

**A.** 식당에서 물을 주지 않는 것은 모든 이들에게 물의 중요성을 상기시킨다. 그렇지만 실제로 절약되는 물은 많지 않다. 오히려 물 잔을 씻는데 사용되는 물이 절약이 되고 이는 보통 손님에게 대접하는 물보다 많은 양이다. ( 한 잔을 씻는데 두 잔의 물이 필요하다.) 비교해 보면, 한 번의 변기 사용은 80잔의 물을 쓰는 것과 같다.

건강 전문가들은 매일 6~8잔의 물을 마시는 게 중요하다고 말한다. ( 여러 형태로 물을 마시게 됨을 상기하라.) 그러므로 만약 물을 마시고 싶다면 요구하라. 다만 다른 음료를 마시면서 물 잔은 그냥 탁자 위에 둘 양이면 요구하지 마라.

**Q.** 지구상의 물의 전체 양은 변하지 않는 것이라고 들었다. 그런데, 왜 보존해야 하는가?

**A.** 물의 양이 변하지 않는다는 것은 맞는 얘기지만 보존은 여전히 중요하다.

여기 예가 있다. 당신이 성장 사회에 있다고 상상해 보라. 인구가 증가하고 물 수요 또한 그러하다. 이는 물 공급자가 매번 그럴 때마다 또 다른 수원을 찾기 위해 자본을 들여야한다는 것을 의미한다. 만약 사람들이 물을 아끼고 보존한다면 물 수요는 인구만큼 빠르게 증가하지 않을 것이고 더 많은 물에 대한 요구는 늦춰질 수 있다. 이는 시민이 지출을 연기하고 그 자본을 다른 유용한 것에 적당히 사용할 수 있게 한다. 게다가 식수로 취급된 물의 전부가 수원으로 돌아가는 것이 아니므로 사회가 물을 보존하고 아낀다면 더 많은 물이 수생 생물을 위한 서식지 구실로 남겨질 수 있을 것이다.

## 자갈접촉산화법

김태균

(경기기업(주) 환경사업부 과장)

**Q.** 근래 대두되고 있는 자갈접촉산화법에 대해서 알고 싶습니다.

**A.** 자갈접촉산화법은 하천의 수질을 정화하기 위한 시설로 개발되었으며 처리원리는 하천의 자정작용 중 침전·흡착 및 미생물에 의한 분해작용을 극대화시킨 것이다.

### 1) 원리

자연상태의 하천은 어느 정도의 오염물질을 제거할 수 있는 자정작용을 지니고 있으며, 하천에서의 자정작용은 크게 다섯 가지 부류로 나눌 수 있다.

회석작용은 유입된 오염물이 하천수 및 지하수에 의하여 희석되는 것으로 오염물질의 농도부하를 낮추어 결과적으로 자정작용 중 다른 작용이 원활히 일어날 수 있게 한다. 침전·흡착작용은 자연하천의 여울과 소에서의 유속변화, 하상형태 등의 변화에 따른 수중의 오탁물질이 자중에 의해 침전하거나 하상면에 접촉하여 흡착되는 것으로 流水의 농도 및 오염량을 감소시킨다. 산화분해작용은 流水중 또는 하상면에 서식하는 미생물(호기성미생물)이 침전 흡착에 의하여 하상에 부착된 오염물질을 물과 산소로 분해하는 것으로 오염물질을 실질적으로 감소시키는 유일한 방법이다. 여과작용은 투수성이 좋은 하상을 통과

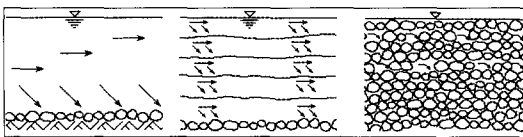
할 때 오염물질이 여과되는 것이며, 소류효과는 홍수 유출시 유량 및 유속이 증가하여 하상에 쌓인 침전물이 하류 또는 바다로 이동함으로써 제거되는 것이다.

이들 자정작용은 보통 BOD 기준 10~15mg/l 이하의 하천수에 대하여 동시에 또는 연속적으로 작용하여 일어나며 그 이상의 오염하천인 경우에는 침전, 소류효과를 제외한 나머지 자정작용은 거의 일어나지 않는 것으로 알려져 있다.

이러한 하천의 자정작용중 오염물질을 가장 많이 제거할 수 있는 방법은 소류효과에 의한 오염물질 이동이나, 이는 오염물질의 절대량을 감소시키지 못하고, 하천의 하류 또는 해양오염을 유발할 수도 있다. 따라서 오염물의 양을 실질적으로 감소시킬 수 있는 방법은 침전·흡착 및 미생물 성장에 의한 산화분해 작용이라 할 수 있다.

