

広島大学工学部 寺 西 靖 治 山 口 登 志 子
○大 上 幸 治 浅 野 達 也。

1.はじめに 近年問題となっている富栄養化の防止対策として、その一要因となっている排水中の窒素、リンを除去する為、3次処理の重要性が認識されて来ている。しかしながら従来の処理法は、その技術的管理、コスト等の面から見れば、多大な設備、大量のエネルギーの消費等、地方都市の限られた経済事情の中では、処理を実施するのにかなりの問題点がある。そこでそれらの問題点を解決する画期的処理法として、土壌処理法が注目されて来た。土壌処理は、その管理運営をうまく行えば窒素、リンの除去、地下水等水系への水の涵養等数々利点をもつが、適用を誤ると取り返しのつかない環境破壊を招くことになる。そこで本研究では、土壌処理システムにおいて、将来の制限因子の1つとなるウリンの除去に着目する。リンの除去に関しては、その要因として土壌への吸着固定、微生物への同化、植物への吸収等が考えられるが、その大部分は土壌への吸着固定で占められる。今回は基礎的研究として、植物への吸収という条件を除外して前記の2つにしぼり、土の種類および散布水濃度を变化させて、この条件がリンの除去にどのような影響を及ぼすかを追求し、又土壌中でのリンの挙動除去効果等について考察を行ったものである。

2.実験装置および実験方法 実験装置を図-1に示す。ライシメーター本体は塩ビ製のカラムで、壁面には流入水が内面を伝って通過しないように、つめる土と同じ土を接着剤ではりつけた。ライシメーターは6器作成し、標準砂、真砂、腐植をそれぞれ2器ずつ充填した。散布水は人工下水として、トリポリリン酸ナトリウム溶液を用い、標準砂、真砂、腐植を充填したライシメーター1器ずつ計3器に濃度20ppmの溶液で、もう一方の3器に濃度60ppm溶液を用い、そしてそのどちらにも負荷量410cc/日(50%)で毎日散布した。実験開始前には、土壌中にあらかじめ含まれていたリン量を求めておき、流出水については2日に1回採水し、T-P、 PO_4-P 、PH、ORPの経日変化を追跡した。次に上記と同様な実験を前よりも2倍の高さのライシメーターを用いて行った。この場合の散布水は、濃度5ppmと10ppmのリン酸一カリウム(KH_2PO_4)溶液を用い、負荷量は158cc/日(20%)とした。以後前記をHigh rate実験、後者をLow rate実験ということとする。もう一方の散布実験と並行して、標準砂、真砂、腐植200gを①リン酸一カリウム溶液濃度10ppm、初期水量4000ml ②同溶液濃度1ppm、初期水量3000ml中にそれぞれ入れて、1日に1回かき混ぜて経日的に溶液を抽出して正リン試験を行い、溶液濃度の経日変化を求め、溶液中のリンの土壌への吸着の様子から吸着容量を推定した。なおこの実験においても、実験開始時には土壌の含水比、含水率を測定した。

3.結果と考察 High rate実験におけるT-Pの流出水の経日変化を図-2に示す。濃度20ppmの標準砂は 散布開始後8日目付近で散布濃度のまま流出していることから、この付近で吸着容量に達した事を示す。真砂は他に比べ比較的良好に吸着している事がうかがえ、除去率も、吸着容量に達していない1週目は、他の土壌が平均50%台であったのに比べ、両濃度ともに91%と非常に高い値を示した。

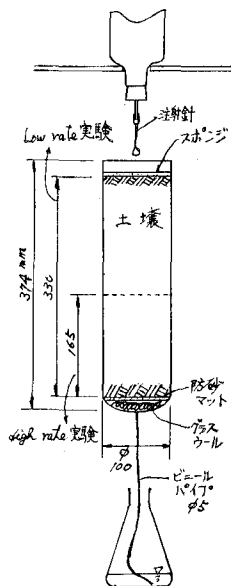


図-1 実験装置

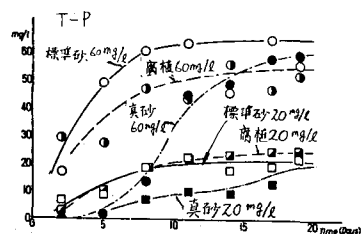


図-2 (流出水の経日変化) (high rate 実験)

