

스위스의 상징 ‘알프호른’의 과학

글 | 성평모 _ 서울대학교 전기·컴퓨터공학부 교수 kmsung@acoustics.snu.ac.kr



〈그림 1〉 호주 원주민이 디저리두를 부는 모습

알프호른은 또 다른 이름으로 알펜호른이라고 불리기도 한다. 이름이 뜻하는 바와 같이 유럽의 알프스 산악지역에서 목동들이 가축을 이끌기 위한 신호용 나팔이 그 기원으로, 스위스의 국가적인 상징이기도 하다.

개관과 원추형관의 공진현상

음향학적으로 본다면 알프호른과 가장 가까운 관계에 있는 민속악기는 호주의 원주민들이 사용하는 ‘디저리두’가 될 것이다. 디저리두는 속을 파낸 원통형의 나무관을 입에 대고 금관악기를 불 때와 마찬가지로 입술을 진동시키며 불면, 원통형 나무관이 공진을 일으켜 소리를 내게 되어 있다. 〈그림 1〉은 호주 원주민이 디저리두를 부는 모습이다. 이 때 나무관은 입으로 부는 쪽은 막혀 있고, 다른 한 끝은 열려 있어서 소리를 방사하기 때문에 폐관으로 볼 수 있다.

디저리두의 제일 낮은 첫 번째 공진주파수는 관의 길이가 음파 파장의 1/4이 되는 주파수에서 일어나며, $f_1 = c/4L$ (c : 음속, L : 관의 유효길이)가 된다. 폐관에서는 이 첫 번째 공진주파수 이외에도 f_1 의 홀수배가 되는 주파수에서도 공진이 일어나, 호주의 원주민들은 기본주파수인 f_1 만을 사용한다. 그 대신 호주의 원주민들은 디저리두 연주 시 인간의 발성기관에서 높은 주파수의 신호를 추가로 발생시켜 첨가함으로써 관의 최저 공진주파수 위에 복잡하게 변조된 소리를 내는 것이 보통이다.

플룻이나 리코더와 같이 관의 양쪽 끝이 열려있는 관은 음악음향학에서 개관이라 한다. 개관의 첫 번째 공진주파수는 관의 길이가 음파 파장의 절반이 될 때 발생하므로 f_1

= $c/2L$ 이 된다. 개관에서는 이 기본 공진주파수 이외에 f_1 의 정수배가 되는 주파수에서 공진이 일어난다.

오보에나 바순, 또는 여기서 다루는 알프호른은 관의 모양이 원추형으로 생겼다. 원추형 관은 관 내부에서 공진시 형성되는 정재파의 모습이 약간 다르기는 하지만 공진주파수들은 개관의 경우와 같다. 플룻이나 오보에에서 C_4 (피아노 건반의 정중앙인 4번째 옥타브의 C)음을 내려면 C_4 의 기본주파수가 261.63Hz이므로 유효관의 길이(L)는 $c/2f_1 = 340/(2 \times 261.63)m = 0.65m$ 로부터 65cm가 된다. 소위 끝단 보정 등으로 실제의 길이는 이보다 좀 작아서, 오르간 제작자들은 기억하기 좋게 2피트로 이야기한다. 관의 길이가 2배, 즉 4피트이면 한 옥타브 아래인 C_3 음을 기본음으로 발생시킬 수 있고, 8피트의 관은 다시 한 옥타브 아래인 C_2 음을 낼 수 있다.

알프호른은 관의 자연배음렬을 사용

8피트, 즉 약 2.4m의 개관 또는 원추형 관은 제일 낮은 기본 공진주파수로 C_3 음을 발생시킬 수 있는데, 이 때 정수배의 공진주파수들(하모닉스)은 기본주파수에 얹혀서 배음 성분을 구성함으로써 음색을 결정하게 된다. 또한 관을 부는 사람이 제일 낮은 첫 번째 공진주파수가 아닌 다른 공진주파수의 음을 불면 그 주파수가 발생하는 음의 기본주파수가 되고 그것의 정수배에 해당하는 하모닉스들이 음색을 구성한다. 예를 들어 2.4m되는 관의 2번째 공진주파수인 f_2 음을 불면 $f_2=2f_1$ 이기 때문에 f_1 , 즉 C_2 음의 2배(한 옥타브) 위의 음인 C_3 가 발생한다. 또한 3번째 공진주파수인 f_3 음을



〈그림 2〉 악보로 표시된 자연배음렬



〈그림 3〉 오리지널 알프호른과 필자가 직접 PVC 파이프로 실험적으로 제작한 알프호른을 부는 모습

불면 $f_3=3f_1$ 이기 때문에 f_1 , 즉 C_2 음의 3배(12도)위의 음이며, $f_2 : f_3 = 2:3$ 이기 때문에 C_3 보다 완전5도 위의 음인 G_3 가 발생하는 것이다. 제일 마지막의 경우 f_3 의 정수배인 f_6, f_9, f_{12}, f_{15} 등의 주파수 성분들은 함께 발생되어 G_3 음의 배음 성분을 구성하게 된다.

