

米ぬかを施用した水田土中の窒素収支

516377 永源 奨 (土壌圏システム学研究分野)

1. はじめに

収穫残渣の分解を行うために水田に米ぬかを施用する事がある。しかし、12月に米ぬかを多量に施用した水田の収量は、米ぬかを施用しなかった水田に比べ減少した事例がある。図1にこの水田での稲の分けつ数と、生育過程を示す。米ぬかを施肥した水田では分けつ数が少なく、これが減収の原因と思われる。分けつの発達は土中からの窒素供給に依存する。そこで本研究では、水田土中の窒素収支に米ぬかが与えた影響を明らかにすることを目的とした。

2. 水田の水・窒素収支

水田作土中の窒素収支は式(1)で表せる。

$$\text{供給} = \text{損失} + \text{貯留} \quad (1)$$

式(1)の供給項は施用した化成肥料の窒素量と、米ぬかや植物残渣の無機化量、損失項は稲や藻類などその他の植物の吸収量と、作土層より下方への浸透量である。側方への窒素流出は無視できると見なした。貯留項は作土層の窒素の変化量である。下方浸透量は作土層より下方への浸透水量 D と作土層下端の溶存無機態窒素濃度と体積含水率の積で求められる。飽和土中の浸透水量はダルシー則に基づき、2深度間の全水頭勾配と有効透水係数から算出する。その妥当性は水収支式(2)で検討できる。

$$(P + I) - (D + ET + R) = W \quad (2)$$

ここで、 P は降水量、 I は灌漑水量、 D は下方浸透水量、 ET は蒸発散量、 R は漏水量、 W は水田作土層と田面水の貯水量である。田面水が減少する期間は降水量 P と灌漑水量 I が無視できると見なした。また、本圃場では漏水 R は6月下旬まで見られなかった。そこで、田面水の水位減少量を減水深とすると、式(2)は式(3)となる。

$$(D + ET) = \text{減水深} \quad (3)$$

3. 調査圃場と方法

学内圃場に 2.25 m^2 の区画を2つ選定し、1区画には12月に窒素量が 571.4 mmol-N/m^2 相当の米ぬかを施用し、これを米ぬか有区とした。

もう一区画を米ぬか無区とした。両区画では、2019年4月22日にナツヒカリを移植し、8月16日に収穫した。両区画で肥料として硫酸を用いた。基肥は4月19日に 457.1 mmol-N/m^2 、穂肥は6月17日に 114.3 mmol-N/m^2 施用した。圃場に気象ステーションを設置し、日射量、風速、大気圧、気温、相対湿度を測定した。水圧計を10 cm深、23 cm深に設置して土中水圧力を測定した。土壌センサを3 cm深、10 cm深、17 cm深に設置して地温、EC、体積含水率を測定した。ペンマン式にて蒸発散量 ET を求めた。米ぬか有区と米ぬか無区で4深度(0-5、5-10、10-15、20-25 cm)の土をおよそ7日おきに採土した。土抽出液を用いてアンモニア態窒素(溶存および全量)と硝酸態窒素(全量)を吸光光度計で測定した。また、乾土を用いて全窒素量と全炭素量を元素分析機で、全有機物量を強熱減量で測定した。稲については生育調査・収量調査を米ぬか有区と米ぬか無区で行った。稲の吸収量を草丈、SPAD値、分けつ数、地上部乾物重、収量構成要素から求めた。

4. 結果

図2(a)に降水量 P と、田面水の水深を示す。水深は降水と灌漑時に増加した。6月下旬からは降水が続き、7月下旬まで高い水位が維持された。図2(b)に蒸発散量 ET を示す。期間内の平均蒸発散量は 0.35 cm/day であった。6月下旬には日射量の減少により、7月1日以降は防鳥ネットの設置に伴う風速の減少により、蒸発散量が減少した。図2(c)に下方浸透水量 D を示す。4月から6月中旬までの浸透水量は平均で 0.6 cm/day であった。その後、全水頭勾配が1に近づき、下方への浸透量は重力流れ

