

第十二章 普通沈澱 及ビ 凝集沈澱

(83) 浮游物質ノ性質 多クノ地表水ハ多量ノ浮游物質ヲ含ムノミナラズ往々下水ナドヲモ含ムコトガアル。淨化ノ大部分ハ此浮游物質ヲ除キ尙水ノ物理的外觀ヲ改善セントスルニアル。浮游物質ハ主トシテ無機物ニシテ砂又ハ粘土ノ如キモノアリ、尙少量ノ有機物質及ビ疾病ニ密接ノ關係ヲ有スル細菌等デアル。河水ガ甚ダ濁セル季節ニ於テハ細菌ノ數モ從ツテ多ク又下水ガ河川ニ流入シテ細菌ヲ増ス事ガアル。

浮游物質ノ大イサハ種々異ナリ或原水中ノ粘土ノ細微ナルモノハ直徑0.00025 耗ヨリ小デアル。即チ細菌ヨリモ尙小デアル。此原水中ノ不純物ノ量及ビ種類ガ異ナルコトハ河水ヲ原水トスル淨水方法ニ對シテ考慮ヲ要スルコトデアル。

(84) 沈澱法 沈澱方法ニハ二種類ガアル。一ハ水ヲ其儘沈澱セシメル普通沈澱 (Plain sedimentation) 法他ハ或凝集劑 (Coagulant) ヲ以テ沈澱ヲ促進セシメル方法即チ凝集沈澱法デアル。

(85) 普通沈澱法 砂及ビ粘土粒子ノ比重ハ約 2.6 ナルヲ以テ水ガ流レテ居ル時ハ浮游セルモ此ノ流レガ止ム時ハ浮游物質ハ追々ト沈澱スル。此ノ沈澱スル早サハ粒子ノ大イサ及ビ形狀ニヨリテ異ナル。同様ナル粒子ノ重サハ其直徑ノ三乗ニ比例シ表面積ハ其直徑ノ自乗ニ比例スルヲ以テ沈澱ニ對スル比較的抵抗ハ粗大ナル物質ヨリモ細微ナル者ノ方ガ遙ニ大デアル。流速ガ甚ダ弱キ時ニテモ細カキ物質ハ浮游シ、粗大ナルモノハ直チニ沈下スル。故ニ細微ノモノモ沈澱セシメルニハ水ヲ可及的靜止ノ状態ニ保タシメル事ヲ要スル。

粘土ノ甚ダ細微ノ粒子ヲ含メル水ハ普通沈澱法ノミヲ以テシテハ之ヲ沈澱

セシメル能ハザルヲ以テ、水ハ澄明トナラヌ。之ハ粘土粒子ノ膠狀性 (Colloidal character) ニ依ルモノニシテ 此状態ハ殆ンド粘土ノ溶液ノ状態ニ在ルモノト考フル事ヲ得ル、此時ニハ凝集沈澱法ヲ用ヒルコトヲ要スル。

沈澱ニ要スル時間 完全ニ沈澱作用ヲ行ハシメル時間ハ水質ニ依リテ異ナリテ之ノ決定ハ實驗ニ依ルヲ最モ宜シトスル。或ル水ハ凡テノ濁度ヲ除去スルニ 1 週又ハ數月ヲ要シ他ノ水ハ 1 日乃至 2 日ニテ充分ナル結果ヲ得ル。普通沈澱法ニテハ此時間ハ稀ニ 1 日以下ノ事アルモ普通ハ 24 時間ヲ以テ最小ナリト云ヒ得ル。

米國かんさす市ニテ 24 時間ノ沈澱時間ニテ浮游物ノ 83% ヲ除去シ得タリト云フ。米國にゆーおーれあんズニテハ浮游物質ハ甚ダ微細ニテうえすとん氏ノ實驗ニヨレバ次ノ通り。

第 36 表

沈澱時間 (時)	浮 游 物 質	
	百萬分中ノ部分 (p.p.m)	除去セラレシ%
0	650	0
12	435	33
24	360	45
48	300	54
72	265	59

