

塩分の吸脱着特性について

京都大学工学部 正 員 青木 一男
 京都大学工学部 正 員 嘉門 雅史
 NTT 正 員 〇杉本 和彦

1. はじめに

従来の地下水汚染問題は、地下水のみを対象とし、汚染物質の移流拡散問題としてとらえられてきた。しかし、地下水汚染と同時に、化学的反應による土粒子への有害な汚染物質の蓄積という形での、土壌そのものの汚染も重要な問題として考えなければならない。今までの研究において、陽イオンの土粒子への吸脱着現象には、ヒステリシスが存在することが明らかになっているが、その原因は究明されていない。そこで本研究では、地下水汚染の中でも多く生じている塩水化に焦点を当て、吸脱着現象にヒステリシスが存在する原因として、次の仮説を提案し、これを実験的に検討したものである。

仮説：吸脱着現象におけるヒステリシスは、溶液の電解質濃度の変化による吸着量の差 $c = a - b$ に起因する。

図-1において曲線A：吸着実験により得られた吸着量、曲線B：電解質濃度の影響を除いた吸着量、曲線C：脱着実験により得られた吸着量

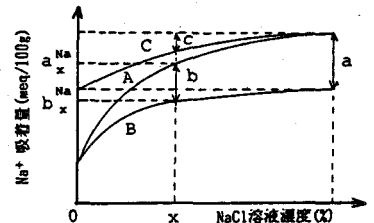


図-1 吸脱着特性

また、曲線Bは表-1を利用して次式により算出する。

$$b_x = a_0 + (a_0^{Ca} - a_x^{Ca}) + (a_0^K - a_x^K) + (a_0^{Mg} - a_x^{Mg})$$

$$= CEC_0^* - (a_x^{Ca} + a_x^K + a_x^{Mg})$$

ただし、 $(CEC_0^* = a_0^{Na} + a_0^{Ca} + a_0^K + a_0^{Mg})$

表-1 添加溶液濃度 0%およびx%における陽イオン吸着量

NaCl 溶液濃度 (X)	陽イオン吸着量 (meq/100g)			
	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺
0	a_0^{Na}	a_0^{Ca}	a_0^K	a_0^{Mg}
x	a_x^{Na}	a_x^{Ca}	a_x^K	a_x^{Mg}

2. 試料および実験方法

実験試料は、吸着剤として豊浦標準砂を用い、

添加溶液としてNaClの水溶液を用いた。吸着実験は、図-2に示す手順に従って行った。まず、実質重量20g相当試料を取りこれに蒸留水100mlを添加、十分かくはんし、1時間放置する。次にx% NaCl水溶液100mlを添加、十分かくはん、1時間放置する。これにアルコール洗浄、遠心ろ過し、ろ液を捨てる操作を2回繰り返し、間げき水中の陽イオンを洗い落とす。さらに10%CH₃COONH₄水溶液200mlを添加、十分かくはんし、1時間放置後遠心ろ過する。そのろ液中のNa⁺, Ca²⁺, K⁺, Mg²⁺の各イオン濃度を原子吸光分析により測定した。添加溶液濃度xとして0.5から7%まで0.5%きざみとした。脱着実験は、図-3に示す手順に従って行った。まず、実質重量20g相当試料を取りこれに蒸留水a mlを添加、十分かくはん

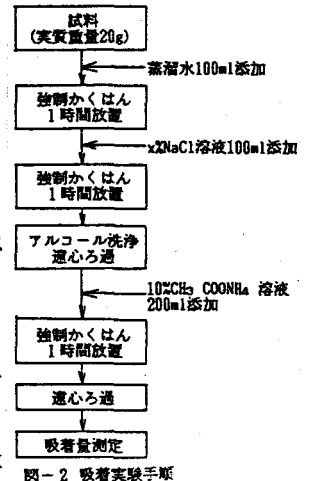


図-2 吸着実験手順

んし、1時間放置する。次に

7.0%NaCl水溶液 b ml 添加、十分かくはんし、1時間放置する。

さらにこの溶液より d ml 抽出し、蒸留水 c ml を添加、十分かくはんし、1時間放置する。これに

アルコール洗浄、遠心ろ過し、ろ液を捨てる操作を2回施し、間引き水中の陽イオンを洗い落す。

さらに10%CH₃COONH₄水溶液200mlを添加、十分かくはん1時間放置後遠心ろ過する。そのろ液中のNa⁺、Ca²⁺、K⁺、Mg²⁺の各イオン濃度を原子吸光分析により測定した。なお、a、b、c、dについては、表-2に示したとおりである。

