

小野寺真一*¹・有富大樹*¹・齋藤光代*²

*¹：広島大学大学院総合科学研究科，*²：岡山大学大学院環境生命科学研究科

平素より私達の研究にご理解・ご協力を頂き誠にありがとうございます。このたび、2013～2015年にかけて宮原地区を対象に行った調査結果について、下記のとおりご報告いたします。

1. 研究の背景と目的

亜酸化窒素 (N₂O) は、農地で散布される肥料中の窒素が土壌や地下水中で硝化(アンモニア態窒素の酸化により硝酸態窒素が生成される反応)や脱窒(硝酸態窒素の還元により最終的に窒素ガスが生成される反応)などの中間生成物として発生します。この亜酸化窒素は、二酸化炭素の約 300 倍の温室効果を持つ温室効果ガスとされており、その動態や農業地域からの放出量を評価することは重要な課題です。そのため、私達の研究グループでは柑橘類の栽培が盛んな生口島の宮原地区を対象に、地下水中の溶存亜酸化窒素の動態を明らかにすることを目的とし調査を行って参りました。

2. 対象地域および方法

地下水の調査は、宮原地区の JA 三原せとだ南出張所の北側に設置された観測用井戸二箇所（上流側が U 地点，下流側が D 地点，これら二地点間の距離は約 150m）で行いました（図 1）。調査は 2013 年 10 月～2015 年 12 月にかけて実施し、各井戸にセンサーを設置し地下水の水位および酸化還元電位（ORP：Oxidation-Reduction Potential）の連続測定を行うとともに、地下水試料を採取して持ち帰り、実験室において溶存亜酸化窒素 (N₂O)，硝酸態窒素 (NO₃-N)，溶存有機態窒素 (DON) および溶存有機態炭素 (DOC) などの測定を行いました。

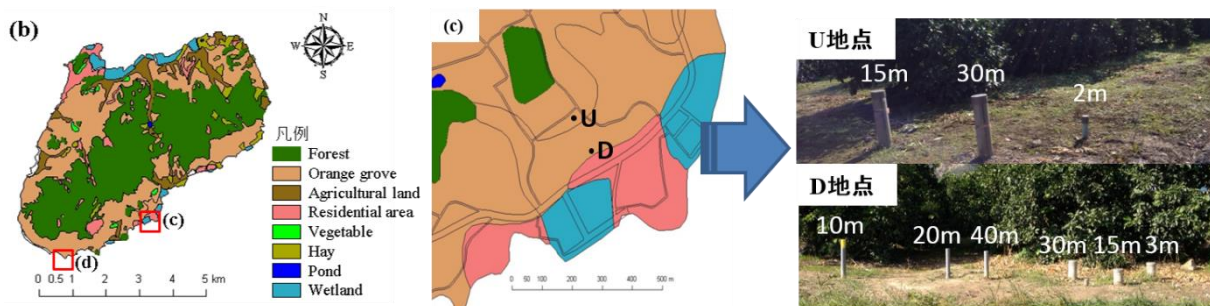


図 1 調査対象地域概要
(b: 生口島全体図, c: 宮原地区調査地点および観測用井戸)

3. 結果と考察

図 2 に 2013 年および 2014 年の秋季における地下水中の溶存 N₂O の濃度分布を示します。これらの結果から、特に下流側 D 地点の深度 15m および 30m では比較的高濃度を、3m, 10m, 20m および 40m では低濃度を示し、N₂O の分布

は深度によって異なっていることが明らかになりました。高濃度を示す深度では、脱窒による N_2O の発生が顕著であることが考えられます(大西ほか, 2014)。さらに、今回の調査から 2014 年には下流側 D 地点の深度 15m で $500\mu\text{g/L}$ を超える値が検出され、同じ井戸でも季節により濃度が大きく変化することが明らかになりました。

