

日本大学生理工学部, 都立高専* (田) 金井 昌邦, (田) 三森 照彦*

目的: 水処理において 特にコロイド粒子の凝集機構の基礎的研究には, γ-電位が用いられる。

前号回において本講演会で 電解によるγ-電位の挙動を報告してきた。今回は, 電解液中での電流のキャリアーバイオンであることに注目し, 定電流の条件のもとで実験を行なった。

実験方法: 試料には次に述べる方法で作製した精製カオリンを用いた。市販のカオリン10gと蒸セン付メスシリンダー1mlにシリカを加えて1mlとし, 1分間激しく振り混ぜて水中に分散し, 常温で10分間静置後, サイホンで液面から50mmまでの液を捨て, その下150mmまでの液を採取した。採取液を蒸発乾固し, 蒸発乾固物をメノウ乳鉢で微粉細し, 乾燥器(105~110℃)中で3時間乾燥し, デシケーター中に保存した。精製カオリンの規定量と水道水500mlに入れスターラーで撹拌, 分散後, 400mlを槽(容量60×60×150mm)に入れ, 規定電流を通电した。電槽には両極共に白金板を用い, アニオン交換膜とカチオン交換膜で隔てる等分した。陽極側にカチオン交換膜, 陰極側にアニオン交換膜を設置した場合を実験A, 逆の場合を実験Bとする(Fig.1参照)。

実験結果: 実験結果とTable I. からTable IV. に, グラフとFig.2からFig.5.を示す。Fig.2.からFig.5.の縦軸は電流値, 横軸はγ-電位である。実験Aは通電時間60分, 実験Bは通電時間40分である。尚, 本電解の50ppm及び500ppmカオリンのγ-電位の平均値は-31.8 mV, 及び-31.6 mV, 平均誤差は±0.64 及び±0.60 である。

1) 実験A.の50ppmカオリン溶液の電解後のγ-電位……陰極側槽で電流値に比例してγ-電位は低下し, 40mA以上では粒子は巨大化してγ-電位測定用セル内で沈降し測定不能となる。中央槽でも電流値が大きくなるにつれて低下の傾向をとっている。500ppmカオリン溶液の電解後のγ-電位……陰極側槽で低下の傾向を示すが, 陽極側槽及び中央槽では余り顕著な差異を示さない。γ-電位測定時の観察によれば, 特に陰極側槽では巨大粒子と微小粒子とに別れる。電解を無撹拌でおこなったことが原因と思われる。この傾向は, 実験B.)にもあてはまる。

2) 実験B.の50ppmカオリン溶液の電解後のγ-電位……陰, 陽極側槽では, 殆んど似たγ-電位をもち, 低下の傾向も殆んど同じであるのに対し, 中央槽は急激な低下を示す。500ppmカオリン溶液の電解後のγ-電位……陰, 陽極側槽は, 50ppmの場合同様, 殆んど同じ値をとるのに対し, 中央槽は一定の傾向を示さない。この原因は, カオリン濃度が高く, 無撹拌で処理されたためと思われる。

考察: 実験ではカオリン濃度を水道水を用い, 又実験が約1ヶ月におよんでいるので水道水中に含まれるイオンの種類及び濃度が不明であるために定量的な検討は差をひかえ, 定性的に検討をしておく。電解によるカオリンのγ-電位の低下は, 溶液中の陽イオンの衝突及び電解時の

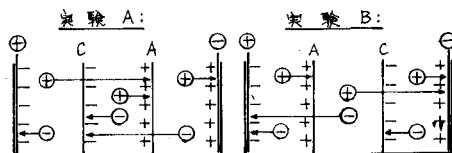


Fig.1. 各種内イオン移動 (C: カチオン交換膜; A: アニオン交換膜)

