

国立公害研究所 正会員

○ 岩 田 敏

国立公害研究所 正会員

村 田 浩 爾

1. 序 本研究では、栄養塩物質による土壌及び地下水汚染の機構を解明するために、栄養塩物質としてリンを用い、小型土壌コラム中の不能和浸透に伴う可能吸着量を実験的に求めた。またこれと比較するために、降雨浸透実験に用いたものと同様の砂を用い、吸着実験も行なった。

2. 実験方法・装置及び試料 降雨浸透実験に用いた小型土壌コラムは、Fig. 1に模式的に示したようなものであり、径10 cmの透明アクリル製円筒で、試料部の高さは25 cm、そのうち上端から10 cm及び15 cmで円筒が分割できるようにし、としている。試料部は、Table 1に示したような土質特性をもつ川砂を水洗後、風乾状態にしたものを用い、コラム中に一定の高さより空中落下させることにより一定の間隔キレを保たせている。このコラムに、定量ポンプにより、降雨強度にして30 mm/hourとなるように調整した降雨を与えた。降雨を受ける面には、一様浸透流をうけるために3紙を置いた。コラム下断部では、ステンレスメッシュで試料を支え、その下はロート状となっており、流出水を受け、流出水の流れを一定にするため、ロート内はガラスビーズで充填した。降雨は、最初にイオン交換水の流れが定常状態となるまで流し、その後濃度一定の PO_4-P 溶液を、流出水が降雨と同じ濃度を示すまで流し続けた。今回は、濃度5 mg/l, 10 mg/l, 20 mg/lの3通りの降雨について行った。

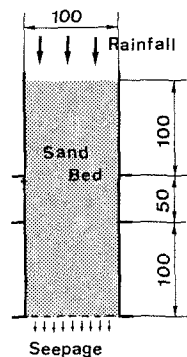


Fig. 1

小型土壌コラム

降雨終了後、土壌上端面より12.5 cmの試料を採取し、凍結乾燥の後、その内5 gを200 mlのイオン交換水に入れ、振とう機にかけ、試料によるリンの吸着量を測定した。測定に際しては、24～48時間ごとに100 mlを抜き取り、かわりに100 mlのイオン交換水を注入し、抜き取った水の PO_4-P 濃度を測定するという方法により行い、流出量がほぼ0となるまでこの操作をくり返した。

specific gravity	2.634
average grain diameter	0.80 mm
void ratio	0.584
porosity	36.9 %

Table 1 実験用の土質特性

吸着実験は次に示すような方法で行った。

乾燥させた試料部を30 gとリ、一定濃度と設定した PO_4-P 溶液100 mlの中に入れ、24時間にもたせて振とうする。その後上澄液について0.45 μm のメンブランフィルターでろ過し、各ろ液について PO_4-P 濃度を求め、初期濃度との差より吸着量を求める。この方法をここではバッチ法という。また最終上澄液濃度は、平衡濃度と定義される。

土壌コラムによる降雨流出実験では、常に新たな一定濃度の溶液が、雨として供給されるため、上記のようなバッチ法で得られる吸着特性と異なり、特性を示すことになる。バッチ法において、もし溶液量を無限に大きくすることができればよいが、これは不可能であるため、次のようにくり返しバッチ法により、2倍和吸着量を求めた。すなわち、実験砂10 gを、降雨流出実験と同濃度の PO_4-P 溶液200 mlに入れ振とうし、1日ごとに100 mlを引抜き新たに同濃度の溶液を加えて、引き抜き溶液の濃度が初期濃度に達するまでこの操作をくり返す。

なお、 PO_4-P 濃度の測定は、溶液をアスコルビン酸で還元して、モリブデン酸ブルー法にもとづく自動分析装置(テフニコン社 オートアナライザー-II型)によって行なった。

3. 実験結果及び考察 降雨流出実験中に、流出水を採取し、その PO_4-P 濃度を測定することにより土壌コラム中の吸着状況を推定することとした。この結果をFig. 2に示す。それぞれのケースについて、流出水の濃度が、降雨に用いている溶液と等しい濃度を示した時点で吸着が飽和点に達したものととして実験を打ち切った。

