

# インドネシアの土地利用が異なる酸性硫酸塩土壌における温室効果ガス排出の制限要因の探索及び鉄添加が与える効果の評価

環境資源学専攻 地域環境学講座 土壌学 吉村 元博

## 1. 背景と目的

インドネシアには沿岸に酸性硫酸塩土壌(ASS)が広く分布する。これは土壌内に還元的に蓄積した FeS<sub>2</sub>などの硫黄化合物が、開墾に伴い酸化され硫酸が生成されるために生成されたものであり、ASSの農地は石灰による改良が必要である。ところで、農地由来の N<sub>2</sub>Oの多くは NO<sub>3</sub>の還元反応(脱窒)で生成するが、ASSでは硫黄の酸化に伴う脱窒(硫黄脱窒)も生じる可能性が高い。硫黄脱窒は硫酸の生成と共に N<sub>2</sub>Oを排出するので、石灰施与は N<sub>2</sub>O排出を助長すると思われる。また、2価鉄はその酸化と共役した NO<sub>3</sub>の還元があり、土壌中の硫黄窒素循環に影響を及ぼす。本研究では硫黄脱窒の全脱窒に対する寄与率を電子のやり取りから推定し石灰と2価鉄添加の影響の探索を試みた。

## 2. 方法

インドネシアジャンピ州のアブラヤシ2箇所(Pm1, Pmp1), 水田(Pd1), ゴム林(Rb1)の表層0-17 cm以内から土壌を採取した。これらのpH, 硫黄含量(mg kg<sup>-1</sup>), 炭素含量(%)はそれぞれPm1で4.15, 1990, 6.80; Pmp1で3.78, 4277, 16.05; Pd1で4.69, 893.4, 3.04; Rb1で3.68, 2950, 12.30であった。Pmp1, Rb1でPm1, Pd1に比べて、pHは有意に低く、硫黄含量と炭素含量は有意に高かった。風乾土5.0 gにKNO<sub>3</sub>(200 mg N L<sup>-1</sup>)とグルコース(1.25 g L<sup>-1</sup>)溶液を6 mL加え、N<sub>2</sub>ガス+10% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>で置換後、25°Cで21日間静置培養し、経時的にN<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>生成量と化学性を測定し、N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>は積算生成量を求めた。処理は石灰添加(20 g CaCO<sub>3</sub> kg 風乾土<sup>-1</sup>)の有無と2価鉄添加(2.0 g Fe kg 風乾土<sup>-1</sup>)の有無を設けた。硫黄脱窒の寄与率(%)は21日間の①SO<sub>4</sub>の積算増加量と②NO<sub>3</sub>の積算増加量と③NO<sub>2</sub>の積算増加量と④積算N<sub>2</sub>O生成量と⑤積算N<sub>2</sub>生成量から、
$$\frac{① \times 7 / \{-② \times (③ \times 2 + ④ \times 4 + ⑤ \times 5)\}}{(③ + ④ + ⑤)} \times 100$$
で求めた。ここで、7はFeS<sub>2</sub>の硫黄がSO<sub>4</sub>への酸化で受け取る電子数; 2, 4, 5はそれぞれNO<sub>3</sub>からNO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>までの還元で放出する電子数。正の寄与率は硫黄脱窒を、負の寄与率は硫酸還元を示す。

## 3. 結果と考察

積算N<sub>2</sub>O生成量は石灰添加で全サイト、2価鉄添加の有無を平均して59.10 ± 30.02から71.12 ± 38.20 mg N kg soil<sup>-1</sup> 21 days<sup>-1</sup>と有意に増加したが、2価鉄添加による有意な変化はなかった。硫黄脱窒の寄与率は、無処理に比べ2価鉄のみの添加で、Pm1, Pd1, Rb1, Pmp1ではそれぞれ106.6から-22.4%, 0.2から-4.4%, 14.2から7.9%, 49.7から6.1%と寄与率が低下し、硫黄含量が少ないPm1, Pd1で負の値になり硫酸還元が優先した。また、石灰と2価鉄の両方を添加すると、硫黄含量が少ないPm1とPd1で寄与率がそれぞれ-13.9, -9.2%まで低下し硫酸還元がより優勢になったがRb1, Pmp1でそれぞれ15.4, 9.1%と正の値になり硫黄脱窒が優勢だった。これらはASSにおいて元来は硫黄脱窒が優勢であること、硫黄含量が低い土壌では2価鉄の添加によって硫酸還元が優勢に変わり、石灰と同時に添加すると硫酸還元の優勢を助長すること、硫黄含量が高い土壌での2価鉄と石灰の両方の添加は寄与率を下げるが硫黄脱窒の優勢は変わらないことを示す。

## 4. 結論

石灰添加はN<sub>2</sub>O排出を増やし、2価鉄と同時に添加すると硫黄含量が高い土壌では硫黄脱窒が優勢になり、硫黄含量が低い土壌では硫黄脱窒を抑え硫酸還元が優勢になる。