米國るいすびるニテノ實驗ヨリふら一氏ハ普通沈澱法ノ經濟的沈澱時間ハ 24 時間ニシテ此間ニ浮游物ノ 75% ヲ除去シ得タリト云フ。

沈澱作用ノ細菌的效果 覆蓋無キ池ニテ沈澱セシムレバ日光等ノ影響ヲ蒙ルヲ以テ單ニ沈澱ノミヨリ起ル細菌的效果ヲ實驗セントスレバ覆蓋有ル沈澱池ヲ用ヒネバナラヌ。但シ大ナル池ニ覆蓋ヲ設クルガ如キハ莫大ナル工費ヲ要スルヲ以テ此實驗ヲ完全ニ行フ事能ハザル事トナル。

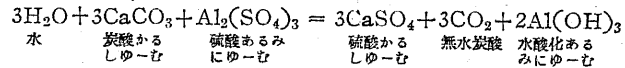
次ニ覆蓋無キ普通沈澱池ニ於ケル實驗ヲ述ベン。ふら一氏ノ實驗ニヨレバ

しんしんないニテ3日間ノ沈澱ニテ細菌ノ75%ヲ除去セリト謂フ。之ニ反シテにゆーおーれあんすニ於テハ12時間乃至72時間みしつび河水ヲ沈澱セシメテ細菌含有數ニ殆ンド影響無カッタト謂フ。一般ニ長時間沈澱セシムレバ相當ノ良結果ヲ得ルモ、下水ニテ汚濁セラレタ水ハ沈澱ノミニテ満足スル事ハ出事ヌ。

此一例ハ米國ノ一れんすノ沈澱池ニテ水ヲ10日乃至14日沈澱セシメテ原水中ノ細菌ハ90%モ減少セシガ此町ニテ窒扶斯熱病死亡率ハ多年ノ間特ニ多數デアッタ。

(86) 凝集沈澱法 原水ガ粘土ノ如キ細微ノ粒子ニテ非常ニ濁濁セル場合ハ普通沈澱法ノミニテハ水ハ澄明トナラス。此場合ニハ水中ニ或藥品ヲ加ヘテ膠狀沈澱物(Gelatinous precipitate)ヲ生ゼシメバ之ガ沈澱スル時ニ水中ノ細微ノ浮游物質ヲモ相共ニ包容シテ沈澱シ、從ツテ水ハ比較的ニ短時間ニ澄明トナル、此藥品ヲ凝集劑(Coagulant)ト云フ。之ハ主トシテ急速濾過法ニテ用ヒラレルガ又普通ノ緩速砂濾過法ニテモ用ヒルコトガアル。

凝集劑ヲ用ヒレバ水ガ帯ベル色ハ相當除キ得ル利益ガアル。凝集劑ニハ種々アレドモ最モ普通ニ用ヒラレルモノハ硫酸あるみな〔硫酸礬土 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ 〕ニシテ之ヲ水中ニ加ヘタル時ノ化學變化ハ次ノ通り。



水酸化あるみにゆーむハ膠狀沈澱物ニシテ浮游物質ノ沈澱ヲ促進セシメルモノデアル。水ガ炭酸あるしゆーむヲ含マズシテ炭酸まぐねしゆーむヲ含メル時モ同様ノ化學變化ガ起ル。

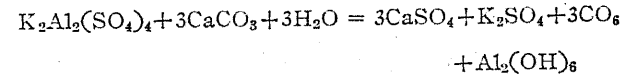
若シ多量ノ硫酸あるみなヲ加ヘタル時、之ト化合スベキ炭酸鹽ガ水中ニ不足セル時ハ一部ノ硫酸あるみなハ水中ニ溶ケタル儘ニテ變化セズシテ其儘配水鐵管中ニ流レテ鐵管ノ鏽ヲ促進スルガ如キ惡結果ヲ生ズルコトガアル。斯クノ如ク水ガ凝集劑ノ必要量ヲ分解スルニ足ルダケノ充分ナルあるかり度

