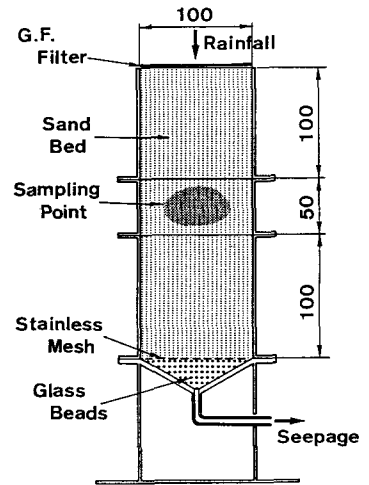


国立公衆研究所 正会員 岩田 敏
国立公衆研究所 正会員 村岡 孝爾

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の一環として、現象を単純に把握するために、モデル工壌に河川砂を用い、小型土壌コラム中の不飽和浸透流による PO_4-P の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、同一の試料を用いて、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 に示したようなものであり、径 10 cm の透明アクリル製円筒が試料部の高さは 25 cm、そのうち上端から 10 cm 及び 15 cm の所で円筒が分割できるようにし、ている。試料として用いたのは、比重 2.64 平均粒径 0.80 mm の川砂を水洗後、風乾状態にしたものであり、コラム中に一定の高さより落下させることにより、一定の間隙比 (0.58) 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 1230 mm/h とするように調整した降雨を与えた。降雨をうける面には、一樣浸透流をうけるために 3 枚を置いた。コラム下端部ではステンレス・メッシュで試料を支え、その下はロータ状となっており流出水をうける。この流出水の流れを一定にするために、ロータ内をガラスビーズで満たした。降雨は、最初にイオン交換水を流しかつ定常状態になるまで流し、その後濃度を一定とした PO_4-P 溶液を、流出水が降雨と同じ濃度を示すまで流し替えた。実験は、濃度が 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0, 20.0 mg/l の 6 通りに Fig. 1 小型土壌コラム



ついで行なった。降雨終了後、土壌上端面より 12.5 cm の点の試料を採取し、凍結乾燥の後、5 分を 200 ml のイオン交換水中に入れ、振とう機にかけ、216 時間にかた、224~48 時間ごとに 100 ml を新鮮なイオン交換水に入れ換え、抜き取り、その水の PO_4-P 濃度を測定して、その吸着量を算出した。これとは別に、5 分の試料を 200 ml の 1 規定の塩酸中に入れて 6 時間振とうし、塩酸中の PO_4-P 濃度を測定して、同様に吸着量を算出した。また、降雨と土壌コラムからの流出水との濃度差から、 PO_4-P の収支を計算することにより、吸着量を求めた。

吸着実験は 2 通り行なった。第 1 に、乾燥させた試料 30 分を、一定濃度の PO_4-P 溶液に入れ、24 時間にかたして振とうする。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、ろ過液について、 PO_4-P 濃度を求め、初期濃度との差より吸着量を求める。この最後の上澄液濃度は平衡濃度と定義され、この方法を、ここではバッチ法と呼ぶ。

第 2 に、土壌コラムによる降雨流出実験では、常に新鮮な一定濃度の溶液が、降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は異なり、その性状を示すと考えられるため、次に示すようなより近しいバッチ法により、飽和吸着量を求めた。すなわち、乾燥した実験砂 10 分を、降雨流出実験と同濃度の PO_4-P 溶液 200 ml 中に入れ、振とうし、1 日ごとに 100 ml を引き抜き、かき回し、初期濃度と等しい濃度の溶液を加える。引き抜いた溶液は、バッチ法の場合と同様に処理して、濃度を測定し、この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、モリブデン酸ブルー法にもとづく自動分析装置 (ラクニコン社、オートアナライザー II 型) により行なった。

3. 実験結果及び考察 降雨流出実験中の流出水の PO_4-P 濃度変化を Fig. 2 に示す。この図より、物質収支の考え方に基いて、この実験での可能吸着量を算出した。その結果は、Table 1 及び Fig. 4 に示す。Fig. 3 は、イオン交換水による溶出試験の結果を示したものである。Table 1 は、2つの吸着試験の結果及びイオン交換水による溶出試験と塩酸による溶出試験の結果、先に示した PO_4-P 収支の計算結果より、実験での可能吸着量を求め、並べたものであり、Fig. 4 はそれを図示したものである。

