

パイライト含有土壌における鉄酸化細菌の増殖が他の細菌群に及ぼす影響 Influence of Proliferation of *T. ferrooxidans* on other bacteria in a Drying Process of Pyritic Soil

上野 薫*, 足立忠司**

Kaoru UENO, Tadashi ADACHI

1. はじめに

浅海沿岸域や湖底に堆積したパイライト含有土壌は、好氣的・酸化的条件下に置かれると、主としてパイライトが酸化し硫酸が生成され、強酸性化する可能性がある。この酸化過程の初期段階では微生物的酸化が重要な役割を果たしており(久馬ら, 2001), 塑性限界付近の土壌水分状態で鉄酸化細菌(*Thiobacillus ferrooxidans*, 化学独立栄養, グラム陰性菌)の増殖率が高まり、土壌の酸性化が促進される(足立ら, 1992; 上野ら 2002)。本報では、この鉄酸化細菌の増殖の生物的背景として、土壌呼吸活性と土壌微生物組成を測定し、土壌水分状態との関係を検討した。

2. 材料および方法

(1) 供試土 2000年採取・保存の島根県中海干拓地安来工区土壌(採土深: 185cm以深, 還元土壌, Table1)を用いた。

(2) 土壌水分状態 土壌水分状態を所定の6段階の含水比に30%乾燥により設定した。この各土壌を完全飽和し、加圧板法および蒸気圧法にて水分特性曲線を得た(Fig.1)。所定含水比に対応するマトリックポテンシャル m を各土壌の土壌水分状態とした。

(3) 土壌呼吸量 各水分に設定した土壌100gを100mL瓶に充填し、0.5N-H₂SO₄溶液と1M-NaOH溶液を入れたビーカーと共に2L瓶に密閉、4日間培養し、1M-NaOH溶液に溶解したCO₂濃度を中和滴定により測定し、乾土1kgあたりのモル濃度で示し、これを土壌呼吸量とした(土壌環境分析法, 2000)。

(4) 土壌微生物数 上記と同様の微生物測定用の系を培養し、経時的に全菌数(YG培地), グラム陰性菌数(CV添加 YG培地)を5連の希釈平板法で、鉄酸化細菌数(Shilverman9K培地)をMPN法で測定し、全菌数とグラム陰性菌数の差をグラム陽性菌数として示した。なお、全菌数とグラム陰性菌数には*T. ferrooxidans*数を加えた。

(5) 土壌pH 同様にpH測定用の系を培養し、経時的にpH(H₂O, 1:5)を測定した。

3. 結果

(1) 土壌呼吸活量 結果を図2に示した。湿潤側の土壌水分状態3.5~6.0kPaでは全期を通じてCO₂濃度が低く変動も小さく、土壌呼吸活性は低かった。35kPa以上の乾燥領域では、CO₂濃度は高く変動も大きく、土壌呼吸活性は高い傾向にあった。とくに、35kPaと220kPaでCO₂濃度が高く、それ以上の乾燥に伴いCO₂濃度は低下し土壌呼吸活性が低下していた。

(2) 土壌微生物組成 結果を図3に示した。35kPaの土壌水分状態は鉄酸化細菌が優占していたが、他の土壌水分状態では、グラム陽性菌が優占していた。また、220kPa以上の乾燥に伴い、鉄酸化細菌数の占める割合は低下し、鉄酸化細菌以外のグラム陰性菌が増加する傾向が認められ

表1 供試土の基本的理化学性 (中海干拓地土壌) Fundamental physical and chemical properties of sample soils (Nakaumi)

土性	SiCL(粘土13%)
土粒子密度(ρ_s , Mg/m ³)	2.58
初期含水比(kg/kg)	1.32
液性限界(w_L , kg/kg)	1.59
塑性限界(w_p , kg/kg)	0.56
収縮限界(w_s , kg/kg)	0.32
pH(H ₂ O; 1:5)	6.25
pH(H ₂ O ₂)	2.05
EC(1:5; mS/cm)	4.41
パイライト含有量(wt. %)	4.99

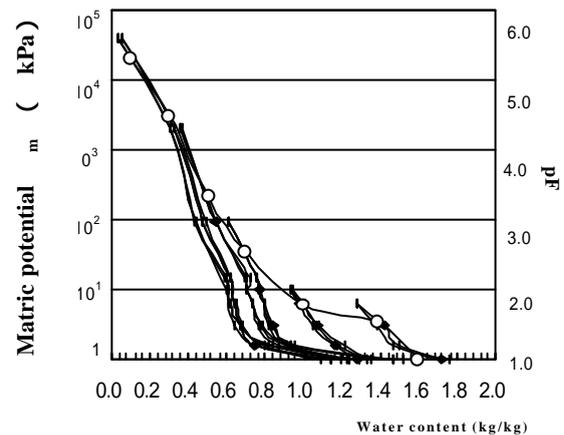


図1 乾燥過程における水分特性曲線
Soil water characteristic curve on drying process

た。 2×10^4 kPa では鉄酸化細菌は増加しなかった。 35kPaでは、鉄酸化細菌数に反比例してグラム陽性菌が増減していた。

(3) 土壌 pH: 土壌の酸性化は、【 35kPa】、【 220kPa, 3×10^3 kPa, 2×10^4 kPa】、【 6.0kPa, 3.5kPa】の順に速く、35kPaでは pH(H_2O_2) 付近まで酸性化し、ハイライトの酸化がほぼ終了していた。(図 4)。