Table I. 実験A: 50ppmカオリン電解

[mA]	γ (mV)	平均誤差	最小値	最大値
5	+	20.2 ⁸ ± 0.26	17.1	24.0
	C	35.2 ⁵ ± 0.33	31.1	39.6
	-	30.0 ⁶ ± 0.21	27.3	32.5
10	+	14.9 ³ ± 0.26	12.2	19.2
	C	27.8 ¹ ± 0.21	24.8	31.1
	-	24.3 ⁴ ± 0.19	21.2	26.9
20	+	18.2 ⁹ ± 0.40	14.1	23.6
	C	22.5 ³ ± 0.22	18.5	25.1
	-	20.5 ⁰ ± 0.29	17.7	25.8
30	+	12.1 ⁶ ± 0.23	9.6	16.0
	C	24.4 ⁰ ± 0.27	20.8	27.5
	-	7.04 ⁵ ± 0.59	5.7 ⁷	8.8 ⁴
40	+	22.5 ¹ ± 0.43	18.4	31.7
	C	28.9 ¹ ± 0.44	24.1	36.3
	-	6.25 ⁰ ± 0.41	4.6 ¹	8.7 ⁰
50	+	21.5 ⁵ ± 0.72	13.2	32.1
	C	13.2 ⁰ ± 0.36	9.2 ⁴	20.7
	-	(粒子巨大化のため測定不能)		

Table II. 実験B: 500ppmカオリン電解

[mA]	γ (mV)	平均誤差	最小値	最大値
5	+	24.0 ⁰ ± 0.20	20.3	27.3
	C	29.5 ⁸ ± 0.27	26.0	33.7
	-	29.6 ⁵ ± 0.32	25.7	33.6
10	+	32.3 ³ ± 0.43	28.4	39.4
	C	23.1 ⁵ ± 0.22	19.6	25.8
	-	33.9 ⁸ ± 0.44	29.0	40.4
20	+	30.0 ⁷ ± 0.42	25.2	35.2
	C	29.1 ² ± 0.23	26.0	32.1
	-	28.9 ⁵ ± 0.30	24.9	32.9
30	+	29.7 ⁷ ± 0.41	26.4	38.7
	C	4.23 ¹ ± 0.37	36.0	45.9
	-	25.0 ³ ± 0.45	19.6	30.5
40	+	28.8 ² ± 0.32	25.6	34.1
	C	34.8 ⁰ ± 0.35	30.8	41.9
	-	26.3 ² ± 0.58	23.8	32.0
50	+	30.8 ⁹ ± 0.57	24.3	40.4
	C	28.5 ⁵ ± 0.39	23.7	33.7
	-	19.7 ⁶ ± 0.67	13.7	28.5

pH の分布 (陽極側槽で酸性, 陰極側槽でアルカリ性) に大きく影響される。

従って カオリン 50ppm 溶液の場合が 500ppm の場合に比して陽極に直流に対する変化が現われることが予想され、実験結果もその通りであった。500ppm 溶液の場合、電解時に無攪拌であったため、大部分の粒子が沈降し、一部しか反応に参与していないと考えられる。次に、本実験結果の特徴をとらえる。

1). 実験 A では、陰極側でゼータ電位の低下が著しい。2). 実験 B では、陰、陽極側ではほとんど同じ値をとるが、低下率は実験 A より小さい。3). 定電流条件での電圧の変化は、実験 A では 60 分後には初期電圧より小さくなる。実験 B では 40mA、50mA では 2 倍以上に上がり、20mA、30mA では一定、10mA、5mA では逆に減少の傾向をとる (Fig. 1. 各槽内のイオンの移動参照)。4). 偏光顕微鏡の観察によれば、陰極側の処理カオリンは結晶化している。5). 本実験の結論として、電解法では、凝集剤による場合のようなゼータ電位の逆転現象は生じない。実験 A、50ppm カオリン電解の 50mA ではゼータ電位の測定ができない巨大粒子化し、40mA での微粒子は依然として負の電位をもつ。

Table III. 実験 B: 50ppm カオリン電解

[mA]	電圧 [mV]	平均値	最小値	最大値
5	+	16.5 ^a ± 0.54	11.8	26.9
	C	39.0 ^a ± 0.72	28.8	52.6
	-	20.1 ^a ± 0.42	14.6	26.8
10	+	19.4 ^b ± 0.36	15.9	25.5
	C	45.0 ^b ± 0.91	35.1	55.8
	-	20.7 ^b ± 0.35	17.1	25.8
20	+	14.0 ^b ± 0.20	11.4	17.3
	C	25.9 ^b ± 0.40	21.3	30.5
	-	18.8 ^b ± 0.27	9.4 ^a	15.6
30	+	17.7 ^a ± 0.30	14.5	22.0
	C	20.0 ^b ± 0.29	16.3	23.8
	-	13.2 ^b ± 0.28	10.6	16.2
40	+	13.0 ^b ± 0.19	10.1	15.8
	C	23.9 ^b ± 0.36	19.9	32.0
	-	6.44 ^b ± 0.16	5.3 ^a	7.8 ^b
50	+	15.9 ^b ± 0.25	13.7	18.3
	C	17.9 ^a ± 0.37	15.4	22.1
	-	16.0 ^b ± 0.39	12.2	19.3