これらの図及び表より、第1に、それぞれの方法で求めた吸着量と、初期濃度あるいは降雨濃度との関係は Freundlich 型の吸着等温線（吸着量 = $K C^{1/n}$, K , n は定数）よく適合していること、第2に、バッチ法とくり返しバッチ法による吸着試験の結果は、明らかに異なっており、常に一定濃度の溶液を供給することにより、吸着量が増大すること、及び溶液の濃度がある程度より濃くすれば、バッチ法によることも、くり返しバッチ法によることも、結果に差がなくなるののではないかと考えられる。第3に、塩酸による溶出試験結果と PO_4-P 収支による計算結果とから求めた吸着量は比較的一致しているにもかかわらず、イオン交換水による溶出試験から

求めた吸着量はかなりかけ離れている。吸着には、物理的作用によるものと、化学的作用によるものがあり、イオン交換水による溶出試験では、このうち化学的作用による分は、ほとんど溶出させることができず、主に物理的作用による吸着量を示しているのではないかと考えられる。最後に、くり返しバッチ法による吸着量と、塩酸による溶出試験から求めた吸着量、 PO_4-P 収支の計算による吸着量の3者の結果は非常によく一致しており、有意差がないと考えられる。このことは、飽和状態であつても、不飽和状態であつても可能吸着量は変わらない。この可能吸着量は、平衡濃度のみに依存していることを示唆しているのではないかと考えられる。

今後は、降雨強度、間隔キレを変化させたケースを行なう必要があり、さらには実際の工境に近するアプローチも欠くことができないであろう。最後に、有益な助言をいただいた埼玉大学 佐藤邦明先生に謝意を表す。

参考文献 村岡 和見 降雨による工境中の不飽和浸透流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

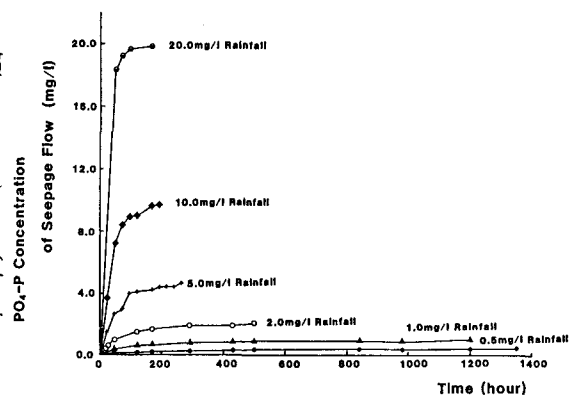


Fig. 2 流出水の濃度変化

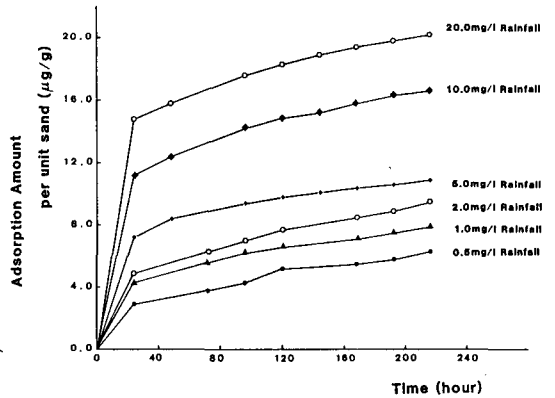


Fig. 3 イオン交換水による溶出試験結果

concentration(mg/l)	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0	20.0
batch	1.5	3.1	5.8	13	19	28
iteration batch	13	23	27	30	40	(90)
water extract	4.9	7.9	9.5	11	17	20
HCl extract	(16)	32	35	43	44	48
I/O balance	15	17	(13)	29	35	45

Table 1 Adsorption Amount per unit sand ($\mu g/g$)

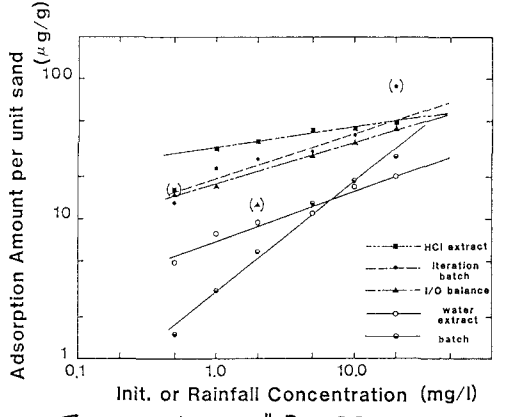


Fig. 4 濃度と吸着量の関係