

室蘭工業大学

正員

穂積 淳

学生員

○依藤 友久生

1. はじめに

下水処理の普及に伴って増大する汚泥の処理・処分によって、処理の経済性、埋立地あるいは投棄先の確保および環境汚染問題等幾多の困難な問題に直面している。地方、農業においては多年に渡る化学肥料の施用によって農地の有機質材や微量成分が不足し、地力の衰えが問題となっている。このような事情が相まって、有機質材や無機の肥料成分に富む下水汚泥を農業利用あるいは土壌改良材として活用するための研究が数多くなされている。消化汚泥あるいは表状汚泥を土壌還元する場合の問題点の一つとして、降雨時における還元土壌浸透水や汚泥からの脱離水による地下水汚染の可能性が挙げられる。そこで、本研究では、沈降濃縮のみを行った表状汚泥を対象とし、汚染物質として窒素とリンを取上げ、土壌還元の際でのこれらの物質の挙動について若干の実験的検討を加えた。

2. 実験装置および実験方法

実験は樽前山産出の火山灰土壌と市内下水処理場から採取した余剰汚泥を用いて行なった。実験装置は、内径20 cmの塩化ビニール製の円筒の下部に内径5 mm、個数89個の穴（開孔率4.9%）を有する真鍮製の円板を付したものである。円板の上面には粗目のろ布と少量の清浄な砂が敷かれており、火山灰の流出防止し得るようになっている。実験の手順は次のようである。①所定量の火山灰を一定の間隔比となるように適当に締めつつ所定の土層厚となるように円筒に充填する。②次に、所定の汚泥濃度となるように静置濃縮した下水汚泥と所定量の火山灰を十分に練り混ぜて混合土を作製し、火山灰土層上面に厚さ20 cmとなるように充填する。なお、火山灰に対する下水汚泥の混合割合は汚泥からの脱離水が混合土層から下部の火山灰層へ流出しない限界の値とした。¹⁾ ③雨量強度1.3~2.3 mm/hrに相当する所定量の水道水を混合土層表面上に均等に散水する。④円筒底部から流出する浸透水を所定の時間間隔毎に採水し、その水質を5~7日間に渡って測定する。

上記の実験と併せて、吸着平衡実験を行なってリンとアンモニア性窒素に対する火山灰の吸着・イオン交換能力を求めるとともに、その吸着能力の程度を知るために数種の粘土鉱物のリンとアンモニア性窒素に対する吸着・イオン交換能力を求めた。吸着平衡実験は吸着剤としての火山灰粒子と粘土粒子を供試液中に一樣に懸濁・遊走せしめるために振とう機を用いて行なった。

3. 実験結果と考察

図-1~図-3はそれぞれアンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)、亜硝酸性窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)及びピリン(P)の経時変化を混合土下部の火山灰層厚0, 20, 40 cmの場合について示したものである。火山灰層厚0 cmの曲線は混合土層から浸透水中に溶出してくる成分の濃度比を表わす。このうち、混合土層中の火山灰そのものから溶出してくる成分は微量で無視し得るが、溶出成分は全て混合土層中の下水汚泥に由来するものとみなし得る。したがって、火山灰層厚0 cmと20 cm及び40 cmの曲線間の縦距、すなわち濃度差は下層の火山灰によって吸着もしくはイオン交換されたことに起因するもので、これらの曲線と時間 $t=0$ と $t=t$ の直線で囲まれた面積は時間 t までに火山灰に吸着された成分の全量を表わす。図-1の $\text{NH}_4\text{-N}$ の場合、火山灰層0 cmではその濃度は緩やかに減少し、50時間経過後で0.03 ppm程度となるが、層厚20 cm及び40 cmではその濃度は急激に減少し、50時間経過後で0.01 ppm程度となる。