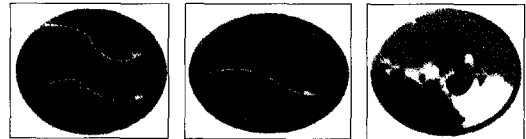
현재의 하천을 보면 과거와 달리 오염부하가 높고, 하천개수사업의 결과로 하천단면의 변화가 없어 유속 및 수심의 변화가 없으므로 하천의 자정작용에 의한 하천의 정화효과는 기대하기 어렵게 되었다. 따라서 오염부하가 높아진 하천을 정화하기 위해 하상면을 인위적으로 증가시킴으로써 짧은 시간과 유하거리에서 침전·흡착 및 산화분해작용을 극대화시키는 방안이 연구되었다. 예를 들면 그림과 같이 하천폭 1m, 유하거리 1m, 수심 1m인 어떤 하천에서 자정작용이 일어날 수 있는 하상면은 1㎡이나, 이것을 단위면적에서 높이를 20cm간격으로 다섯 단으로 설치하게 되면

하상면은 5㎡가 되어 정화능력은 5배로 증가된다. 이와 같은 방법으로 오염된 하천수를 하상재료와 같은 재료로 채워진 특정구간을 통과시킨다면, 정화용량은 엄청나게 증대된다. 이때 발생하는 정화원리를 순서대로 정리하면



① 여재와 여재사이를 흐르는 하천수의 유속감소 및 침전거리 감소로 인한 침전작용 증대

- ② 미생물의 전기적 성질에 의한 흡착
- ③ 미생물의 부착 및 성장으로 인한 산화분해(산화)
- ④ 토사 및 무기질의 퇴적 및 수압에 의한 다짐효과(슬러지양의 감소)



이처럼 흐르는 하천수에 대한 접촉면적을 증가시켜, 오염물질을 접촉면에서의 침전·흡착 및 미생물에 의한 산화분해작용에 따라 제거하여 정화하는 방법을 접촉산화법이라 하며, 접촉여재로서 다양한 재료(폐 Plastic, 페타이어, 폐건축자재, 자갈, 사석 등)가 사용되고 있고, 이 중에서 자갈을 사용한 것을 자갈접촉산화법(역간접촉산화법)이라 한다.

## 2) 처리방식

자갈접촉산화법은 크게 무폭기 접촉산화법, 폭기식 접촉산화법 등 두 가지로 구분된다.

### ① 무폭기 접촉산화법

비교적 저농도(BOD 기준 20~30mg/l)의 하천수는 수중 용존산소가 3~5mg/l정도의 범위를 보이며, 앞에서 언급한 바와 같이 접촉산화법에 적용되는 미생물의 경우는 일반적으로 호기성미생물이므로 특별한 산소공급장치 없이도 번식가능하다. 따라서 하천수에 용존산소를 증가시키기 위한 특별한 장치없이 처리하는 방식을 무폭기 접촉산화법이라 하며 일반적으로 자갈접촉산화법이라 하면, 이를 의미한다.

### ② 폭기식 접촉산화법

오염이 심한 하천수(BOD 기준 30~80mg/l)의 경우는 용존산소가 희박하여 미생물이 살 수 없으므로, 용존산소를 공급할 필요가 있다. 이는 하수처리장의 폭기조에서 산소를 공급하여 미생물을 키우는 것과 같은 원리이며, 접촉산화조의 일부분에 폭기장치를 하여 산소를 공급한 후, 무폭기 상태의 접촉산화법을 적용하는 방법으로 처리수의 농도가 높으면 높을수록 산소공급을 위한 공간이 커진다.

### 3) 처리효율

자갈집축산화에 의한 하천수 처리는 주로 BOD, SS를 제거하기 위한 시설로서 T-N, T-P, ABS 등의 처리효율은 거의 없다. BOD, SS의 제거효율은 하천수의 오염정도, 계절 등에 따라 다르나 일반적으로 65%~80%정도의 처리효율을 나타낸다.

오염하천수의 농도가 낮을수록 처리효율은 저하하며, BOD 기준 20~30mg/l에서 최고의 처리효율을 보이고, 고농도일수록 낮아진다. 또한 계절에 따른 기온(수온)의 변화에 따라 처리효율에 약간의 변화를 보이거나 그 차이는 크지 않다.

### 4) 시설의 구성

자갈집축산화법은 앞에서 설명한 바와 같이 하천의 자정작용을 극대화한 처리방법으로 주로 저농도 하천수처리에 이용되며, 하천수를 직접처리하므로 하천 또는 하천인근에 설치가능하여야 하고, 하천특성상 전기,기계 등을 하천내에 둘 수 없으므로 비교적 간단한 구조로 설치되어야 한다. 자갈집축산화법의 구성은 다음과 같다.

#### ① 수위유지용 시설물

자갈집축산화조의 운영은 기본적으로 무동력 운영을 원칙으로 하며 하천 상하류의 수위차를 이용하여 운영된다. 따라서 최소 0.6m이상의 낙차를 가진 보(고정보, 또는 가동보)의 설치가 필요하다.

