

土壤還元消毒における有機物の分解特性および温度が亜酸化窒素発生に及ぼす影響 Effects of easily decomposable carbon and temperature on nitrous oxide emissions during biological soil disinfestation

○前田守弘, 佐藤太一

Morihiro Maeda and Taichi Sato

1. はじめに

本研究では、土壤還元消毒時において施用有機物の易分解特性および温度が亜酸化窒素 (N_2O) 発生に及ぼす影響を解明することを目的とする。農薬を用いない土壤病原菌防除として土壤還元消毒法が近年開発された。土壤還元消毒とは、コメヌカ等の易分解性有機物を作土に混和した後、ビニールマルチで土壤表面を被覆する方法であり、灌水と土壤微生物による急激な有機物分解によって、土壤を還元状態にし、土壤病害菌の死滅を図る。しかしながら、土壤還元にもなう脱窒過程では N_2O が発生する可能性があり、その評価が急務である。脱窒には易分解性炭素が必要であり、 N_2O 発生にはその多寡が影響すると思われる。本研究では施用有機物の易分解性炭素を評価する指標として、生物化学的酸素要求量 (BOD) と溶存有機態炭素 (DOC) を用いた。また、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 含有量が高い場合には N_2O から N_2 への還元反応が妨げられる。このため、BOD/ $\text{NO}_3\text{-N}$ 比と DOC/ $\text{NO}_3\text{-N}$ 比を用いて結果を考察した。ビニルハウス内で土壤還元消毒を行う場合、地温は 50°C 以上に上昇する。そこで、土壤還元消毒時の温度の影響についても調べた。

2. 試験方法

1) 培養実験による N_2O 発生機構の解明

2014年8月12日に岡山大学山陽圏フィールド科学センターの圃場にて採取した土壤(灰色低地土)を風乾し、風乾土壤の初期 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含有量を 100 mg kg^{-1} 、含水率を最大保水量に調整した。有機物としてコメヌカ、トウモロコシ、ソルガム、クロタリヤ 0.2 g 施用と無施用処理を設け、密栓した 100 mL 容バイアルびんにて $30, 40, 50^\circ\text{C}$ で 72 時間静置した。0, 4, 8, 12, 24, 48, 72 時間後に容器内のヘッドスペースガスを採取し、気相の N_2O 濃度を分析した。なお、ガス採取毎にバイアル内の空気を置換した。

2) 施用有機物の BOD および DOC 測定

4 時間 20°C で空気曝気した BOD 用緩衝液に土壤抽出液(土壤:水で 1:10)を加えたものを希釈水とした。前述の有機物 $1\sim 30 \text{ mg}$ を 100 mL フランびんに加え、希釈水で満たした。このフランびんを 20°C 、5 日間培養後に溶存酸素濃度を測定し、BOD 濃度を求めた。続いて、次の反応式に基づいて、BOD 1 g を BOD-C 0.37 g に換算した。



DOC 含有量については、有機物:超純水を 1:200 で 4 時間振とう抽出後、10 分間遠心分離、 $0.45 \mu\text{m}$ でろ過を行った溶液の全有機態炭素を分析して求めた。

3. 結果の概要

- 1) コメヌカは DOC と BOD-C 含有量の差が小さく、水溶性有機態炭素が易分解性炭素にほぼ相当することがわかった (Fig. 1)。ほかの有機物では、DOC 含有量はコメヌカよりやや低い程度であるが、BOD-C 含有量はコメヌカより大幅に低く、コメヌカよりも分解しにくいことがわかる。

岡山大学 Okayama University

キーワード 亜酸化窒素, 窒素, 有機物, 易分解性炭素, 土壤還元消毒

- 2) DOC および BOD-C 含有量の高いコメヌカを施用すると、試験開始 12 時間後では無施用よりも N_2O が多く発生した (Figs. 2 & 3). しかしながら、コメヌカ施用では 12 時間以内に N_2O 放出は終了し、72 時間後には無施用で積算 N_2O 放出量が多くなった. これはコメヌカの分解が速いため、12 時間後には還元状態がより進行し、脱窒反応が N_2 まで進んだためと思われる.
- 3) 温度による違いをみると、コメヌカ施用、無施用にかかわらず、72 時間積算 N_2O 放出量は $50^\circ C$ で最大となった ($p < 0.05$). このことから、土壤還元消毒時のマルチ内温度が $40^\circ C$ 以下に管理した方が N_2O 発生量を低減できると思われる.
- 4) 72 時間積算 N_2O 放出量と施用有機物の DOC/ NO_3-N 比, BOD-C/ NO_3-N 比の関係を調べたところ、DOC/ NO_3-N 比が大きい有機物資材を投入した方が N_2O 発生量を低減できることがわかった (Fig. 4). これは、水溶性有機物が多い方が還元状態に進行しやすいこと、初期の NO_3-N 含有量が少ない方が脱窒の中間生成物である N_2O が蓄積しにくいと考えられる. 一方、より直接的な易分解性炭素である BOD-C と N_2O 放出量との関係は明確ではなかった (Fig. 5). BOD 測定時培養期間 5 日より短期間で分解される炭素含有量が重要である可能性も考えられる.