(Alkalinity)ヲ有セザル時ハ石灰又ハ重炭酸曹達ヲ前以テ水ニ加ヘル事ガアル。理論上1ぐれーんノ硫酸あるみなガ炭酸あるしゆーむノ約100萬分中8部分(Sp.p.m.)ヲ分解スル。ふら一氏ノ説ニヨレバ生ジタル水酸化あるみにゆーむハ沈澱作用ヲ爲ス前ニ幾分ハ微細ノ粘土ニ吸收セラレルト云フ。

浮游物質ガ粗大ナルヨリモ細カキ方ガ多クノ凝集劑ヲ要スル。前述ノ化學變化ニヨリテかるしゆーむ又ハまぐねしゆーむノ硫酸鹽ヲ生ジ從ツテ水ニ永久硬度ヲ與ヘル事トナル。普通ニ用ヒル沈澱藥ノ量例ヘバ1米ガろんニ付1乃至2ぐれーんヲ用フレバ硬度ノ此増加ハ100萬分中9乃至18部分ニ達スル。又前述ノ化學變化ニテ生ジタル炭酸瓦斯ハ水ニ吸收セラレ餘リ大ナル影響ナケレドモ、塗料等ヲ施サザル鐵板ニ腐蝕作用ヲ營ムガ之ハ重大ナルモノデハナイ。

又沈澱藥トシテ鐵ヲ用フルコトガアル。水酸化第二鐵ハ硫酸第二鐵ヲ用ヒテ容易ニ生成セラレ得ル。之ガ水酸化あるみにゆーむト同様ノ沈澱作用ヲ爲ス。但シ之ハ高價ナルヲ以テ實際上餘リ用ヒラレナイ。又純鐵ヲ以テ水酸化第二鐵ノ沈澱ガ得ラレル。恰モ後述ノあんだーそん法ノ如クデアル。此時純鐵ハ水中ノ無水炭酸ト化合シテ炭酸第一鐵ヲ生ジ、次ニ水中ニ溶解セル酸素ト化合シテ水酸化第二鐵トナルモノデアル。

又明礬(Alum, $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$)ヲ用ヒル事ガアル。其化學變化ハ次ノ通り。



石灰ヲ凝集劑トシテ用ヒルコトガアル。水ヲ軟化スル目的ニ用ヒル普通ノくらーく法(Clark process)ニテ石灰ヲ使用スレバ其效果ハ大ナルモ尙相當過量ニ之ヲ使用スレバ一層良結果ヲ得ル。炭酸あるしゆーむガ沈澱スル時ニ細菌及ビ細微ノ粘土等ヲ共ニ沈下セシメルガ水酸化あるみにゆーむノ如ク膠狀沈澱物ニアラザルヲ以テ之ニ比シ效果ハ小デアル。