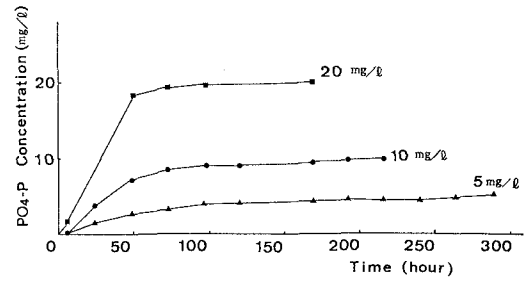


Fig. 2 流出水の濃度変化

次に、コラム内より採取した実験砂を用いた溶出試験の結果をFig. 3に示す。これにより、砂1g当りの吸着量は、5 mg/lの降雨の場合11 μ g/g、10 mg/lの場合17 μ g/g、20 mg/lの場合には20 μ g/gとなった。

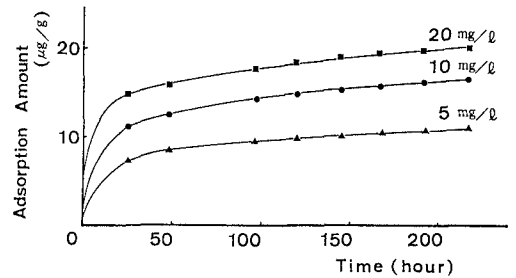


Fig. 3 実験砂の溶出試験結果

さらに、実験に用いた砂の吸着特性を把握するためにバッチ法及びくり返しバッチ法により、吸着実験を行った。

バッチ法の場合、初期濃度を種々に変えて実験を行いその結果をFig. 4及びFig. 5に示す。Fig. 4は、各平衡濃度に対する吸着量の関係を示したものであり、Freundlich型の吸着等温線(吸着量 $=KC^{1/m}$, K , m は定数)がよく適合しているが、平衡濃度が高い部分と低い部分で勾配が異なり、両者の吸着機構が異なっているのではないかと考えられる。

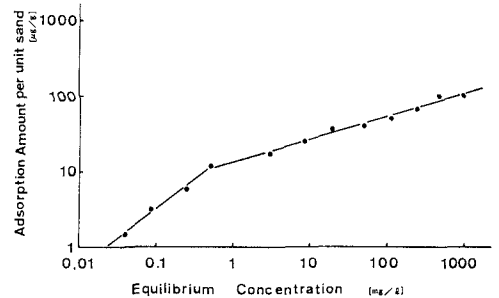


Fig. 4 実験砂の吸着等温線(バッチ法)

Fig. 5は初期濃度に対する吸着量の変化を示したものであり、これより 5 mg/lに対しては13 μ g/g、10 mg/lに対しては19 μ g/g、20 mg/lに対しては28 μ g/gの吸着量を得られた。

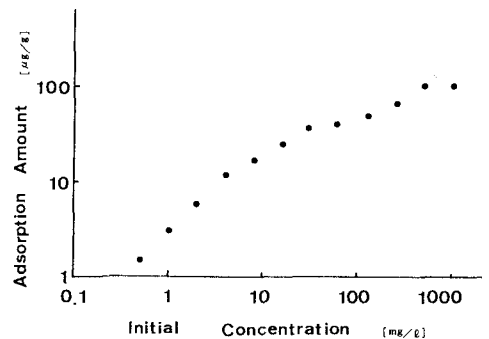


Fig. 5 実験砂の吸着可能量(バッチ法)

常に一定濃度の溶液が供給されるという、降雨流出実験と似た条件下での吸着機構を知るために行、たくり返しバッチ法では、濃度5 mg/lでは34.0 μ g/g、10 mg/lでは45.8 μ g/g、20 mg/lでは46.0 μ g/gという結果を得た。

吸着リンの抽出方法が確立されていないために、今回用いた振とう法による抽出は、少なめに出ること等を考慮しても飽和浸透液に対するリンの吸着量は、くり返しバッチ法による場合の1/2~1/3程度であり、両者には、明らかな差があると考えられる。

最後に、有益な評議をいただいた埼玉大 佐藤邦明助教授に謝意を表する次第であります。

参考文献 村田 和見 「降雨による土壌中の不飽和浸透液に伴う栄養塩の吸着と流出に関する実験的研究」 国立公害研究所報告 第14号, 1980