4. まとめと今後の課題

土壤還元消毒においては、地温を $40^\circ C$ 以下に管理し、DOC/ NO_3-N 比の大きい有機物を施用することで、 N_2O 放出量を低減できると考えられる. 今後、本条件の土壤消毒効果を調べる必要がある.

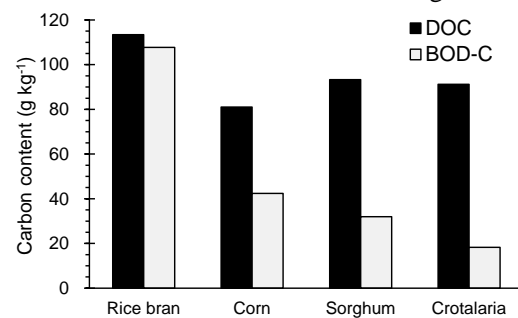


Fig. 1. DOC and BOD-C contents of organic matter.

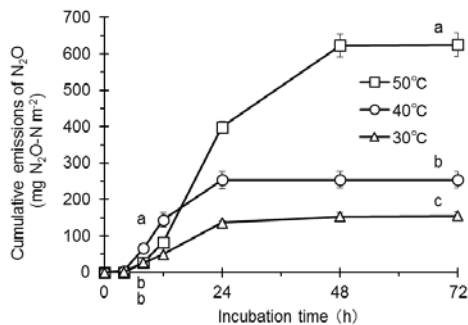


Fig. 2. Cumulative emissions of N_2O from soil without organic matter addition at different temperature. Data with the same letters are not significantly different based on Tukey's multiple-comparison test at $p > 0.05$.

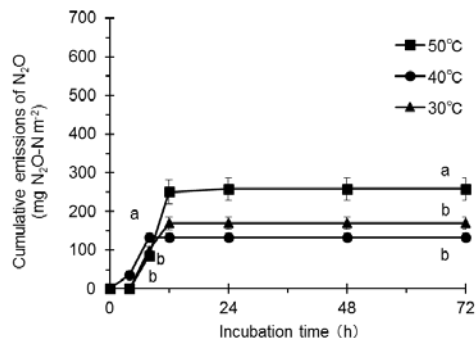


Fig. 3. Cumulative emissions of N_2O from soil treated with rice bran at different temperature. Data with the same letters are not significantly different based on Tukey's multiple-comparison test at $p > 0.05$.

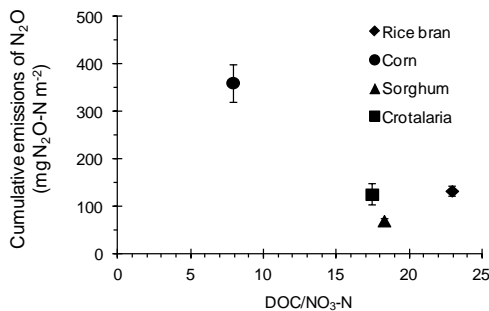


Fig. 4. DOC/ NO_3-N vs. cumulative emissions of N_2O for 72 hours for different organic matter.

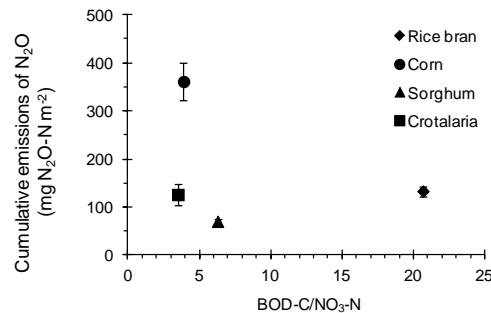


Fig. 5. BOD-C/ NO_3-N vs. cumulative emissions of N_2O for 72 hours for different organic matter.