3. 実験結果および考察

Na⁺ 吸着過程における溶液濃度とNa⁺ 吸着量、またこの吸着過より、仮説に従って求められる脱着過程におけるNa⁺ 吸着量、電解質濃度の影響を除いたNa⁺ 吸着量を図-4に示した。また、溶液濃度3.5%からの脱着過程におけるNa⁺ 吸着量を図-5に示した。図-5によると脱着実験によるNa⁺ 吸着量と仮説に従って求められる脱着過程におけるNa⁺ 吸着量とはほぼ一致している。このことより本研究で提案した仮説が実証された。すなわち陽イオンの土粒子への吸脱着現象におけるヒステリシスは、溶液の電解質濃度の変化による吸着量の差 $c = a - b$ に起因していると考えられる。

4. おわりに

吸脱着現象においてヒステリシスが存在する原因として、仮説を提案しそれを実験的に検討した結果、仮説の妥当性が実証された。ここでは、透水層としての地盤を豊浦標準砂で構成されると仮定している。現地盤でも同様の特性を示すものとみなされるが、吸脱着そのものについては対象地盤ごとに求める必要がある。なお本研究に際し多大な御援助、御指導をいただいた京都大学赤井浩一教授に深く感謝いたします。

(参考文献)

- 1) 青木ら：地下水の塩化に伴う吸着現象について，第38回土木学会年講，pp.249～250,1983
- 2) 青木ら：地下水の塩化に伴う吸着現象について(II)，第39回土木学会年講，pp.721～722,1984

表-2 脱着実験における溶液添加量

最終溶液濃度(%)	a(ml)	b(ml)	c(ml)	d(ml)
0.25	50	50	325	75
0.50	50	50	300	50
0.75	50	50	275	25
1.00	50	50	250	—
1.25	50	50	180	—
1.50	50	50	133	—
1.75	100	100	200	—
2.00	100	100	150	—
2.25	100	100	111	—
2.50	100	100	80	—
2.75	100	100	34.5	—
3.00	100	100	33.3	—
3.25	100	100	15.4	—

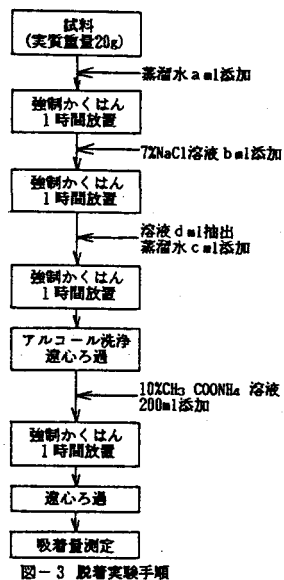


図-3 脱着実験手順

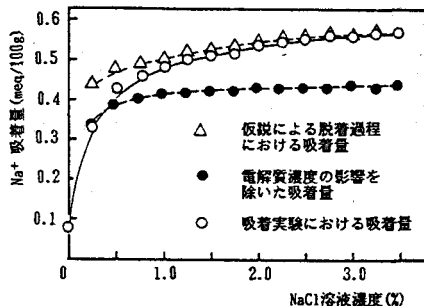


図-4 仮説より求めたNa⁺ 吸着量

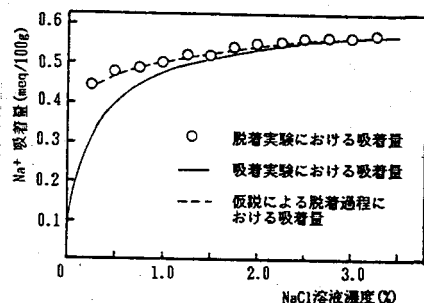


図-5 脱着実験におけるNa⁺ 吸着量