

술잔의 와류현상 과학적 설계

경주 포석정은 사적 1호로 신라시대 현강왕 이전에 건립된 것으로 추정되는데 고래모양의 수로 위에 띄운 술잔을 돌리며 시와 노래를 즐기도록 만든 것이다. 술잔이 사람 앞에서 맴돌게 만든 이 포석정은 유체역학적으로 와류(회돌이) 현상이 생기도록 설계한 것으로 우리 선조들의 지혜와 과학기술의 바탕에서 이루어진 것이다.



1998년 9월 전 세계의 언론은 북한이 발사한 탄도 미사일이 대포동 1호이나, 인공위성이냐로 의견이 분분하였다. 결론적으로는 북한이 인공위성을 발사하기는 했지만 지구를 벗어나 궤도 진입을 하지는 못했다는 것이 지금까지의 견해이다. 미사일에 사용되는 연료에는 고체 연료와 액체 연료가 있다는 것은 잘 알려져 있다. 1천킬로미터 미만의 단거리용 로켓에는 고체 연료가 사용되지만 그 이상일 경우에는 액체 연료 사용이 필수적이다. 액체 연료는 발사 직전에 주입해야 하는 단점과 안정적이지 못하다는 단점이 있다. 그러나 강력한 힘을 내기 위해서는 사용하지 않을 수 없는 필수적인 방법으로 핵탄두를 장착한 대륙간 탄도 미사일, 인공위성이나 우주선을 쏘는 데에만 사용되고 있다. 북한에서 인공위성을 발사했다는 것은 액체 연료 사용법을 개발했다는 의미도 있으므로 국내외의 큰 주목을 받은 것이다.

통일신라시대 현강왕 이전에 건립

포석정을 다루면서 탄도 미사일과 우주선 이야기가 왜 나오는지 의아해 하는 사람도 있겠지만 포석정의 원리는 액체 연료 활용방법을 역으로 이용한 것이라고도 볼 수 있다.

포석정은 경상북도 경주시 배동, 경주 남산의 서쪽에 있는 석구(石構)로서 사적 제1호이다. 『삼국유사』의 처용랑망해사조(處容郎望海寺僧)에 현강왕(875~885년)이 포석정에 행차했을 때 남산신(南山神)이 나타나 춤을 추자, 왕도 따

라 추게 되어 이로부터 어무산신무(御舞山神舞) 또는 어무상심무(御舞祥審舞)라는 춤이 만들어졌다고 기록되어 있으므로 통일신라시대의 현강왕 이전에 건립된 것으로 추정된다. 원래 포석정이란 고래 모양을 따라 만든 수로로 물을 흐르게 한 후 물 위에 띄운 술잔으로 술을 마시며 시를 읊고 노래를 부르면서 즐기도록 만든 것이다. 술잔이 자기가 앉은 자리 앞으로 오면 옆에 놓아 둔 술을 술잔에 따라 마시면서 시를 한 수 짓는데 시간이 늦거나 제대로 시를 짓지 못하면 벌주를 마셨다고 한다.

이러한 것을 유상곡수(流觴曲水)라는 시회(詩會)로 부르는데 중국의 동진시대부터 유행했으며 일본에도 여러 개의 유적이 있다. 경주 포석정은 측벽을 다양한 크기의 63개 석재를 이용해 만들었는데 높이는 20센티미터 정도인데도 폭은 15센티 정도로 매우 안정된 구조로 되어 있다.

여기에서 주목을 끄는 것은 한국의 포석정은 중국과 일본과는 달리 술잔이 사람 앞에서 맴돌도록 설계되었다는 점이다. 잔이 흘러가다가 어느 자리에서 맴도는 것은 유체역학적으로 와류(渦流·회돌이)현상이 생기도록 설계하였기 때문이다. 회돌이 현상이란 주 흐름에 반하는 회전 현상을 말한다.

유동훈교수의 시뮬레이션에 의하면 포석정의 흐름은 근본적으로 비정상 난류 유동으로 확실한 회돌이 현상이 일어난다. 포석정에서 물이 흘러가는 도중에 10여개 군데에서 회

돌이 현상이 일어나며 그중 2군데에서 매우 큰 회돌이가 일어난다.

포석정은 물이 흘러가는 경로가 다양하기 때문에 서로 다른 위치에서 잔을 출발시킬 경우 술잔이 같은 경로로 흘러가지 않는다. 신라인들은 경사가 급격히 변하는 지점이나 구부러진 지점에서는 수로 폭을 확장하거나 내부의 바닥면의 굴곡을 세심하게 설계하여 술잔이 전복하지 않도록 했다. 즉 포석정은 다양한 수로를 만들어서 그 위에 술잔을 띄웠을 때 다양한 흐름과 위치의 변화를 만들어내도록, 세심한 유체역학적 지식을 토대로 하여 설계된 것이다.

