

施設園芸ハウスにおける湛水時の N_2O 発生機構の検討およびその放出量の評価
The mechanism of nitrous oxide production induced by flooding activity
in a green house and estimation of its emission

○貞松 篤志* 藤原 拓** 大年 邦雄**
Sadamatsu Atsushi Fujiwara Taku Ohtoshi Kunio

1. はじめに 亜酸化窒素(N_2O)は温暖化ポテンシャルが CO_2 の 310 倍あり、大気中の寿命も 120 年と長く、オゾン層破壊物質でもある。 N_2O は硝化反応の副産物として、または脱窒反応の中間体として生成されることが知られている。著者らの昨年度までの調査結果より、施設園芸ハウスにおいて、畑地土壌の除塩と病気の予防を目的としている湛水が行われる時期に、土壌・地下水中で硝化・脱窒反応が生じていることが明らかになったことから、 N_2O が発生している可能性がある。そこで本研究では、湛水時の N_2O 放出量および水質を調査し、湛水時の N_2O 発生要因を検討するとともに、農地からの N_2O の放出に湛水が及ぼす影響を評価することを目的とする。

2. 調査方法 感潮河川に面した施設園芸ハウスを挟む調査井戸B.P.1(河川側)およびB.P.2(内陸側)で調査を実施した。調査ハウスでは 2006 年 7 月末までナスを栽培しており、8 月 3 日に湛水を開始した。8 月 4 日に再湛水を行い、6 日までは湛水状態にあったが、その後は降雨時を除き乾燥状態であった。調査期間は 8 月 2 日から 9 月 26 日とし、8 月 13 日までは毎日調査を実施し、その後は現場の状況に対応して、徐々に調査頻度を拡大した。調査井戸において T.P.-2.0m の深度で採水を行い、ヘッドスペース法を用いて溶存 N_2O 濃度を測定するとともに、各種水質の測定を行った。また、各井戸周辺における N_2O ガスフラックスをチャンバー法により測定した。湛水直後は大きな水質変動が予想されたため、8 月 4 日および 5 日は、B.P.1 においてそれぞれ 1 日 2 回調査を実施した。また、 N_2O ガスフラックスの測定は、8 月 9 日から実施した。

3. 結果および考察 B.P.1 における各成分の経時変化として、図 1 に溶存 N_2O 濃度および N_2O ガスフラックスの経時変化、図 2 に NO_3^- -N濃度およびDOの経時変化、図 3 に Cl^- 、 Mg^{2+} および Ca^{2+} 濃度の経時変化をそれぞれ示している。図 1 より、湛水直後の 8 月 4 日夜に溶存 N_2O 濃度が $171\mu\text{gN/L}$ と最大値を示した。その後 8 月 5 日朝に一度濃度が減少したが、8 月 5 日夜に再びピークを示した。図 2 より、DO値が 8 月 3 日に 5mg/L 近くまで上昇し、その後 8 月 5 日朝まで 2mg/L 以上と好気的な状態であった。 NO_3^- -N濃度も 8 月 4 日夜に 90mg/L と、環境基準値の 9 倍の値を示した。図 3 より、湛水期間中は肥料成分である Mg^{2+} および Ca^{2+} のみが上昇し、 Cl^- 濃度は概ね一定であった。以上のことから湛水期間中の溶存 N_2O 濃度の増加は、地表面もしくは土壌中で硝化反応が生じ、副産物として発生した N_2O が肥料成分とともに地下水まで浸透したためであると考えられる。さらに湛水後の 8 月 6 日～9 日にかけても溶存 N_2O 濃度が上昇した。これについては、図 2 よりDO値は 1mg/L 以下と嫌気的な状態であり、かつ NO_3^- -N濃度が 28mg/L から 18mg/L へと減少していることから、地下水中で脱窒反応により溶存 N_2O 濃度が増加したと考えられる。 N_2O ガスフラックスは 8 月 10 日に最大値 $171\mu\text{gN/m}^2/\text{min}$ を示した。一方、B.P.2 では湛水による溶存 N_2O 濃度の大きな変動は見られなかったが、全体的に $50\mu\text{gN/L}$ 前後の高い値を示した。しかし、 N_2O ガスフ

