

下水汚泥由来の大腸菌群の生残に及ぼすミズ類の共働的効果

日本大学 学生会員 ○井川 雄太
 日本大学 中村 和徳
 日本大学 正会員 中野 和典

1.はじめに

下水処理場の沈殿池で分離され脱水処理された下水汚泥は焼却後に埋立処分されることが多かったが、現在では堆肥、建設資材などへのリサイクルが進んでいる。本研究では、下水汚泥のミズによる堆肥化に取り組んでいる。ミズによる堆肥化に関しては、大型ミズによる有機物の分解、微生物相への影響及び重金属濃度の低減など、数多くの研究がなされている。しかしながら、大型ミズ以外の土壌動物についての知見は乏しい。そこで本研究では、堆肥化過程に出現する小型ミズに注目し、下水汚泥の堆肥化において小型ミズが大腸菌及び大腸菌群の生残にどのように影響するのかを調査することでミズ類の共働的効果を検証した。

2.実験方法

高さ 150 mm、直径 50 mm の円筒ケースに含水率を 58.5 %に調整した供試材料(濃縮下水汚泥と牛糞堆肥)を入れ、供試材料の高さが 100 mm になるように調整した。牛糞堆肥で 1 週間馴養した約 3.14 g の大型ミズ(*Eisenia fetida*)と 25 匹の小型ミズ(*Enchytraeus albidus*)を円筒ケースに投入し、25 °Cのインキュベーター内で実験を開始した。実験の処理区として、大型ミズのみ(大)、小型ミズのみ(小)、大型ミズと小型ミズ(大+小)及びミズなし(無)を設け、各 4 連で実験を行った。そのうち各 1 連は小型ミズの数測定のために設けた。毎日 1 回円筒ケースのふたを開閉し換気した。7 日後に実験を終了し、円筒ケースを 3 等分に上・中・下層に分け、大腸菌数、大腸菌群数、強熱減量、pH 及び電気伝導率(EC)を測定した。

3.結果及び考察

図-1 に示すように大腸菌群数は、大型ミズのみが存在すると増加した。これに対し、小型ミズのみが存在すると、ミズがない実験区と同様に大腸菌群数は影響を受けなかった。両方のミズが存在すると、大腸菌群数は増加したが、特に上層の増加が著しく、それは大型ミズのみが存在する実験区よりも多くなった。

図-2 に大腸菌数の変化を示す。大型ミズのみが存在すると、上・中層で大腸菌数が増加した。これに対し、小型ミズのみが存在すると、ミズがない実験区と同様に大腸菌数は減少した。両方のミズが存在すると大腸菌数は増加したが、最も変化した上層での増加度は大型ミズのみが存在する実験区よりも小さくなった。

大型ミズによる堆肥の摂食活動が分解開始初期(3~7 日)の大腸菌数を増加させることが、報告されている(Williams et al., 2006)。大型ミズのみが存在する条件下で、分解開始から

7 日間経過後の大腸菌数が増加した本研究結果は、Williams らの報告と一致した。これは、大腸菌の環境条件への適応と大型ミズの摂食活動により大腸菌が利用可能な有機物が増加したことによると考えられ、大腸菌以外の大

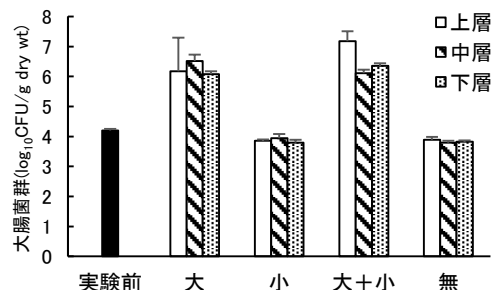


図-1 大腸菌群数(平均値±標準偏差)の変化

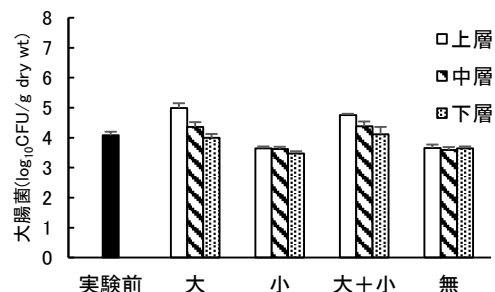


図-2 大腸菌数(平均値±標準偏差)の変化

キーワード: 大型ミズ、小型ミズ、下水汚泥、堆肥化、大腸菌群、共働

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学工学部 環境生態工学研究室

腸菌群も同様の理由により増加したことが考えられた。一方で、小型ミズの存在は、単独では大腸菌及び大腸菌群数には影響を及ぼさなかったが、大型ミズとともに存在すると効果を現した。すなわち、大腸菌の増殖を阻害する一方で、大腸菌以外の大腸菌群の増殖を促進した。これは、大型ミズが分解した有機物の小型ミズによる利用が大腸菌と競合して大腸菌の増殖を阻害し、相対的に大腸菌群の増殖を促進する効果となったためと考えられる。以上の結果から、下水汚泥由来の大腸菌及び大腸菌群の生残に大型ミズと小型ミズが共働的に働くことが明らかとなった。