Table IV. 実験 B: 500ppm カオリン電解

[mA]	電圧 [mV]	平均値	最小値	最大値
5	+	23.7 ^a ± 0.62	16.6	36.3
	C	35.9 ^a ± 0.69	28.5	48.1
	-	28.1 ^a ± 0.55	22.6	46.7
10	+	21.5 ^a ± 0.33	17.9	26.5
	C	27.7 ^a ± 0.33	22.9	31.8
	-	21.4 ^b ± 0.28	18.7	25.8
20	+	19.9 ^a ± 0.32	16.8	26.4
	C	36.9 ^a ± 0.57	32.1	46.6
	-	13.7 ^b ± 0.30	10.0	17.2
30	+	12.9 ^a ± 0.29	9.3 ^a	17.1
	C	49.8 ^a ± 0.82	41.7	62.0
	-	13.0 ^b ± 0.30	9.8 ^a	17.2
40	+	13.6 ^a ± 0.26	10.6	16.9
	C	35.6 ^a ± 0.49	30.0	43.5
	-	14.0 ^b ± 0.29	10.5	18.0
50	+	22.4 ^a ± 0.28	18.9	26.6
	C	34.2 ^a ± 0.48	27.9	40.3
	-	13.9 ^b ± 0.25	10.2	17.1

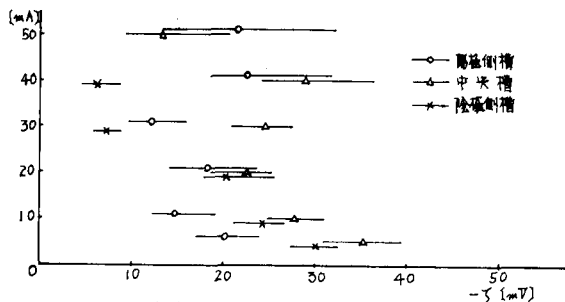


Fig. 2. 実験 A: 50ppm カオリン電解

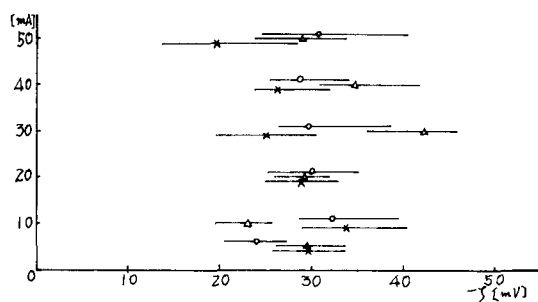


Fig. 3. 実験 A: 500ppm カオリン電解

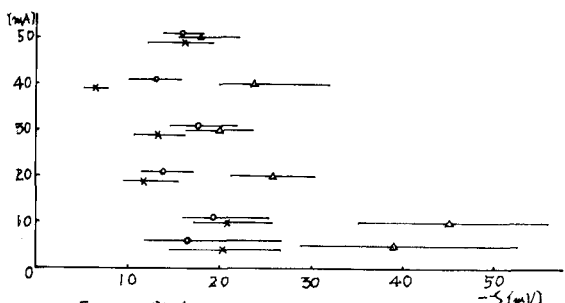


Fig. 4. 実験 B: 50ppm カオリン電解

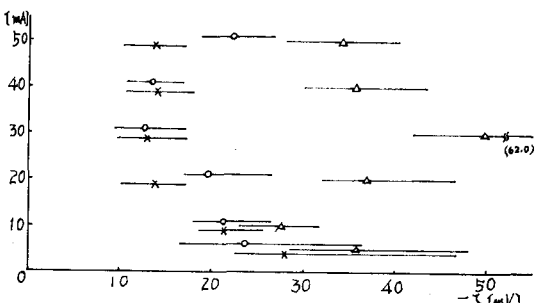


Fig. 5. 実験 B: 500ppm カオリン電解

今後の課題: 500ppm カオリン電解時に攪拌を施さない均一な反応粒子に対するゼータ電位を測定し、濃度と電解条件の関係を明らかにする。pH の相違によるゼータ電位の変化から、更に電解時のゼータ電位の低下機構について検討を加えたい。