#### ② 유입시설물

유입시설물은 집축산화조내로 오염된 하천수를 유입시키는 시설물이며, 하천의 각종 부유물질을 제거하여 시설물내의 흐름을 원활히 할 수 있도록 부유물질 차단판, 조목스크린, 세목스크린 등이 설치된다. 또한 홍수시 탁류의 유입은 엄청난 양의 浮遊砂가 집축산화조내로 유입되어 자갈사이의 공극을 폐쇄할 수 있으므로, 이를 차단하기 위한 시설이 필요하다.

#### ③ 집축산화조

오염된 하천수를 유입시켜서 정화하기 위한 집축산화조는 자갈로 채워져 있으며, 앞에서 언급한 바와 같이 침전, 흡착, 미생물의 산화분해(소화)가 일어난다. 집축산화조의 크기는 하천의 지형적 특성에 의하

여 결정되는데 많은 연구에 의하면 유하거리는 20m 내외, 깊이는 3~5m내외가 적당한 것으로 알려져 있으며, 체류시간(HRT : Hydraulic Retention Time)은 70~150분 정도로 무폭기식 또는 폭기식 등 처리대상수질에 따라 달리 적용된다.

#### ④ 유출시설물

유출시설물은 정화된 하천수를 다시 하천으로 방류하는 시설로, 수위유지용 시설물 직하류에 설치하므로서 하천의 건천화를 방지할 수 있도록 설치하며, 일정한 낙차(보통 0.3m이상)를 두고 하천으로 방류되도록 한다. 집축산화조내의 정화과정중 미생물에 의한 산화분해시 대부분의 용존산소가 소모되어 유출수의 DO는 대략 0.4mg/l이하를 나타낸다. 따라서 일정한 낙차를 두어 약간의 용존산소 회복이 필요하다.

#### ⑤ 유지관리용 시설물

유지관리용 시설물은 크게 홍수차단시설, 슬러지포집시설, 슬러지인발시설, 유량분배시설, 산기시설로 구성된다. 홍수차단시설은 유입구와 유출구에 설치되어 홍수시 고탁도 하천수의 유입을 방지하기 위한 시설이며, 슬러지 포집시설은 집축산화조내에 퇴적된 슬러지를 포집하여 쉽게 인발할 수 있도록 설치된 시설물로서 그레이팅, 슬러지 호퍼 등으로 구성된다. 슬러지 인발시설은 포집된 슬러지를 인발하여 처리할 수 있는 시설이다. 자갈집축산화법에 의한 하천수정화시설은 무동력으로 운전되는 시설이므로 유량분배는 단지 수위차에 의한 웨어 또는 수문에 의하여 이루어지며, 유량분배시설은 웨어의 높이를 쉽게 조정하거나, 수문을 열 수 있는 시설이다. 산기관은 무폭기식의 경우는 슬러지 인발시 필요한 장치이며, 폭기식의 경우는 용존산소의 제공 및 슬러지 인발시 이용된다.

### 5) 유지관리

자갈집축산화법은 하천에 직접 설치하여 저농도하천수를 처리하는 방법으로 유지관리에서도 몇 가지 점을 제외하고는 별 어려움이 없다. 자갈집축산화법의 유지관리는 크게 홍수시 유지관리 방안과, 슬러지 퇴적으로 인한 집축산화조 폐쇄로 나누어진다.

① 홍수시 유지관리 방안

전술한 바와 같이 홍수시 고탁도의 하천수 유입은 정화시설 자체를 완전히 폐쇄시킬 수 있으므로 유출입시설을 차단하여 이를 예방하는 것이 무엇보다 중요하다. 최근에는 각종 수위 센스를 이용한 자동차폐장치가 개발되어 현장에 적용되고 있으나, 호우가 우려될 경우에는 인위적으로 차폐할 수 있는 장치를 병행하여 설치하는 것이 바람직하다.

② 슬러지 제거

점축산화조내에 퇴적된 슬러지는 저농도하천수를 처리하는 관개로 크게 문제가 되지 않는다. 일반적으

로 설계시부터 슬러지퇴적 및 포집을 위한 시설을 별도로 마련하는 경우가 많으며, 대략 2~3년에 1회정도 슬러지를 제거할 수 있도록 한다. 또한 잦은 슬러지 제거는 점축산화조내 미생물의 환경을 교란하므로 일시적인 처리효율 저하현상을 일으킬 수 있다.

갈집축산화법에 의한 하천수질정화시설은 서울 양재천(강남구 포이동), 안양시 학의천(안양시 동안구 인덕원교), 창원 가음정천, 토월천(창원시 가음정동, 남산동), 창원 마금산온천(창원시 북면) 등에 설치되어 가동중에 있다.



물 위에 뜬 기름

여러 사람들과 서로 어울리지 않거나 어떤 환경에 융화되지 못하는 돌림장이.

물구지인지 닭의 퐁인지

분간하기 몹시 어려운 물건