4. 考察

(1) 土壌呼吸量と微生物組成 3.5kPa と 6.0kPaでは全菌数と無関係に CO_2 濃度が低く一定で、偏性好気性菌や通性嫌気性菌の好氣的呼吸や発酵により生成した CO_2 が、鉄酸化細菌のような化学独立栄養菌より固定され、さらに CO_2 が土壌水に溶解した可能性が考えられた。 35kPaでは、 CO_2 濃度は鉄酸化細菌数と反比例、グラム陽性菌数と比例関係にあった。

220kPa以上の乾燥側では、乾燥に伴い鉄酸化細菌以外のグラム陰性菌の占める割合が大きくなり、全菌数は大きく変動しないにも関わらず CO_2 濃度が低下した。これより、乾燥に伴う化学独立栄養菌の炭酸固定活性の上昇や偏性好気性菌や通性嫌気性菌の呼吸活性の低下が考えられた。 2×10^4 kPaでは、全菌数に比較して CO_2 濃度がとくに低く、細菌の好氣的呼吸活性の低さが示唆された。

(2) 土壌pHと微生物組成 35kPaでは、鉄酸化細菌数とグラム陽性菌数は反比例の関係にあり、鉄酸化細菌の急激な増加に伴う土壌 pH の急激に低下により、グラム陽性菌の構成が耐酸性の低い種から高い種へと変化したと考えた。また、土壌の酸性化は、初期での鉄酸化細菌数ではなく、その後の増殖率に大きく影響を受けていた。

5. おわりに

本実験により、ハイライト含有土壌の乾燥過程において土壌の酸性化が促進される土壌水分状態である 35kPa は、鉄酸化細菌の急激な増殖による急激な土壌酸性化により土壌呼吸活性は一時的に低下し、微生物組成も大きく変化する特異的な環境となっていることが判った。

参考文献

- 久馬一剛ら(2001): 熱帯土壌学, 206, 名古屋大学出版会, 名古屋。
 足立忠司・松本康夫・原 徹夫(1992): 土壌水分から見た干拓地土壌の酸性硫酸塩土壌化過程。農土論集, 162: 89-96。
 上野 薫・足立忠司・成岡 市(2002): 酸性硫酸塩土壌の乾燥過程が微生物活性および鉄の形態に与える影響。土壌の物理性, 91: 49-57。
 土壌環境分析法編集委員会編(2000): 土壌環境分析法, pp. 123-126, 博友社, 東京。

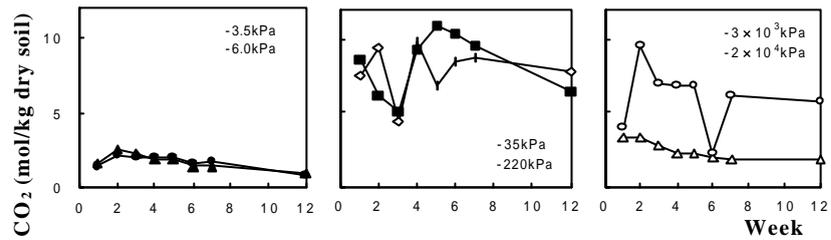


図 2 土壌呼吸量の変化
Changes in soil respiration

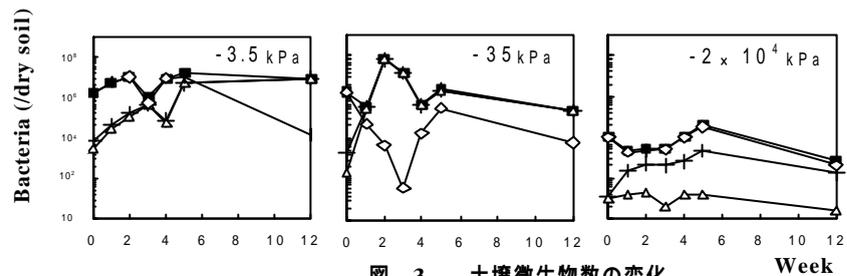


図 3 土壌微生物数の変化
Changes in population of bacteria

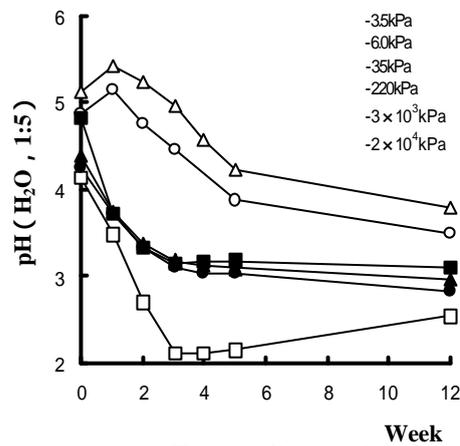


図 4 土壌 pH の変化
Changes in soil pH