

Hydrocyclone을 이용한 기흥저수지 퇴적물의 처리

○이홍수¹⁾, 최이송²⁾, 오종민³⁾

1. 서론

호소의 저층에 생성된 퇴적물은 수체 내부의 부영양화에 기여하는 오염된 퇴적물로서, 퇴적된 저니층으로부터 용출되는 유기물과 영양물질이 중요한 오염발생의 근원이 되고 있다. 이런 퇴적물을 처리하기 위해 준설이 이용되나 준설과정에서 발생하는 다량의 준설퇴적물 처리에 많은 처리비용과 2차적인 환경오염 문제가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 경기도 용인시에 위치한 기흥저수지의 퇴적물을 대상으로 퇴적물 오염도가 높은 미세 입자를 분리·농축하여 감량화하고 유효자원으로 이용하기 위한 실용적이고 다양한 Hydrocyclone의 이용 방안을 검토하고자 하였다. 연구에 앞서 기흥저수지 퇴적물을 Hydrocyclone에 적용시킨 결과 분리 및 농축에 가장 큰 영향을 미치는 인자로는 Hydrocyclone의 몸통직경인 것으로 나타났다. 또한 운전조건 변화 실험에서는 유입속도가 높고 유입시료의 고형물 농도가 낮으며, 장치변화 실험에서는 하부 길이가 길고 하향 배출구 직경이 작을수록 분리효율이 좋은 것으로 조사되었다. 이를 바탕으로 기흥저수지 퇴적물을 이용한 Hydrocyclone의 적용실험을 통하여 처리효율의 향상을 위해 장치배열(직렬연결)의 특성을 연구하였다.

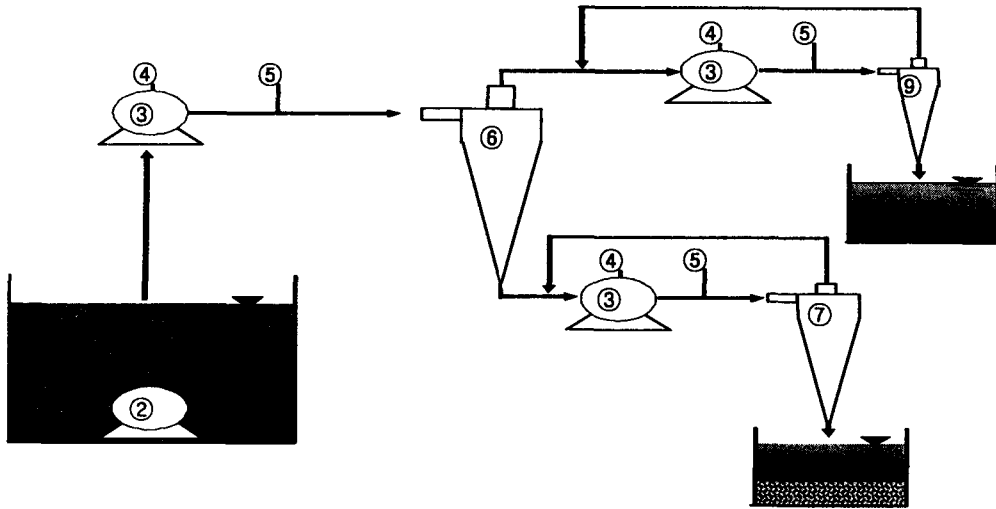
본 연구의 목적은 준설사업에서 발생하는 다량의 퇴적물을 효과적으로 처리하기 위해, Hydrocyclone을 다단계(직렬연결)로 연결하여 처리효율의 향상을 꾀하였으며, 이를 위해 연구의 대상인 퇴적물의 지점별 물리·화학적 특성을 조사하고, 이를 직렬식 다단 Hydrocyclone에 적용하여 처리된 퇴적물의 물리·화학적 특성을 조사하였다.

2. 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 기흥저수지 퇴적물(상류 site-1, 중류 site-2, 하류 site-3)을 이용하여 효율적인 처리 방안을 모색하고자 선행 연구한 장치변화 및 운전조건 변화 실험을 통해 파악된 운전조건으로 Hydrocyclone-S, -M, -L(Dc: 30 mm, 50 mm, 80 mm)을 이용한 다단계(직렬연결) 장치를 구성하여 분리 및 농축 실험을 실시하였다.