수로를 유체역학적 지식토대로 설계

그러나 포석정에서 회돌이 현상을 만들어 술잔이 들게 하는 것은 실용적인 면에서 매우 특이한 예이다. 공학적인 면에서 회돌이 현상은 물이 흘러가는 면에서 충돌이 일어나기 때문에 처치 곤란한 현상이다. 필자의 실험에 의하면 흐름이 충돌할 때 에너지 분산이 일어나 효율에 큰 영향을 미치므로 가능한 한 회돌이가 일어나지 않게 하는 것이 공학적으로 매우 중요하다.

우주선을 발사하기 직전에 액체 연료 탱크 안에 있는 액체 연료의 온도를 목표 온도까지 순간적으로 올릴 때에도 이와 같은 문제점이 생기게 된다. 그러므로 우주선이나 장거리 미사일을 발사할 때 사용되는 액체 연료 탱크의 설계나 우유를 포함한 각종 음료의 살균을 비롯한 실용적인 용도를 위해서는 이와 같은 회돌이 현상이 일어나지 않도록 용기를 설계한다.

그런데 포석정에서는 오히려 이를 역이용했다는 뜻이다. 포석정에 이런 고차원적인 과학기술이 접목되었다고 설명하면 신라인들이 그런 현상을 우연히 발견하여 그렇게 건설하였을 것이라고 생각할 지 모른다.

그러나 포석정에서 회돌이가 이루어지도록 만드는 것은 우연히 발견될 수 있는 차원이 아니다. 이는 포석정에서 회돌이가 형성되는 각 단면의 형태가 다르게 만들어졌다는 것으로도 알 수 있다. 특히 2개의 주 회돌이 현상이 나타나는 곳은 매우 세심하게 돌의 곡선을 깎았다. 이와 같이 회돌이 형성 부분에 따라서 구조를 다르게 만든 것은 신라의 선조들이 유체이동에 대한 많은 지식을 갖고 있었다는 것을 뜻한다.

그렇다면 신라인들은 어떻게 이런 유체역학적 지식을 얻었을까? 과거 유럽에서는 유체 문제를 연구할 때 보통 5가지의 기본 샘플을 만들어 약 1천번의 실험을 거친 후 그 결과를 가지고 결론을 내리는 것이 보편적이었다. 하루에 한번씩 실험을 하더라도 최소한 5천일은 걸린다는 뜻이다. 과거의 학자들이 박사학위를 받기 위해서 몇십년씩 걸리는 이유이기도 하다.

신라인들도 포석정의 회돌이 현상을 정확히 포착하기 위해서는 유럽인들과 마찬가지로 적어도 수천번 이상의 실험을 거쳤을 것으로 추정한다. 흘러내리는 물의 양, 속도, 수로의 형태와 폭깊이, 표면장력, 술잔의 형상-크기-중량 초기의 위치 등을 치밀하게 고려해가며 수많은 반복 실험을 했음이 틀림없다.

포석정은 신라의 패망을 현장에서 목격한 비운의 장소로 더 잘 알려져 있다. 경애왕이 왕비와 신하들을 데리고 포석정에서 연회를 열다가 갑자기 후백제 견훤의 군사들이 쳐들어와 연회장은 이수라장이 되었고 경애왕은 견훤에게 곧바로 사로잡혀 왕비와 부하들 앞에서 스스로 자결했다. 혹자는 견훤이 쳐들어오는 것도 모르고 연회를 베풀었다고 비난한다.

그러나 현재까지의 고고학적인 연구에 의하면 포석정은 왕과 신하가 단순히 풍류를 즐기 위한 오락 시설이라기보다는 신탁이 행해지는 종교적인 장소라는 가설이 더욱 설득력을 얻고 있다. 특히 경애왕이 포석정을 방문한 날이 음력 11월인데 이를 양력으로 따지면 겨울 중에서 가장 추운 12월달로써 그 추운 날에 연회를 하기 위해서 방문했으리라고는 생각하지 않는다. 왕비들과 신하를 거느리고 국가의 운명을 걸고 기원하기 위해서 포석정을 방문하였는데 견훤한테 기습을 당한 것이라는 설명이다.

현대 과학으로 볼 때 실무면에서는 가능한 한 발생되지 않도록 하는 회돌이 현상을 오히려 역으로 자유롭게 나타나도록 설계하였다는 점은 포석정에 대해 아무리 과찬하여도 지나치지 않다고 생각한다. 선조들의 이러한 과학적인 업적은 결코 우연에 의한 것이 아니라 고도의 과학적 지식과 기술을 습득하고 있던 바탕에서 이루어진 것을 꼭 기억할 필요가 있다. ㉔

李 鐘 鎬 (피라미드워즈 전문위원/과학저술가)