へ移行し、浸透水量は約 0.2 cm/day となった。図 3 に減水深、下方浸透水量 D 、蒸発散量 ET の積算水量を示す。 D と ET の和は減水深と一致した。よって、本研究の手法で下方浸透水量 D を妥当に評価できたと考えられる。なお、7 月以降に減水深が損失項を上回った理由として、降水量の増加による漏水が発生したと考えられる。図 4 (a) に米ぬか有区、図 4 (b) に米ぬか無区の土中の窒素収支を示す。図中に化成肥料の施用量を点線で示した。米ぬか有区の土中の無機態窒素量は、基肥を施肥した 4 月 19 日から 4 月 22 日までに 199 mmol/m² 増加し、5 月 6 日まで減少した後に一定を保った。一方、米ぬか無区では 4 月 19 日から 4 月 29 日までに 333 mmol/m² 増加した。5 月 6 日まで減少した後は、米ぬか有区と同様に一定になった。米ぬか有区と米ぬか無区での土中窒素量の差は、分けつ活性前の 4 月 29 日に最大に達し、161 mmol/m² となった。窒素の下方浸透量は、作土層下方の溶存窒素量が微量であったため、両区とも図中では殆ど確認できなかった。米ぬか有区の稲の窒素吸収量は稲の茎や葉が成長する栄養成長期に大きく、収穫時には 555 mmol/m² に達した。収量は異なったが、米ぬか無区の稲の吸収量は地上部乾物重に差が無かったため、米ぬか有区とほとんど差がなかったと考えられる。5 月下旬まで米ぬか有区と米ぬか無区では、田面水に藻類の繁茂が確認された。そこで、米ぬか無区の基肥量と土中の無機態窒素量および稲の窒素吸収量の差を藻類による窒素吸収量 (図 4 (b) 網かけ部) と考えた。繁茂の様子から米ぬか有区でも等量の窒素が藻類により吸収された (図 4 (a) 網かけ部) とすると、米ぬか有区では図中黒塗り部の窒素量が不足する。この不足分は土壤微生物の増殖による有機化が原因と思われる。12 月に多量に施用した米ぬかは、4 月の基肥 施用時に土中の有機化を促し、有機化によって生じた土中の窒素量不足が稲の分けつ生育を抑制したと考えられる。

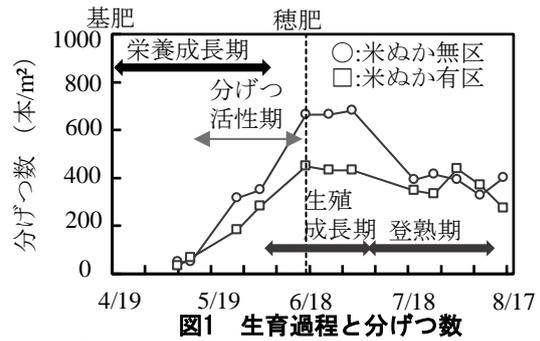


図1 生育過程と分けつ数

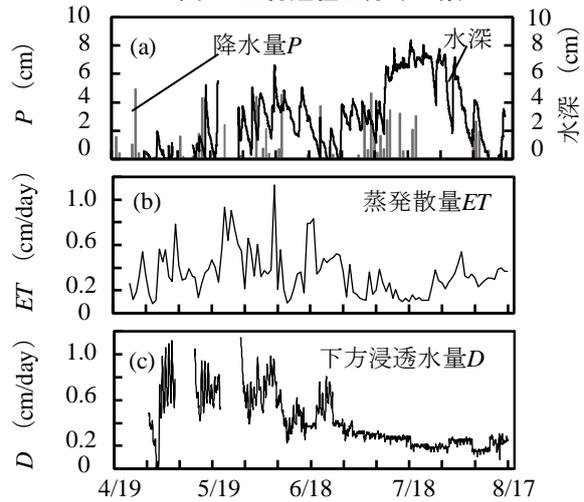


図2 降水と水深、蒸発散量、下方浸透水量

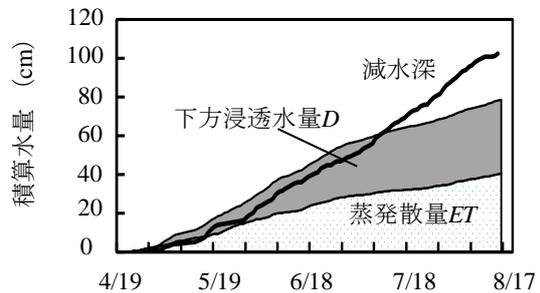


図3 下方浸透水量、蒸発散量、減水深

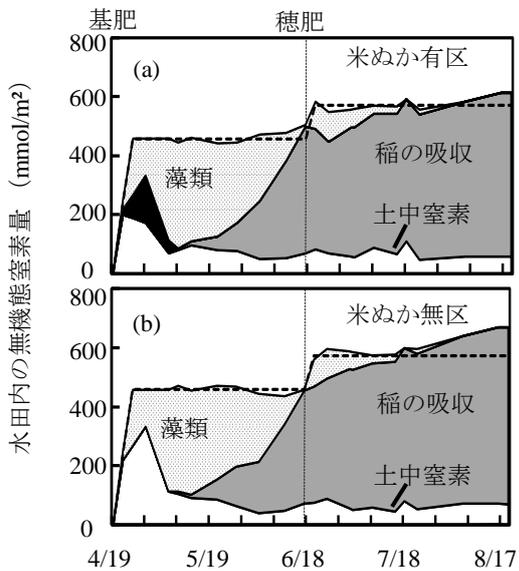


図4 水田の窒素収支