

防衛大学校 (正) 山口晴幸 同 (学) 〇鶴居正行 同 (学) 能條将史

1. はじめに

近年、ヨーロッパやアメリカ合衆国北部地域はもとより、日本においても、酸性雨が非常に重要な問題となっている。図-1は、酸性雨の発生のメカニズムと土の緩衝作用のメカニズムについて、簡単にフローチャートにまとめたものである。ここで、酸性雨の発生のメカニズムについて簡単に述べておく。酸性雨の原因の代表的なものは、工場や自動車から放出される二酸化硫黄(SO_2)や窒素酸化物(NO_x)が、大気中のヒドロキシラジカル(HO)によって、硫酸や硝酸に転換され、その結果生じた酸が、乾燥した粒子となるか、雨やその他の降下物となって地上に落下することである。また土の緩衝作用については、大きく2種類があると考えられている。第1のメカニズムは、土質や植物が硫酸イオンや硝酸イオンを保持する作用があるので酸性度は変わらないというもの。第2のメカニズムは(こちらの方が重要であるけれども)、 Ca^{2+} や Mg^{2+} などのカチオン(陽イオン)交換メカニズムによるものである。従って、土質の相違によって、緩衝能力にかなりの差があると考えられる。そこで本報告では、各種試料の酸性雨に対する緩衝能力について考察する。

2. 試料及び実験

試料は、豊浦標準砂、黒ぼく土、関東ローム、しらす、福山まき土、木節粘土の6種類を使用した。各試料の基本的な物理特性については、表-1に示す。表中の含水率は、気乾燥後の含水比を意味している。また、各試料の粒度曲線については、図-2に示す。実験は、まず、土の深さ方向のpHの変化を測定するために、チューブに詰めた試料に予めpHを調整した3種類の浸透水を透して、深さ10cm毎に土のpHを測定した。次に、浸透水量と、土を通して浸透した流出水のpHの関係を見るために、アクリルパイプに試料を

表-1 物理特性

	Wn(%)	Liq(%)	Gs	pH
豊浦標準砂	* 0.26	0.31	2.641	7.3
黒ぼく土	79.71	23.16	2.325	6.2
関東ローム	87.02	14.97	2.533	7.4
しらす	* 0.80	3.53	2.369	6.5
福山まき土	13.50	1.50	2.610	5.2
磯尻じり砂	*12.92	11.01	2.626	7.1
木節粘土	* 1.50	6.40	2.650	4.8

表-2 試験条件

試料名	試料径 (cm)	試料長 (cm)	浸透水量 (g/cm ²)	浸透水 pH
豊浦標準砂	3.37	191.3	1.644	2.0 HNO ₃
	3.37	191.0	1.665	3.5 HNO ₃
	3.37	192.3	1.624	6.3 dis. W
黒ぼく土	3.36	84.2	0.966	3.5 HNO ₃
	3.36	83.4	0.962	6.3 dis. W
関東ローム	3.33	88.5	0.837	3.5 HNO ₃
	3.33	84.3	0.865	6.3 dis. W
しらす	1.83	89.5	1.093	3.5 HNO ₃
福山まき土	1.83	89.0	1.394	3.5 HNO ₃
磯尻じり砂	8.10	180.8	1.413	3.5 HNO ₃

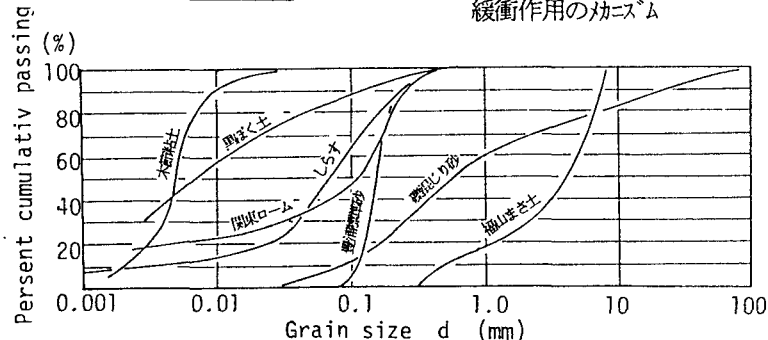


図-2 粒度曲線

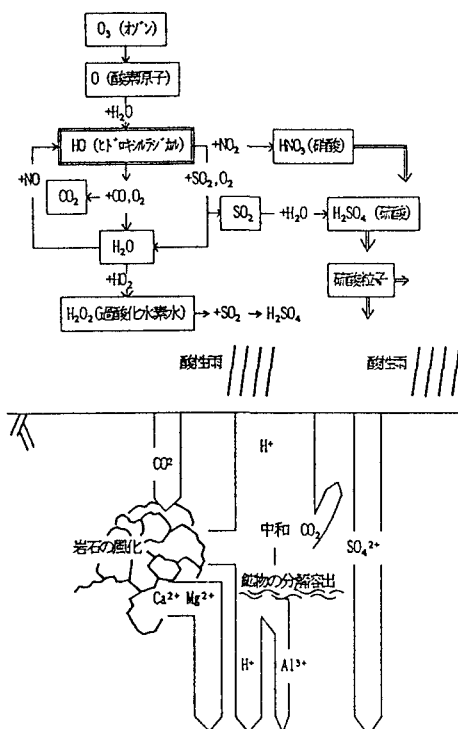


図-1 酸性雨発生のメカニズムと緩衝作用のメカニズム

詰めて水平にして密封し、表-2に示した試験条件で、浸透水を毛管作用で(水頭差約70cm)で流出させ、流出水のpHを測定した。pHの測定にあたっては、ガラス電極型pH計を用いて、土質試験法に準拠して実施した。