실험에 사용된 Hydrocyclone은 조립토와 미세토의 선별목적 장치로 Hydrocyclone-L을 10%의 고형물 농도와 5.5 m/s의 유입조건으로 작동시켰으며, 처리된 상·하 배출물의 농축처리를 위해 하향 배출물 시료는 Hydrocyclone-M을 이용하여 5.5 m/s의 유입속도 조건으로 처리하였다. 상향으로 배출된 시료는 처리능력이 높은 Hydrocyclone-S를 이용하여 5.5 m/s의 조건에서 처리하였다. 위 조건에서 site-1, site-2, site-3의 시료를 모두 적용하였고 유입시료인 기흥저수지 퇴적물의 지점별 입경, 비중, 밀도, pH, VS, COD, T-N, T-P를 조사하였으며, Hydrocyclone-S, -M로 처리된 시료를 채취하여 입경, VS, COD, T-N, T-P 실험을 실시하였다.

1) 경희대학교 환경·응용화학부 석사과정
2) 경희대학교 환경·응용화학부 연구원
3) 경희대학교 환경·응용화학부 교수



- ① Container ② Mixing pump ③ Screw pump ④ Pressure gauge ⑤ 3Way-valves
 ⑥ Hydrocyclone-L ⑦ Hydrocyclone-M ⑧ Sampling of Hydrocyclone-M
 ⑨ Hydrocyclone-S ⑩ Sampling of Hydrocyclone-S

그림 1. 다단계(직렬연결) Hydrocyclone을 이용한 분리 및 농축장치 모식도

3. 결과 및 고찰

3. 1 유입시료의 물리·화학적 특성

Hydrocyclone-L로 유입되는 시료의 물리·화학적 특성을 파악하기 위해 기흥저수지 퇴적물의 지점별 오염 특성을 조사하였다(표 1). 본 표로부터 물리적 특성인 입경 및 비중, 밀도는 저수지로 유입되는 상류부인 site-1 지점이 다른 지점에 비해 높았으며, 오염도를 나타내는 화학적 특성인 VS, COD, T-N, T-P는 수심이 깊은 site-2, 3 지점에서 높은 것으로 조사되었다.

표 1. 기흥저수지 퇴적물의 지점별 물리·화학적 특성

Contents	Site-1	Site-2	Site-3
Median size(μm)	65.50	12.50	13.00
Specific gravity	1.92	1.89	1.87
pH	6.64	6.59	6.47
VS(%)	3.78	8.38	8.14
COD(g/kg)	16.63	25.92	27.42
T-N(mg/kg)	733.13	1551.24	1793.50
T-P(mg/kg)	803.20	1177.26	1075.66

3. 2 다단계 공정을 적용한 기흥저수지 퇴적물의 물리·화학적 특성

기흥저수지 site-1, 2, 3의 유입시료와 Hydrocyclone-S, -M로 처리된 시료의 물리·화학적 특성의 조사하였다(표 2). 본 표로부터 직렬로 연결한 Hydrocyclone을 통해 더욱 미세한 입경 분포까지 분리가 가능하며, Hydrocyclone-M으로 분리된 시료의 오염물 농도가 Hydrocyclone-S로 분리된 오염물 농도보다 크게 낮아지는 것으로 나타나 오염물의 농축도 그만큼 높아지는 것을 알 수 있다.

표 2. 다단계 공정을 적용한 기흥저수지 퇴적물의 물리·화학적 특성

Content		Conc. (%)	Median Size(μm)	VS (%)	COD (g/kg)	T-N (mg/kg)	T-P (mg/kg)
Site-1	Feed	10.28	65.5	3.78	16.63	733.1	803.2
	M	79.27	120.5	2.49	3.20	293.5	728.2
	S	8.07	13.0	5.72	19.18	1142.4	1173.3
Site-2	Feed	11.58	12.5	8.38	25.92	1551.2	1177.3
	M	38.59	35.0	4.52	4.60	726.2	946.3
	S	24.15	6.7	10.47	31.1	1967.9	1185.1
Site-3	Feed	8.91	13.0	8.14	27.42	1793.5	1075.7
	M	37.62	41.0	3.96	7.32	545.5	980.3
	S	19.80	6.5	10.66	35.64	1964.7	1174.3

3. 3 입경의 변화에 따른 누적입경

그림 2~4는 site-1, 2, 3의 시료를 이용하여 Hydrocyclone-S와 Hydrocyclone-M의 처리 후 회수 물질의 입경의 변화를 나타낸 누적입경 그림이다. 다단계 Hydrocyclone을 이용한 기흥저수지 퇴적물의 처리 결과 site-1 지점의 퇴적물의 평균 입경은 유입시료 65.5 μm 에서 Hydrocyclone-M, -S 처리 후 각각 120.5 μm 와 13.0 μm 로, site-2에서는 유입시료의 평균 입경이 12.5 μm 에서 각각 35.0 μm 와 6.7 μm 로 그리고 site-3에서 유입시료의 평균 입경이 13.0 μm 에서 각각 41.0 μm 와 6.5 μm 의 평균 분리 입경을 보였다.

