

상수원수의 효과적인 정수처리를 위한 최적응집제 주입량 결정

- 콜로이드성 오염물질 처리를 위한 응집제 주입효과 -

이원규¹ · 조주식¹ · 이홍재² · 허종수²
경남도청, ¹순천대학교 농화학과, ²경상대학교 농화학과

1. 서론

현행 상수원수의 정수처리과정중 응집처리는 정수과정에 있어서 가장 핵심적이고 중요한 처리과정이며, 이는 수중의 유·무기물 등 콜로이드성 오염물질을 응집제에 의한 전기적 중화, 충돌 및 가교작용을 통하여 flocc을 형성시키고, 대형화된 flocc은 비중이 증가되어 침전되는 원리를 응용한 것이다. 원수중 콜로이드의 응집처리를 위한 응집제로는 aluminium sulfate(Alum) 또는 poly aluminium chloride(PAC) 등을 주로 사용하며, 적정 응집제 주입률은 건설교통부의 상수도시설기준에서 규정한 Jar test에 의하여 결정하고 있으나 원수의 고탁도 유입 및 조류발생 등의 급격한 수질변화에 적절히 대처하기 어려운 것이 사실이다. 이와 같이 여러가지 인자들에 의하여 시시각각으로 영향을 받고 있는 원수의 수질에 따라서 민감하게 응집제 주입률을 결정하고 제어해야 하며, 이를 위하여는 원수수질의 신속하고 정확한 측정과 더불어 원수특성변화에 따른 정확한 응집제 투입량을 결정하는 것이 무엇보다 중요한 일이다. 그러나 대부분의 정수장에서는 jar test 결과 및 원수의 각종 수질분석자료들이 사장되고 있는 실정이며 원수특성에 관한 지금까지의 연구는 주로 원수의 수온, pH, 알칼리도 및 탁도에 관한 연구였으며 콜로이드, 조류 및 부유 유기물 등 부유물질에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 현행 상수원수처리를 보다 효과적으로 처리함으로써 양질의 수돗물을 공급하기 위한 기초자료를 얻고자 상수원수의 콜로이드성 오염물질처리를 위한 적정 응집제 주입량을 결정하였다.

2. 재료 및 방법

1) 공시재료

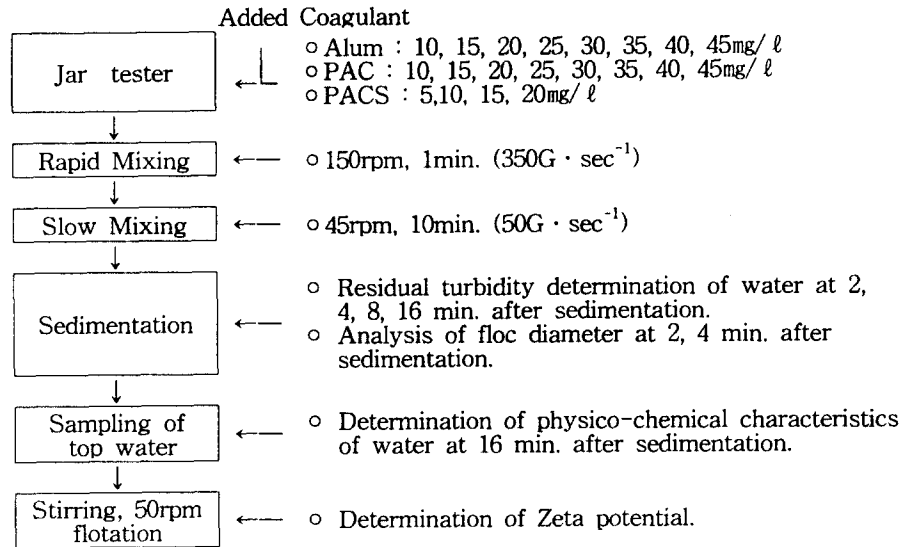
(1) 저니토

본 실험에 사용한 콜로이드성 오염물질은 경남 진주시 상수도사업소의 취수원인 진양호내 침전된 저니토를 채취하여 사용하였고, 탁도시료 제조는 수돗물 1m³에 3kg의 저니토를 1시간 현탁시킨 다음 12시간 방치한 후 그 상정액을 분리하여 탁도 10, 20, 30 및 40 NTU (Nephelometric Turbidity Units)가 되도록 수돗물로 희석하여 조제하였으며, 탁도 5NTU는 진양호 상수원수를 그대로 사용하였다.

(2) 응집제

액체 황산알루미늄(Alum)과 폴리염화알루미늄(PAC) 및 폴리수산화염화규산알루미늄(PACS) 3종을 사용하였다.