しんしんないニ於テ此方法ニテ實驗セシ結果ハ次ノ通り。

第 37 表

	河 水	沈澱池ヲ 出デシ水	除去セラ レタ%
浮游物質(百萬分中部分)	273	35	87.2
細 菌(一立方種中ノ)	23,800	1,300	94.5

平均沈澱時間ハ 14 時間ニテ石灰ノ平均量ハ一ミがろんニ付 4.7ぐれーんデアル。

第 38 表

種々ノ濁度ノ水ヲ沈澱スルニ要スル硫酸あるみな(17.5%)ノ量

濁 度 p.p.m.	鹽基性硫酸あるみな (17.5%Al ₂ O ₃ 所要)								
	百萬分中部分			一ミがろんニ付 ぐれーん			百萬ミがろんニ付 封度		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
10以下	10	17	5	0.60	1.00	0.30	86	143	43
15	14	20	8	0.83	1.19	0.48	119	170	69
20	17	22	11	1.00	1.30	0.61	143	186	87
40	19	25	13	1.12	1.47	0.74	160	210	106
60	21	28	14	1.21	1.61	0.83	173	230	119
80	22	30	15	1.29	1.74	0.90	184	249	129
100	24	32	16	1.39	1.87	0.96	199	267	137
120	25	34	17	1.45	2.00	1.01	207	286	144
150	27	37	18	1.59	2.18	1.07	227	311	153
200	30	42	19	1.76	2.47	1.14	251	353	163
250	33	47	20	1.92	2.74	1.19	274	391	170
300	36	51	21	2.08	2.99	1.23	297	427	176
400	39	62	22	2.25	3.60	1.28	321	514	183
500	42	70	23	2.45	4.08	1.33	350	583	190
600	47	77	24	2.75	4.50	1.37	393	643	196
700	50	—	24	2.92	—	1.41	417	—	201
800	53	—	25	3.06	—	1.45	437	—	207
900	55	—	26	3.19	—	1.49	456	—	213
1000	56	—	26	3.28	—	1.52	469	—	217

凝集劑ノ量 凝集劑ノ量ハ浮游物質ノ量及ビ性質,淨化ノ程度,沈澱時間等ニ依リテ異ナル。實際上1ミがろんニツキ硫酸鹽ノ3/4ぐれーんヨリ3乃至4ぐれーんデアル。最モ適當ナル量ハ實驗ニ依リテ決定スルヲ最良トスル。

沈澱時間 沈澱ノ早サハ主トシテ用ヒル凝集劑ノ量ニヨリテ異ナル。勿論藥品ヲ用ヒザル時ヨリモ早ク沈澱シ大部分ハ數時間ニテ沈澱スル。此方法ヲ行ヒ,次ニ急速濾過槽ニテ濾過セントスル時ハ此沈澱時間ハ2時間乃至6時間位ニ止メル。此場合ニテハ完全ニ水ガ沈澱ニヨリテ澄明トナルヲ欲セナイ。却テ沈澱セザル水酸化あるみにゆへノ少量ガ濾過槽ニ行ク方ガ宜シキ結果ヲ得ル。京都市水道職上淨水場ニテハ急速濾過法ヲ用ヒラ以テ沈澱時間モ比較的短ク2時間デアル。

第 39 表

種々ノ色度ノ水ヲ沈澱スルニ要スル硫酸あるみな(17.5%)ノ平均量

色 度 (p. p. m)	所要平均硫酸あるみな		
	百萬分中部分	一ミがろんニツキ ぐれーん	百萬ミがろんニツ キ封度
10以下	14	0.81	116
20	19	1.13	161
40	27	1.59	227
60	33	1.93	276
80	38	2.22	317
100	42	2.45	350
120	45	2.64	377
150	50	2.90	414
200	57	3.30	471

凝集劑ノ效果 此效果ハ凝集時間,凝集劑ノ量,浮游物ノ性質ニ大イニ關係スル。後ニ急速濾過槽ニテ濾過スル前ノ凝集時間2時間乃至6時間ニテハ細菌ノ除去セラレル量ハ50%ヨリ90%乃至95%デアル。るいすびるノ急速濾過法ニテ沈澱池ヨリ出デシ水ヲ試驗セシニ1時間ヨリ小ナル短時間ニテ細菌ノ40%乃至75%ヲ除去シタト稱セラレル。

一般ニ凝集沈澱法ハ下水ニテ汚濁セラレタル水ニ對シテハ更ニ次ノ他ノ處分法ヲ講ズルニアラザレバ安全ナル方法ト云フ事ハ出來ヌ。

水ガ有スル色度ヲ除クコトハ水ノ品質ニ依リテ異ナリ普通適當ナル量ノ藥品ヲ用ヒレバ普通ノ水ノ色度ノ70乃至90%ハ除去シ得ルモ特ニ色ノ濃イ水ハ此方法ニテ容易ニ之ヲ除ク事ハ出來ヌ。