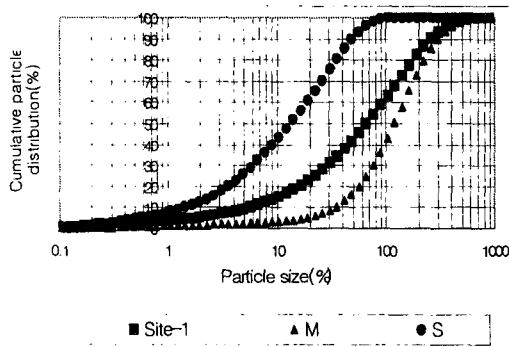


그림 2 Site-1 시료의 Hydrocyclone-S, M 처리에 따른 누적입경 곡선

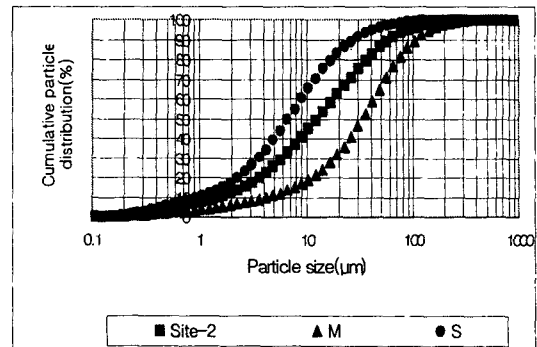


그림 3 Site-2 시료의 Hydrocyclone-S, M 처리에 따른 누적입경 곡선

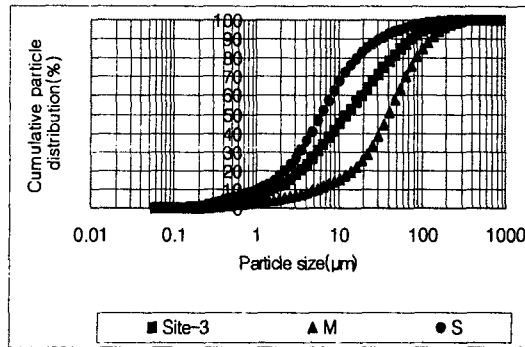


그림 4 Site-3 시료의 Hydrocyclone-S-M 차이에 따른 누적입경 곡선

4. 결 론

기흥저수지 퇴적물의 지점별 오염도 평가에서는 중류지역과 하류지역인 site-2, 3 지점의 오염도가 상류지역인 site-1 지점보다 높은 농도를 보였다. 이런 결과를 통해 퇴적물의 입경이 작을수록 비표면적이 커져 흡착하는 유기물이 증가하여 오염물 함량이 높은 것으로 조사되었다. 또한 site-2, 3 지점의 경우 국내에서 실시되었던 팔당호 준설기준을 적용했을 경우 VS, COD, T-N, T-P의 항목이 모두 기준치를 초과하는 것으로 나타났으며, Site-1 지점에서는 T-P 농도만 기준치를 초과했다. 이런 퇴적물을 유입시료로 하여 직렬식 다단 Hydrocyclone에 적용 실험 결과 오염도의 분리에 있어서 상향 배출된 시료를 Hydrocyclone-S로 처리한 시료의 오염도가 하향 배출된 시료를 Hydrocyclone-M으로 처리한 시료보다 오염도가 크게 높은 것으로 나타나 오염물의 분리가 효과적으로 이루어짐을 확인할 수 있었다.

이런 결과로부터 처리 효율을 증대시키기 위해 직렬식 다단 Hydrocyclone을 이용할 경우 처리효율을 높일 수 있으며, Hydrocyclone 처리를 통해 오염도가 낮은 조대 입자의 분리와 함께 오염물의 분리가 이루어져 퇴적물의 처리장치로서 이용 가능성을 확인할 수 있었다.

5. 참고문헌

1. 박진홍, Hydrocyclone을 이용한 저수지 퇴적물의 분리, 경희대학교 석사학위 논문, 2002.
2. Derek B. Purchas, Soil/Liquid Separation Technology, Uplands Press LTD, p.249-275, 606-610, 1981.
3. Ladislav Svarovsky., Solid-Liquid Separation., Second Edition. Butterworths. p.162-188, 1981.
4. Rietema, K., Performance and design of hydrocyclones-Part I -IV. Chemical Engineering Science, Vol. 15, p. 298-325, 1961.