

## 부유사밀도류

최성욱

(연세대학교 사회환경시스템공학부 토목공학과 조교수)

Q 부유사밀도류 (turbidity current)란 무엇입니까?

A 밀도류 (density current)란 유체내의 밀도차에 의해서 발생하는 흐름을 일컬으며 밀도차이를 유발시키는 요소로는 용질, 온도, 그리고 부유입자 등을 들 수 있다. 부유사밀도류는 밀도류의 큰 범주에 속하며, 특별히 유체에 함유되어 있는 부유사 (suspended sediment)에 의해 陰의 浮力(negative buoyancy)이 생길 경우 이것을 부유사밀도류라고 한다. 일반적으로 유체에 녹아 있는 염분과 같은 용질에 의한 혹은 온도차에 의한 밀도류는 전체 부력 (total buoyancy force)이 보존되지만 부유사밀도류의 경우는 그렇지 않다. 즉 부유사밀도류가 흘러가는 경로에 따라 바닥과 상호작용을 하여 밀도류가 가지고 있는 부유사를 퇴적시키기도 하고 바닥을 세굴하기도 한다. 이것은 부유사밀도류가 발생할 때의 초기 조건과 유입조건 그리고 바닥의 경사 및 입자구성과 관계가 있다고 본다.

부유사밀도류는 호수, 저수지, 그리고 해양에서 발생한다. 많은 해저계곡(submarine canyon)이 육지의 하천으로부터 유입되는 부유사밀도류의 세굴작용에 의해서 생성되었으며, 빠른 유속과 관련된 파괴력으로 인하여 부유사밀도류는 해저구조물의 설치시에

반드시 검토되어야할 항목으로 알려져 있다. 또한 소하천에서 저수지나 호수로 유입되는 밀도류는 다량의 유사나 화학물질을 함유하고 있으므로 수질관리적 측면에서 환경수리학의 매우 중요한 연구분야로 대두되고 있다. 예를들어 저수지나 댐에 상수원을 위한 취수구를 두려면 이러한 하층밀도류의 영향을 파악하여 그 영향이 없는 곳에 설치해야 한다. 또한 유사이동의 측면에서도 저수지나 댐에서 발생하는 부유사밀도류는 중요하다. 부유사밀도류는 다량의 유사를 함유하고 하류방향으로 수십 km를 이동할 수 있으므로 저수지나 댐에 퇴적된 상당한 양의 유사가 바로 부유사밀도류에 의해 상류에서 수송된 것이다. 댐의 적절한 위치에 방류구를 두어 부유사밀도류를 방출시킨다면 저수지 유사문제 (reservoir sedimentation)의 해결에 많은 도움이 될 것이다.

초기 및 유입조건하에 발생된 부유사밀도류는 크게 두 가지 흐름양상을 보일 수 있다. 부유사로 말미암아 주변의 유체보다 무거워진 밀도류는 중력의 작용에 의해 하류로 이동할 때 경계면인 바닥과 유사를 주고 받으면서 상호작용을 한다. 이때 밀도류가 발생시키는 전단응력에 의한 유사유입률(sediment entrainment rate)이 중력에 의한 유사의 퇴적률(sediment deposition rate)보다 클 경우 부유사밀도류는 바닥을 세굴하여 바닥의 유사입자를 밀도류로 더 많이 끌어 들이므로 부력흐름률(buoyancy flux)이 증가하게된다. 이렇게 증가된 부력흐름률에 의해 이번에는 부유사밀도류의 자체무게가 더욱더 커지게 되므로 부력에 의해 속도가 증가하게 되며 이것은 또한 더욱더 난류에너지의 발생을 촉진시켜 자기가속순환계(self acceleration cycle)를 형성하기도 한다. 이와 같은 상태의 부유사밀도류를 점화(ignition)되었다고 한다. 부유사밀도류가 급경사의 계곡을 지나 심해저의 대륙붕지대와 같은 완경사지대에 이르면 유속이 급격히 감소된다. 따라서 밀도류는 충분한 난류를 발생시키지 못해 유사유입률보다 퇴적률이 커지게 되고 부력흐름률이 감소하게 되어 결국에는 소멸하게 된다.

하천에서 유입되는 밀도류는 유입되는 형상에 따