

4.6 μm 帯差周波光源を用いた植物栽培時に発生する N_2O のその場測定In-situ N_2O monitoring for agricultural production using 4.6- μm -band difference frequency generation light sourceNTT フォトニクス研究所¹, 電中研環境科学研究所² ○登倉 明雄¹, 遊部 雅生^{1†}, 圓佛 晃次¹, 吉原 利一², 橋田 慎之介², 竹ノ内 弘和¹NTT Photonics Laboratories¹, Environmental Science Lab., CRIEPI², ○Akio Tokura¹, Masaki Asobe^{1†}, Koji Enbutsu¹, Toshihiro Yoshihara², Shin-nosuke Hashida², Hirokazu Takenouchi¹

†現在: 東海大学 Tokai University, E-mail: tokura.akio@lab.ntt.co.jp

はじめに 温室効果ガスの一つである N_2O は 4.6 μm 帯で最も強い吸収を示すため、希薄な N_2O 濃度をモニタリングするセンサ用光源波長として 4.6 μm 帯が有望である。以前我々は直接接合法を用いた擬似位相整合 LiNbO_3 (QPM-LN)リッジ導波路を利用した 4.6 μm 帯差周波光源を作製し、本光源を用いると検出限界が 35ppb で、大気中の 1/10 程度までの N_2O 濃度が測定可能であることを報告した[1]。今回、本光源を人為的 N_2O 発生量が多い農業分野へ適用するために、測定ガスを自動でサンプリングして濃度測定を行うリアルタイム・その場ガス監視システムを開発し、植物栽培に伴って発生する N_2O の測定に成功した結果を報告する。

実験及び結果 その場ガス監視システムの模式図を図 1 に示す。以前と同様に、レーザ光源として、Yb ドープファイバアンプにより増幅された 1.06 μm DFB-LD(励起光)と 1.39 μm DFB-LD(信号光)を用いた 4.6 μm 帯差周波光源を用いている。また、ガス濃度測定には高感度計測に有利な波長変調分光(WMS)法を用いている。今回新たに開発したシステムは、栽培条件の比較を行うことができるように 2 系統の鉢植えからガスを採取して濃度測定が可能な構成とした。シーケンサーにより電磁バルブを制御することで、鉢内の換気とガスサンプリング、一定時間毎の自動測定が可能である。また、本システムは植物の生育環境を保持するために鉢内の圧力変動を抑える仕組みやガスに含まれる多量の水蒸気を除去する機構を備えている。図 2 に実際に水耕栽培により生育したトマトの鉢植えから発生する N_2O の濃度を、本システムにより 30 分のサンプリング間隔で 4 日間に渡り測定した結果を示す。測定中は 1 日 4 回、3 時間置きに一定量の施肥を行っており、施肥のタイミングを図 2 の赤矢印および横軸下の赤印で示している。施肥直後に鋭いピークが観察された一方で、施肥をしていない期間には N_2O 濃度の上昇は観察されなかった。これは施肥と N_2O の濃度上昇に強い相関があり、多量の N_2O 発生が供給された培養液の分解により生じ、培養液から N_2O へと分解される速度が数十分のオーダーで生じたことが強く示唆される。

まとめ 以上の結果は、本ガス監視システムが、施肥と N_2O 発生を観察する用途において非常に有効であることを示しており、本システムを用いることで植物栽培時に放出される N_2O の濃度を一定の期間にわたって高精度に測定できることを示唆するものである。

参考文献 [1] 登倉 他, 2011 年秋季応用物理学会, 1p-ZN-14

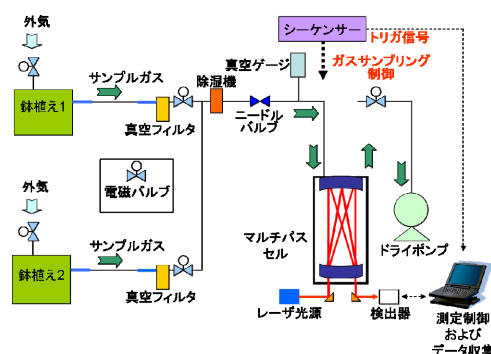
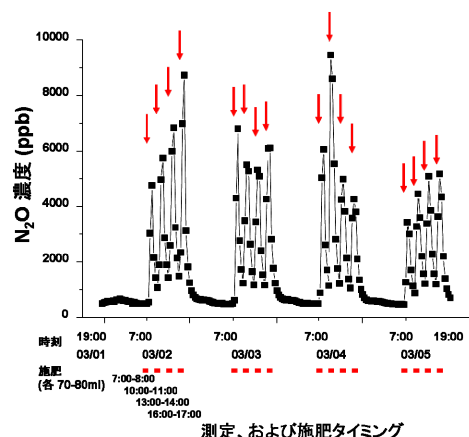


Fig. 1 Schematic diagram of monitoring system.

Fig. 2. Variation in concentration of N_2O gases from a cultivated plant.