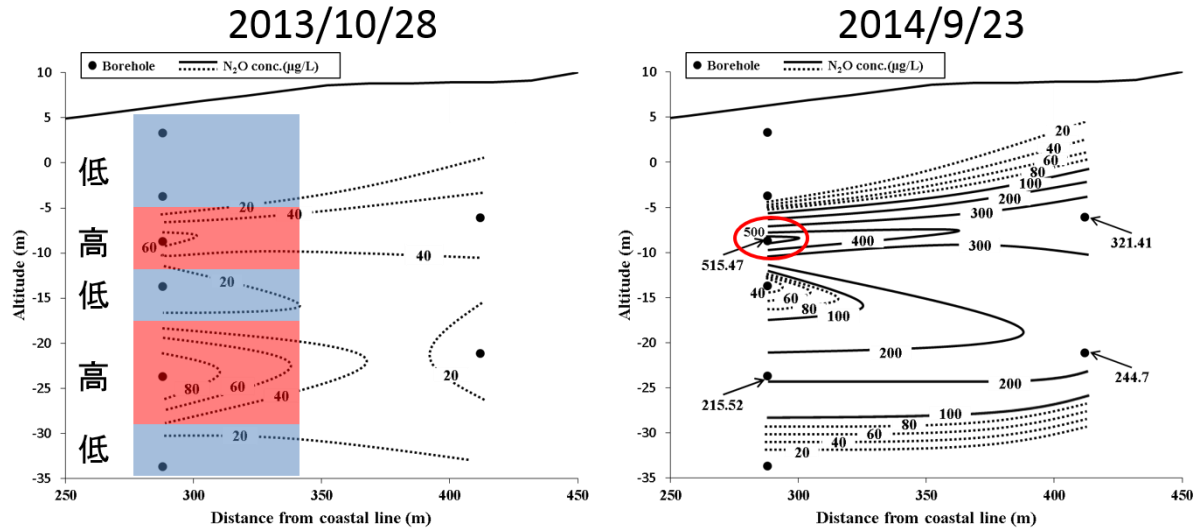


図 2 地下水中の溶存 N_2O の濃度分布 (左: 2013 年秋季, 右: 2014 年秋季)

また、図 3 に地下水に含まれる溶存態有機炭素 (DOC) と溶存有機態窒素 (DON) 濃度の比 (C/N 比) を横軸に、縦軸に N_2O 濃度をとったものを示します。この結果から、 N_2O 濃度の高かった 15m と 30m では C/N 比が比較的低いことが分かります。脱窒反応では、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) \rightarrow N_2O \rightarrow 窒素ガス (N_2) の順に反応が進行し、最終的に N_2 が生成されます。ただし、従来の研究では C/N 比が低い環境では脱窒反応が進行しにくい ($\text{NO}_3\text{-N}$ \rightarrow N_2 まで変化しにくい) という報告があり、したがって 15m と 30m の地下水では脱窒の中間生成物として N_2O が発生しやすくなっていると考えられます。

図 4 に、下流側 D 地点の深度 15m および 30m の地下水における酸化還元電位 (ORP) の長期変化を示します。この値が低いほど酸素が少なく (嫌氣的), 高いほ

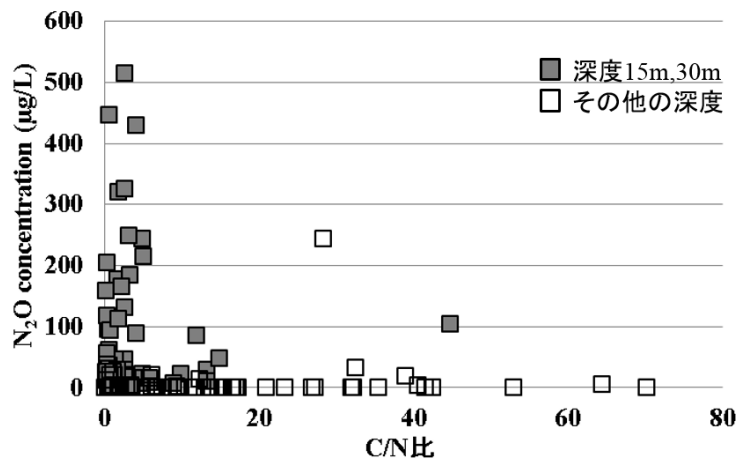


図 3 地下水中の C/N 比 (=DOC/DON) と N_2O 濃度との関係

ど酸素が多い（好氣的^{こうき}）環境にあることを示しています。一般に、脱窒反応は嫌氣的環境ほど進行しやすくなります。これらの結果から、どちらの深度でも平均約+300mV 程度の値を示しますが、深度 30m においては値が約-200mV まで急激に低下する期間が何度か観測されました。また、このような ORP の急激な低下（還元化）は、地下水の流速が低下し地下水の流れが停滞的になる時期に生じていることが明らかになりました。