2) 실험방법



3. 결과

침전시간 4분 및 8분대의 탁도제거율은 원수탁도 5NTU에서 Alum의 주입량이 35mg/ℓ 인 경우 10 및 72%, PAC 주입량 30mg/ℓ 인 경우 44 및 62%, PACS의 주입량이 10mg/ℓ 인 경우 25 및 55%였고, 원수탁도 10NTU에서는 Alum 주입량 30mg/ℓ 인 경우 0 및 55%, PAC 주입량 30mg/ℓ 인 경우 22 및 80%, PACS 주입량 10mg/ℓ 인 경우 10 및 28%였다.

탁도 및 잔류 Al변화는 Alum과 PAC의 경우 그 주입량이 저농도에서 고농도로 갈수록 잔류탁도와 잔류 Al농도는 공히 감소되었으며, 대체적으로 잔류탁도가 감소할수록 잔류 Al도 감소되었다.

KMnO₄ 소비량 변화는 전반적으로 응집제 주입량이 증가할수록 KMnO₄ 소비량은 감소되었으며, 감소되는 정도는 PAC > PACS > Alum 순으로 감소되었다. KMnO₄ 소비량이 가장 낮은 응집제 주입량은 원수탁도 5NTU일 경우 PAC 40mg/l, Alum 40mg/l 및 PACS 20mg/l 이었으며 이때의 KMnO₄ 소비량은 각각 약 1.8, 2.4 및 2.2mg/l 이었다. 그리고 원수탁도 10NTU일 경우에는 PAC 15mg/l, Alum 15mg/l 및 PACS 10mg/l 이었으며 이때의 KMnO₄ 소비량은 각각 약 0.5, 2.1 및 2.1mg/l 이었다.

원수탁도 5NTU일 경우 탁도제거율이 가장 높은 응집제 주입량인 Alum 35, PAC 30 및 PACS 10mg/l 에서의 Zeta potential은 -5mV ~ +5mV 사이에 있었으며, 10NTU일 경우 탁도제거율이 가장 높은 주입량인 Alum 30, PAC 25 및 PACS 10mg/l 에서 Zeta potential은 -20mV ~ -15mV 범위내에 있는 것으로 나타나 응집제 종류 및 그 주입량이 상이하더라도 가장 응집이 좋은 상태에서의 Zeta potential은 일정 수준 범위내에 있는 것으로 나타났다.

원수탁도가 5, 10, 20, 30 및 40NTU일때 Alum, PAC 및 PACS의 주입량에 따른 탁도, pH, 알칼리도, 전기전도도, Zeta potential, KMnO₄ 소비량, 잔류 Al, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻ - N 등의 원수수질분석 data를 SAS 통계프로그램을 이용하여 Duncan 다중검정 및 F값을 구한 결과 Alum의 경우 pH, 알칼리도 및 탁도는 Alum 주입량간에 유의한 차이가 있었으며 Alum 주입량 30~40mg/l 범위에서 탁도제거율은 약 90% 이상이었다. PAC의 경우에는 알칼리도 및 EC는 PAC 주입량간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 탁도증감에 영향을 받지 않고 응집제 주입량에 따라 계속 감소되면서 주입량간에 차이가 있었으며 PAC 주입량 25, 30 및 45mg/l 범위에서 탁도제거율은 90% 이상이었다. PACS의 경우에는 pH 및 알칼리도가 PACS 주입량간에 유의한 차이가 있었으며 PACS 주입량 10 및 20mg/l 에서 탁도제거율은 약 80% 이상이었다.

4. 결론

침전시간 4분 및 8분대의 탁도제거율은 원수탁도 5NTU에서 Alum의 주입량이 35mg/l 인 경우 10 및 72%, PAC 주입량 30mg/l 인 경우 44 및 62%, PACS의 주입량이 10mg/l 인 경우 25 및 55%였고, 원수탁도 10NTU에서는 Alum 주입량 30mg/l 인 경우 0 및 55%, PAC 주입량 30mg/l 인 경우 22 및 80%, PACS 주입량 10mg/l 인 경우 10 및 28%였다.

잔류 Al은 원수탁도 5 및 10NTU인 경우 Alum과 PAC은 그 주입량이 저농도에서 고농도로 갈수록 잔류 Al도 감소하였으나 PACS는 잔류탁도가 증가하는 주입량에서도 잔류 Al은 감소하였다.

KMnO₄ 소비량은 응집제 주입량이 증가할수록 감소되었으며 최저 잔류탁

도를 나타내는 최적 응집제 주입량에서의 Zeta potential은 원수탁도가 5NTU일 경우 $-5\text{mV} \sim +5\text{mV}$ 사이였으며, 원수탁도가 10NTU일 경우에는 $-20 \sim -15\text{mV}$ 범위였다.