따라서 개관이나 원추형 관은 제일 낮은 첫 번째 공진주파수뿐만 아니라 그것의 정수배가 되는 음들을 발생시킬 수 있으며, 이것들을 자연배음렬이라고 부른다. 정확하게 얘기하면 f_1 의 정수배, 즉 1,2,3,4,5,6...배에 해당하는 음을 불 수 있는데, 2.4m의 개관 또는 원추형 관으로 낼 수 있는 음들을 근사적으로 악보로 표시하면 〈그림 2〉와 같이 된다. 2차에서 6차까지의 자연배음들은 도, 솔, 도, 미, 솔의 음정



〈그림 4〉 왼쪽부터 오리지널 알프호른, PVC 파이프로 제작한 알프호른, 호주 원주민의 디저리두

을 구성하며 7차부터 16차까지는 음들 간의 간격이 좁아져서 온음계 연주가 가능하고, 16차부터는 더 촘촘하여 반음계의 연주도 가능하다.

스위스나 독일, 오스트리아 등 알프스 지역의 알프호른 음악은 〈그림 2〉의 악보에 표시된 자연배음렬을 사용하고 있다. 스위스의 알프호른은 보통 길이가 3.4m 정도로 〈그림 2〉에서 표시된 것보다는 6개의 반음이 더 내려간 F#으로 조가 바뀐 이조악기이며, 독일에서는 다른 악기와 함께 연주할 때보다 편리한 F조의 알프호른을 사용하며 길이는 F#보다 반음 낮게 조율되므로 6% 가량 길이가 길어져서 3.6m정도가 된다.

옛날 알프스의 목동들은 아마도 마우스피스를 사용하지 않고, 호주의 원주민들이 디저리두를 불 때와 마찬가지로 알프호른 나무관의 입구에 입술을 직접대고 불었을 것이라 생각한다. 그러나 오늘날에는 금관악기의 마우스피스처럼 생긴, 보통 나무로 제작된 마우스피스를 사용한다. 취향에 따라서는 호른이나 트럼본, 심지어는 트럼펫 마우스피스를 사용하기도 한다.

PVC 관으로 알프호른 제작 성공

〈그림 3〉에서는 필자가 소장하고 있는 오리지널 알프호른과 필자가 직접 PVC 파이프로 실험적으로 제작한 알프

호른을 필자와 오르가니스트 조영주 씨가 함께 불고 있는 모습을 보여주고 있다. 나무로 제작된 것이 오리지널 알프호른이고, 푸른 회색빛을 띠고 있는 것이 PVC 파이프로 제작된 것이다. 4월 중순 벚꽃이 만발한 서울대 관악 캠퍼스와 알프스지역 티롤 지방의 전통의상이 알프호른에 알맞은 분위기를 자아내고 있지 않은가?

〈그림 4〉는 오리지널 알프호른과 직접 제작한 PVC 알프호른 이외에 알프호른과 혈연적으로 제일 가까운 호주 원주민의 '디저리두'를 비교하여 보여주고 있다. 필자가 직접 제작한 PVC 알프호른은 상수도용 PVC관이며, 원추형관의 단면을 계단형으로 근사시켜서 직경이 다른 여러 개의 관을 연결시켜 만든 것이다. 정확하게 관의 길이를 조절하여 튜닝한 결과 오리지널 알프호른과 이중주를 하는데 음정, 음색, 음량의 면에서 조금도 손색이 없음을 확인할 수 있었다. 단지, 아직 연습이 부족하여 훌륭한 알프호른 음악을 연주하지 못하는 것이 한탄스러울 뿐이다. ㉮



글쓴이는 독일 아헨공대에서 음향공학 박사학위를 받았다. 독일 아헨공대 음향공학연구소 연구원, 서울대 뉴미디어 통신연구소 소장, 한국 음향학회 회장, 대한 전자공학회 회장 등을 지냈다.