3. 実験結果及び考察

図-3は、深さ方向の土のpHの変化について示したものである。(A), (B), (C), (D)は、それぞれ、豊浦砂、関東ローム、黒ぼく土、しらすの結果で、(E)は、先の4つの試料と木節粘土の硝酸(HNO_3) pH3.5の浸透水の場合について、まとめたものである。この図から、有機質系の土(黒ぼく土、関東ローム)は、浸透水のpHの違いによらずほぼ一定の曲線になるのに比べ、無機質土系の土(豊浦砂、しらす)は、深度の浅い部分において、浸透水のpHの影響を顕著に受けることが分かる。また(E)図より、pH3.5程度であれば豊

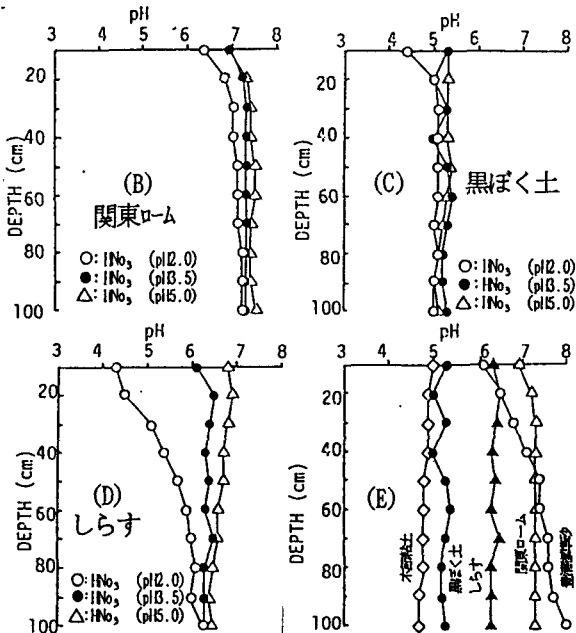


図-3 深さ方向のpHの変化

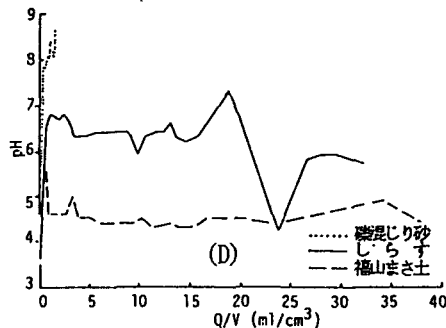
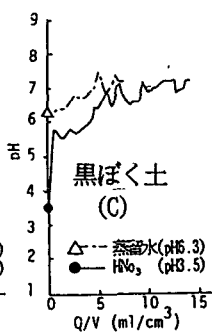
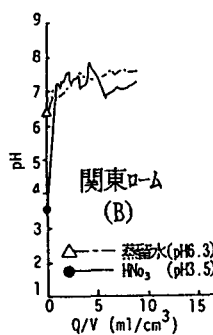
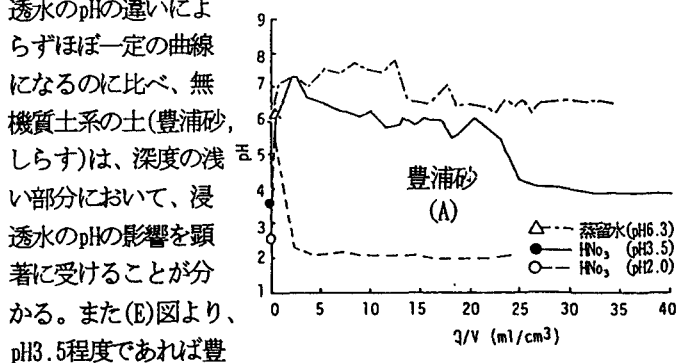


図-4 浸透水量と流出水のpHの関係

浦砂以外の土は表-1で示した土固有のpHの値とほぼ等しい値を最浅部より示しており、十分緩衝作用の範囲内であることが分かる。図-4は、浸透水量による流出水のpHの変化を、 Q/V (流量/試料体積)のスケールで表したものである。(A), (B), (C)はそれぞれ豊浦砂、関東ローム、黒ぼく土である。豊浦砂の場合、pH6.3で $Q/V=15$, pH3.5で $Q/V=4$, pH2.0で $Q/V=1$ くらいで曲線は下降傾向になっている。つまり、土自体の緩衝能力が減少し始めることが分かる。さらにpH3.5では $Q/V=2.5$, pH2.0では $Q/V=2$ くらいで初期の浸透水のpHとほぼ等しい値まで降下し、緩衝能力が消滅したことが分かる。しかし、有機質土系の土はpH3.5で $Q/V=15$ を越えても依然として高いpHの水を流出させており、緩衝能力の高いことが分かる。今後も実験を継続し、有機質土系の土質についても、緩衝能力の減少時期、消滅時期を把握し、更に、浸透水量による土自体のpHの変化を測定し、流出水の成分分析や土の物性の変化も含めて、酸性雨が土に与える影響について明確にしていきたいと考えている。