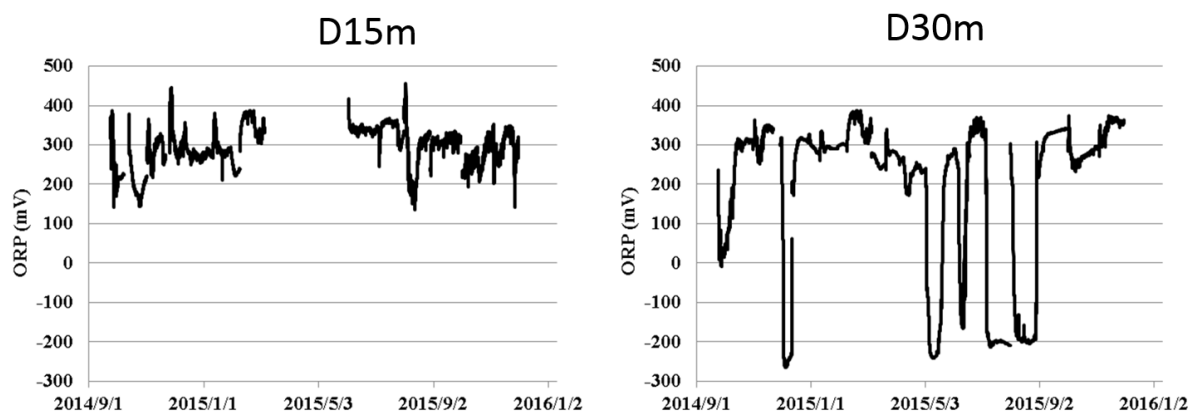


図 4 地下水中の ORP の長期変化（左：D 地点 15m，右：D 地点 30m）

図 5 は ORP を横軸に N₂O 濃度を縦軸にとったものです。図中の①の矢印をみると ORP の低下とともに N₂O 濃度は上昇しており、ここでは脱窒の活発化にともない地下水中で N₂O が生じていると考えられます。しかしながら、ORP がさらに低下しゼロを下回ると、それにともない N₂O 濃度も低下しており（図中②の矢印）、強い嫌気条件では脱窒が完全に進行する（NO₃-N→N₂）ため、N₂O が減少したと考えられます。このように、地下水での N₂O の動態は地下水の流れや酸化還元状態によって大きく変化することが明らかになってきました。

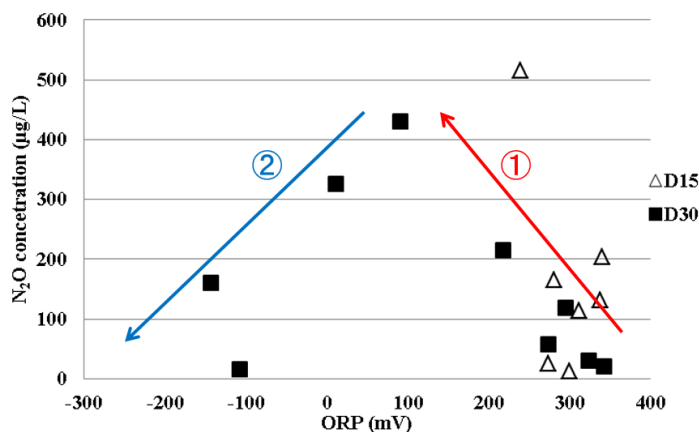


図 5 地下水の ORP と N₂O 濃度との関係

以上、簡単ではございますがご報告いたします。ご不明な点やご意見などございましたら、下記までご連絡をお願いいたします。なお、今後もより詳細な季節変化などを把握するため、定期的な調査を継続させて頂きたいと考えておりますので、引き続きご理解とご協力のほど、宜しくお願い申し上げます。

連絡先：
 広島大学大学院総合科学研究科 小野寺真一（TEL&FAX: 082-424-6496）