*高知大学大学院 (Kochi Univ.), **高知大学農学部 (Kochi Univ.), キーワード: 施設園芸ハウス, 湛水, 亜酸化窒素

ラックスについてはほとんど検出されなかった。

湛水の影響がより顕著であったB.P.1における N_2O 放出量を、既往の測定事例と比較し、湛水が N_2O の放出に及ぼす影響の評価を行った。図4にB.P.1における積算 N_2O 放出量の推移を示す。ここで、調査を行っていない日の放出量は、補間により推定した。図4より、8月および9月の N_2O ガスフラックスは、各々1.27および0.38($gN/m^2/month$)であると推算された。また10月～3月に実施した合計7回の調査で N_2O の放出がみられなかったため、4月から7月にかけての放出もないと仮定し、年間放出量は1.65($gN/m^2/year$)であると推算した。澤本ら¹⁾は1995～97年の3カ年に、北海道の灰色低地土タマネギ畑における N_2O 放出量を調査した結果、各年の N_2O 放出量は0.35～0.78($gN/m^2/year$)であったと報告している。また、木曾²⁾も別のタマネギ畑において3年間の調査を実施し、0.51～1.07($gN/m^2/year$)と同程度の N_2O 放出量であったと報告している。これらの値と比較すると、本研究により推算した N_2O 年間放出量1.65($gN/m^2/year$)はやや大きな値であり、また湛水が実施された8月に、年間の約77%もの N_2O が放出されたと推算される。

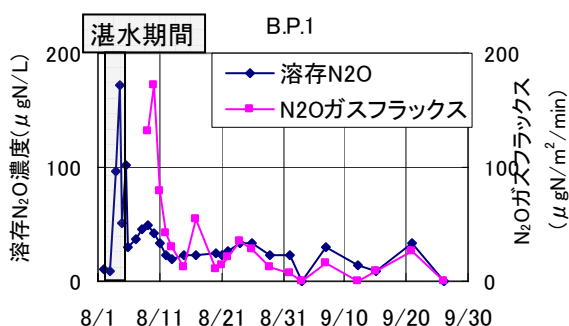


図1. 溶存 N_2O 濃度および N_2O ガスフラックスの経時変化

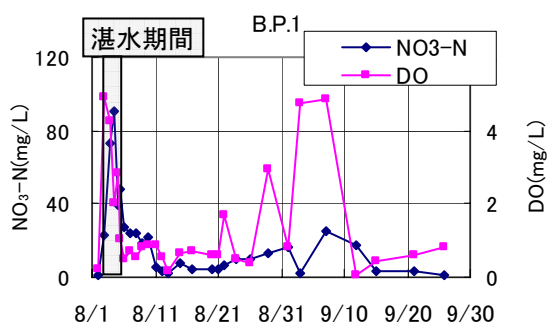


図2. NO_3^- -NおよびDO濃度の経時変化

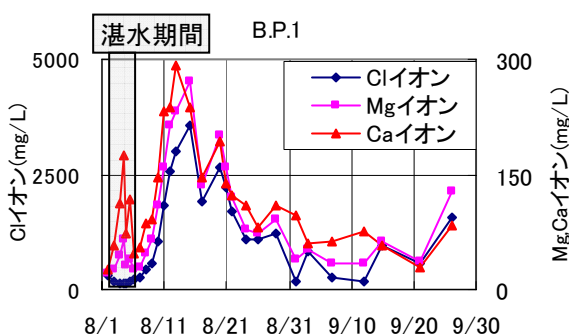


図3. Cl^- 、 Mg^{2+} および Ca^{2+} 濃度の経時変化

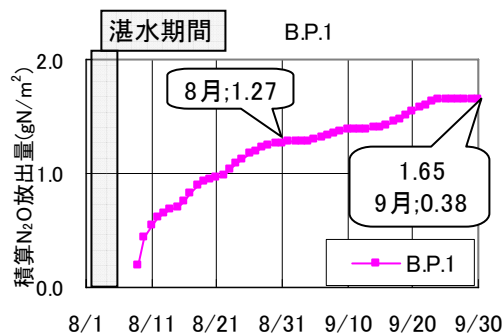


図4. 積算 N_2O 放出量の推移

4. まとめ 本調査における湛水時の N_2O 発生 of 主要な要因は、硝化反応であることが示された。年間の N_2O 放出量は既往の測定事例と比較して大きかったが、8月の放出量が大きな割合を占めることから、湛水期間になんらかの改善を講ずることで、 N_2O 放出の抑制ができると思われる。

参考文献：1)澤本 卓治・波多野 隆介：日本土壤肥科学雑誌，71(5)，659-665，2000

2)木曾 誠二：北海道農業と土壤肥料1999，財団法人北農会発行，323-325

謝辞：本研究の実施に際して、科学研究費補助金(若手研究(B))16710049 および高知大学年度計画実施経費(環食同源プロジェクト)の助成を受けた。ここに記して謝意を表す。