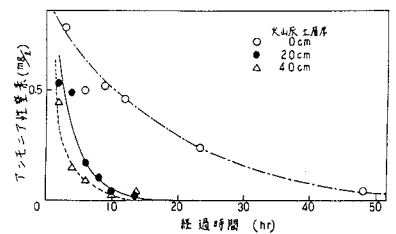
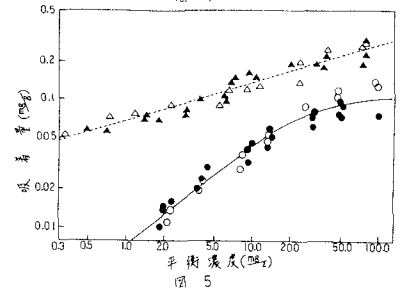
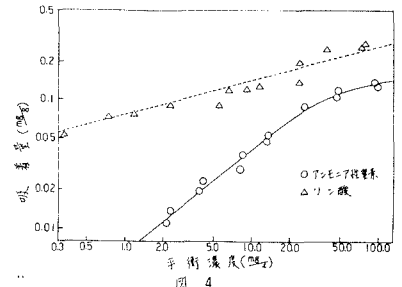
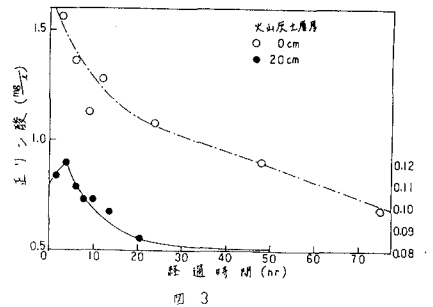
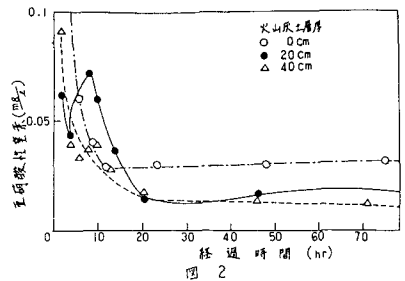


図 1

0 cmでは濃度変化は急激で、経過時間1時間程度で0.03 PPMとなり、比較的短時間の間に $\text{NH}_4\text{-N}$ の流出過程は完了に近づいている。したがって、 $\text{NH}_4\text{-N}$ に対する火山灰の吸着効果は高いものと考えられる。一方、図-2の $\text{NO}_2\text{-N}$ の場合には、火山灰層厚0 cmでは経過時間12時間程度まではその濃度は急激に減るが、それ以降は0.03 PPM程度の一定値を示し、層厚20及び40 cmの場合もほぼ同様の傾向を示し、経過時間20時間以降では0.02 PPM程度の一定値を示す。したがって、亜硝酸性窒素に対しては火山灰の吸着効果は期待できないものと考えられる。 $\text{NO}_2\text{-N}$ は水への溶解が高いので土粒子による吸着保持はなされず、容易に水とともに移動する特徴があるとされている。²⁾ 図-3のPの場合には、火山灰による吸着・イオン交換の効果が $\text{NH}_4\text{-N}$ の場合と同様に高く、火山灰層厚0 cmでは75時間経過も0.7 PPM程度の値を示すが、層厚20 cmでは0.08 PPM程度の値となっている。なお、硝酸性窒素の流出濃度の密出量は極めて微量でその濃度変化の追跡は不可能であった。



$\text{NH}_4\text{-N}$ とPに対する火山灰の吸着効果が認められたので、この点について検討した。図-4の実線と破線はそれぞれ $\text{NH}_4\text{-N}$ とPを単独に含む供試液を用いた場合の火山灰の $\text{NH}_4\text{-N}$ とPに対する吸着等温線である。Pに対する吸着等温線は $\text{NH}_4\text{-N}$ に対するそれよりも上方に位置し、火山灰のPに対する吸着能力は $\text{NH}_4\text{-N}$ に対するそれよりも大きい。Pに対する両対数プロットの吸着等温線は本実験の濃度範囲内ではほぼ直線とみなし得るが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の場合には吸着等温線は緩やかな曲線となる。したがって、吸着等温式としてはフリーラングム式を適用すべきであると考えられるが、図中には参考のため両対数プロットの直線部分に対して求めたフロイントリッヒの吸着等温式を記した。図-5の実線と破線はそれぞれ $\text{NH}_4\text{-N}$ とPをともに含有する供試液を用いた場合の各吸着質に対する吸着等温線を示したものである。この場合の2成分系の吸着等温線は図-4の1成分系の等温線と概略一致する。したがって、

$\text{NH}_4\text{-N}$ とPの火山灰への吸着は競合関係はなく、 $\text{NH}_4\text{-N}$ とPに対する火山灰の吸着点は異なるものと考えられる。図-6及び図-7は本実験に用いた火山灰と数種の粘土鉱物の $\text{NH}_4\text{-N}$ とPに対する吸着能力を比較したものである。この点に関する考察は発表の際に述べることにしたい。

4. あとがき

下水汚泥の土壌還元する際の $\text{NH}_4\text{-N}$ とPおよびその他の物質の挙動について今後さらに して行きたい。

(引用文献) リ總編・阿部:土木学会北海道支部論文報告集,第37号,(1981) 2)尾形:用水と wastewater, Vol 20, NO1(1978)