Low rate 実験におけるT-Pの流出水の経日変化を図-3に示す。標準砂については、散布開始後36日頃から散布水濃度が5, 10 mg/lと異、ても、両方共に流出水のT-P成分が増えているので、吸着飽和に両方共に近づきつつある。真砂、腐植についてはかなりの余裕がある。流出水のT-Pの平均水質としては、標準砂で散布濃度5 ppm、10 ppmで0.45, 0.81 ppmであり、真砂、腐植については同様に0.13, 0.165 ppmとして0.289, 0.631 ppmであった。又平均的な除去率は、標準砂95.8, 96.6%, 真砂97.3, 98.6%, 腐植95.4, 94.3%であった。これから全体的に非常に大きいリンの除去効果をあげていることがわかる。その中でも真砂は除去効果が最も大きい。

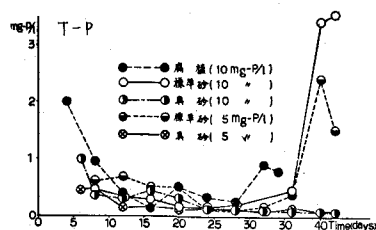


図-3 流出水の経日変化(Low rate実験)

次にHigh rate 実験での、リンの累加蓄積の様子を図-4に示す。これから標準砂濃度20 ppmは8日付近で吸着飽和に達し、真砂20 ppmはまだ蓄積の余裕がうかがえる。そして標準砂60 ppmは8日付近で真砂60 ppmは13日付近でそれぞれ吸着容量に達している。これから、散布濃度が濃くなると、吸着容量も大きくなることが確かめられる。PHについては、吸着固定に及ぼす影響は非常に大きいといわれているが、本実験では流出水のPHはそれぞれ、標準砂7~8、真砂6~7、腐植4~5であった。これにより標準砂は1%以下の泥土と、0.5%含有のCaOより主に沈殿吸着されるが、その含有量が非常に少ないので、吸着容量が小さく、たのである。真砂に関してはPH6~7の場合25~15%含有のAl₂O₃が関与し、PH7~8では8~4%のCaOが沈殿をおこす。そして真砂の主成分はカオリ土であるので、この陽荷電の破壊原子面に吸着固定され、その吸着容量がかなり多くなったものと思われる。

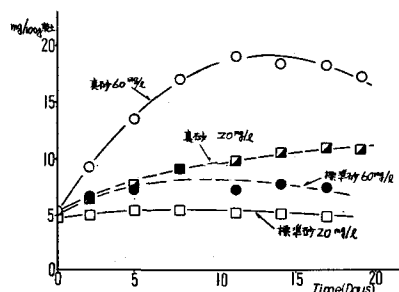


図-4 T-Pの累加蓄積 (High rate実験)

表-1 吸着容量の推定

	100g乾土当りの 吸着容量(mg-P)	カラム土壌の 吸着容量(mg/g)	実験開始からの吸着 容量までの日数(日)
標準砂(10)	8.37	418.5	55
" (20)	8.70	217.7	6
" (60)	9.20	231.5	3
真砂(10)	19.11	960.0	288
" (20)	30.20	530.0	46
" (60)	32.84	576.3	17

表-1に標準砂、真砂のFreundlichの吸着等温式からの吸着容量の推定を示す。標準砂、真砂に対して原式は次のようである。

$$\text{標準砂} \cdots x = 7.34 \times C^{0.057}$$

$$\text{真砂} \cdots x = 9.529 \times C^{0.3022}$$

(x : 土壌100g乾土当りの吸着限界)
(C : 散布水濃度)

図-2の結果から、散布水濃度10 mg/lの標準砂の流出水については、開始後42日でT-Pが4.4 mg/lまで増え、吸着飽和に近いので上式の妥当性がうなずけ、標準砂20 mg/lは図-3でピークが8日であるから適用できると思われる。真砂についても濃度が10 ppmの流出水は、42日においてもまだ蓄積限界には日数がかかりかかると思われ、20 mg/lの場合も、まだ図-3から蓄積途中(21日)であるのでFreundlichの吸着等温式の適用の可能性を示唆している。一方60 mg/lの濃度では図-3から、吸着飽和日は標準砂は13日となり適用出来ない。以上から散布濃度20 mg/l程度までの散布水ならば負荷量の大小に係らずFreundlich式の適用の可能性がわかることがわかった。

4. おわりに 以上のことから、土壌処理を実際に運用するにあたり、リンについて見れば、土中のPH、水分含量等をうまく管理すれば、Freundlich式などにより土壌の吸着限界をあらかじめ求めておけば、本実験で行った負荷量ぐらいでは、処理の限界などを推察出来るのではないと思われる。しかしながらHigh-rate systemのように、十分な接触時間が取れない場合、つまり滞留時間が非常に小さい土壌等では、吸着の条件が悪くなる。そうい、た場合には、Freundlich式の適用の妥当性は、今後の課題である。