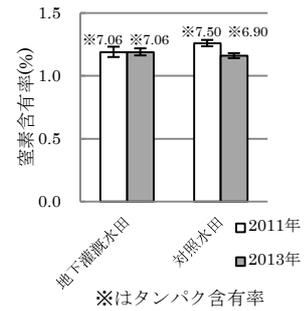


図1 モミの窒素含有率の推移

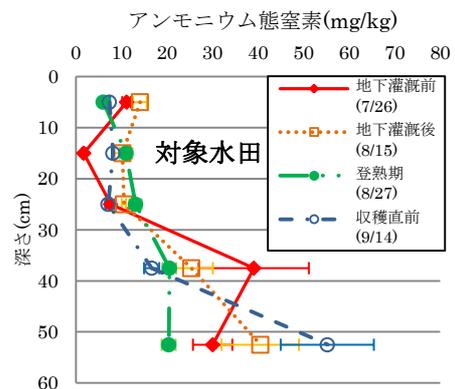
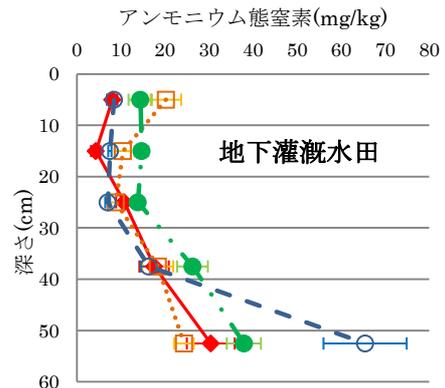


図2 土壌中のアンモニウム態の推移

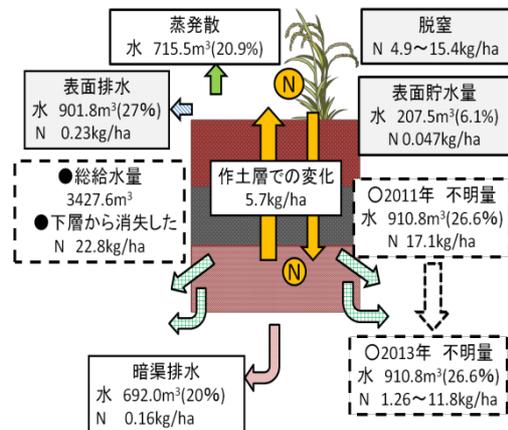


図3 地下灌漑による窒素と水のフロー