

ふりがな	おおほ ひと
氏名	大 峽 広 智
学位	博士(農学)
学位記番号	新大院博(農)第60号
学位授与の日付	平成17年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
博士論文名	土壌中における還元型硫黄化合物の酸化機構と硫黄酸化細菌の動態

論文審査委員	主査 教授	尾和 尚人
	副査 教授	大山 卓爾
	副査 教授	渡邊 剛志
	副査 助教授	野中 昌法
	副査 助教授	末吉 邦

#### 博士論文の要旨

海岸に続く平坦地の埋没層が土壌表層に搬出され好氣的条件に晒された結果、埋没層中の還元型硫黄化合物が硫酸に酸化され、酸性硫酸塩土壌が形成されたという事例が多数報告されている。また酸性硫酸塩土壌には硫黄酸化細菌や鉄酸化細菌が存在し、酸性硫酸塩土壌の形成を促進していると考えられている。しかし、酸性硫酸塩土壌の形成過程における還元型硫黄化合物の酸化機構や、硫黄酸化細菌および鉄酸化細菌の土壌中における動態や化学性との関係については不明な点が多く残されている。

本論文は、埋没層に海成の還元型硫黄化合物を含む新潟県佐渡島の水田土壌を採取して、埋没層における還元型硫黄化合物の酸化機構や硫黄酸化細菌の動態について明らかにしたものであり、本論文の成果は以下のようにまとめられる。

1. 佐渡島水田土壌の深さ約 1.0m 以下の埋没層は海成の還元型硫黄化合物を含む潜在的酸性硫酸塩土壌で、表層土壌に比べて酸素分圧が低い半嫌氣的条件下にあることが明らかになった。またこの埋没層で硫黄酸化細菌による還元型硫黄化合物の生物的酸化が起こっていることが明らかになった。しかし、この埋没層では鉄酸化細菌の活性が認められず、また多くの硫黄酸化細菌はパイライトなどの還元型硫黄化合物を直接酸化できないと報告されていることから、埋没層中の硫黄酸化細菌は還元型硫黄化合物の化学的酸化によって生成したチオ硫酸イオンなどの硫黄の中間酸化生成物を酸化しているものと推定された。
2. 代表的な硫黄酸化細菌である *Acidithiobacillus thiooxidans* の硫黄酸化能力を速度論的に解析して、その硫黄酸化能力を示すチオ硫酸イオン消費速度定数を得た。その値を用いて埋没層中の硫黄酸化細菌が還元型硫黄化合物を全て酸化するのに要する時間を速度論的に解析した結果、その年数は推定で 1.31~5,830 年であった。このことから、埋没層中には長期間硫黄酸化細菌を維持するのに十分な還元型硫黄化合物が含まれていることが確認された。
3. 佐渡島水田土壌の埋没層から硫黄酸化細菌の単離、同定を行った結果、単離した硫黄酸化細菌は全て  $\beta$ -プロテオバクテリアの *Thiomonas* 属に属する細菌であり、従来いわれているような *Thiobacillus*

属の近縁種ではなかった。またこの細菌は中性域から酸性域の広範囲で高い硫黄酸化能力を示すことが明らかになった。この単離した細菌の性質は、埋設層で好酸性と好中性の硫黄酸化細菌数がほぼ等しかった結果と合致する。このことから、本研究の供試土壤中で優位な硫黄酸化細菌は *Thiomonas* 属であることが確認された。

4. 埋設層の土壤を好氣的条件で培養した結果、埋設層中の還元型硫黄化合物の大半はわずか数週間で硫酸に酸化された。このことから、埋設層の半嫌氣的条件下での還元型硫黄化合物の酸化速度は、好氣的条件の時と比べて極めて遅いことが明らかになった。また鉄酸化細菌は好氣的条件に晒した直後には検出されなかったが、ある程度まで土壤が酸性化した時点で増殖が認められた。以上のことから、埋設層を大気に晒すと、酸素分圧が上るので還元型硫黄化合物の化学的酸化が促進され、還元型硫黄化合物の化学的酸化と硫黄酸化細菌による生物的酸化により土壤の酸性化がある程度進行する。その後、鉄酸化細菌が増殖を開始して、還元型硫黄化合物の酸化をさらに促進すると考えられた。

#### 審査結果の要旨

本論文では、まず農業用水路改修工事で掘削した土壤を水田に客土したことにより発生した水稻の生育障害が、掘削土壤に含まれている還元型硫黄化合物の酸化により生成した硫酸による酸性障害であることを明らかにした。次に、酸性障害発生地域の水田の下層に存在する埋設土壤を地表面から3mの深さまで採取して、その化学的性質と還元型硫黄化合物の酸化に関与する硫黄酸化細菌について調査した。その結果、埋設土壤には多量の還元型硫黄化合物が含まれており、かなり高密度の硫黄酸化細菌が生息していることが確認された。これまでの硫黄酸化細菌に関する研究は、大気と接する酸化的な土壤を対象に行われてきたので、酸素濃度が低い半嫌氣的な環境に硫黄酸化細菌が生息していることを確認したことは、硫黄酸化細菌の土壤中における動態について新たな知見を提供するものであり、高く評価できる。次に、硫黄酸化細菌のDNA解析により、埋設土壤に生息している細菌が *Thiomonas* 属であることが明らかにされたが、これは従来から主要な硫黄酸化細菌が *Thiobacillus* 属であるといわれてきた定説を覆すものであり、土壤中における硫黄酸化細菌の生態研究に新たな視点を与えるものであり、高く評価できる。さらに、本論文では、酸化的環境と半嫌氣的な環境における還元型硫黄化合物の動態を比較・総合して、還元型硫黄化合物の酸化機構について新たな提案をしている。

以上のことから、本論文は博士（農学）の学位論文として十分であると認定した。