図-3 に牛糞堆肥に脱水下水汚泥を混合し、一定の大型ミズ数下で小型ミズ数を変化させた時の大腸菌群の生残数を示す。小型ミズ数の増加に伴って下水汚泥由来の大腸菌群の生残数は減少した。小型ミズ *E. albidus* は体長が 1 mm 以下と大型ミズに比べて非常に小さく、大型ミズに対して一定以上の個体数が存在することで、小型ミズの影響が現れ易くなったと考えられる。この結果より、小型ミズの比率が高い条件下では、下水汚泥由来の大腸菌数の増加を抑制できることが推察される。

大腸菌群を含む微生物の生残へ及ぼす大型ミズの影響として、排出された糞からの易分解性有機物の供給(Tiunov & Scheu, 2000)、大型ミズ腸内微生物の競合(Thorpe et al., 1993)、そして大型ミズによる抗菌性化学物質の分泌(Wang et al., 2003)などが考えられる。本研究では、実験開始前後の供試材料の強熱減量、pH 及び EC を比較することで、大腸菌及び大腸菌群の基質としての性状の変化を調べた。その結果、図-4 の強熱減量の変化に示されるように微生物及びミズ類の活動により有機物は分解されたが、pH はほとんど変化しなかった。一方で、EC は大きな違いを示し、ミズが存在しないと EC は大きく増加したが、大型または小型ミズのどちらかが存在すると EC はほとんど変化しなかった。大型ミズと小型ミズの両者が存在すると EC は上層から下層に濃度勾配を形成した。大型ミズと小型ミズの分解活動が同時に行われることで、相乗的な有機物の分解と無機化が起こり、有機酸や硝酸などの EC を上昇させるイオンの生成が進むことが、Sandor & Schrader (2012)によって報告されている。このような基質の化学的な変化も大腸菌及び大腸菌群の増殖に共働的な影響を及ぼした要因の 1 つと考えられた。

4.まとめ

下水汚泥由来の大腸菌及び大腸菌群の生残に及ぼす大型ミズと小型ミズの影響を調査した結果、ミズ類が共働的に作用することが明らかとなった。大型ミズが生息環境の改変や競合微生物の低減を通して大腸菌群を増加させる一方で、小型ミズは大腸菌の増殖を抑制し、大腸菌以外の大腸菌群の増殖を促進した。小型ミズ数の比率が高い条件下では、大型ミズによる下水汚泥の堆肥化における大腸菌の増加を抑制できることが期待できる。

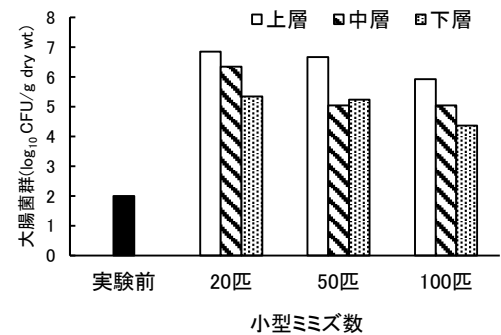


図-3 異なる大型・小型ミズ数比率における大腸菌群数の変化の比較

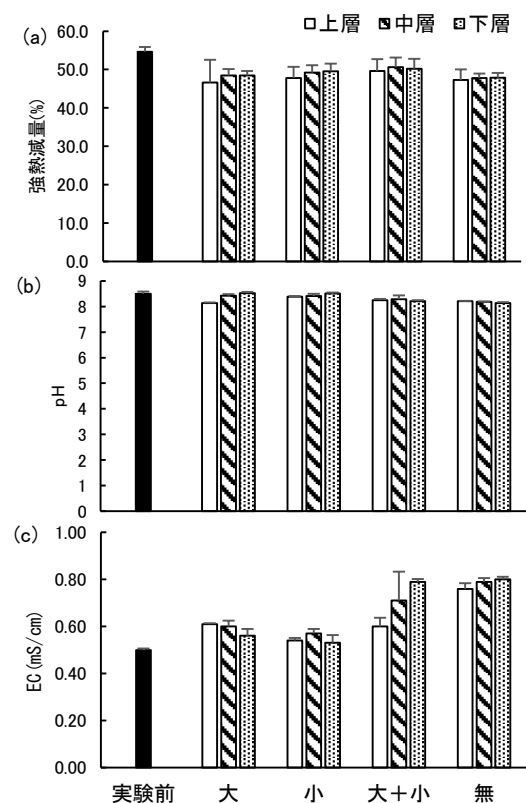


図-4 供試材料の強熱減量(a)、pH(b)及び EC(c)の平均値±標準偏差の変化