

청각장애아를 위한 새 소리 주파수 특성 분석

레아디청각언어교육연구원
김 홍 규

= Abstract =

The Sounds of Bird's Frequency Analyses for the Hearing Impaired Children

Hong Kyu Kim, M.D.

READI, Hearing Language Education Center, Seoul, Korea

The purposes of this study were to analyze the sound of bird's frequency region and pattern and to discuss hearing impaired children's auditory discrimination.

The results were as follows :

1) The sounds of bird's frequency region were divided into Low(below 1,000Hz), Mid (between 1,000 and 4,000Hz) and High(between 2,000 and 4,000Hz). 2) The sounds of bird, which were same, long, high pattern, were in Mid & High. Short and high pattern were above High.

KEY WORDS : Frequency · Hearing impaired children.

서 론

인간이 생활을 접하게 되는 음향으로는 환경음, 새 소리, 동물 소리 등이 있다. 이들의 소리는 인간이 생활하는데 직접, 간접으로 연관을 맺고 있다. 의미를 전달하는 준 언어의 성격을 지닌 소리도 있고, 인간의 정서를 가꾸는데 필요한 소리도 있으며, 신변의 위협에 대처하는 소리도 있을 것이다. 환경음이 의사를 빨리 전달하기 위한 의미 정보를 내포하고, 동물 소리가 신변의 위협에 대처한다면, 새 소리는 인간의 마음을 아름답게 가꾸고, 계절을 인지하고 사색하는데 영향을 미칠 수 있다. 이러한 소리들을 듣지 못하게 될 때, 사람은 감정이 결핍되게 되고 정서를 가꾸는데 지장을 받아 거친 성격을 가지게 된다. 청각장애아도 일상의 생활을 영위하는 데 있어서 예외일 수는 없을 것이다. 그러나 청각장애아는 여러가지 이유

로 소리의 정보전달에 있어 소외되어 있다. 이는 '청각장애아는 소리를 들을 수 없다'는 편견과 무지로 관련변인의 과학적인 해석과 연구가 부족했던 것도 원인이었을 것이다. 그러나 청각장애아도 정확한 개인의 청력특성 분석과 과학적으로 보청기를 착용하면 새 소리 청각변별이 가능하다. 청각장애아를 위한 음향특성을 분석하기 위하여 주파수 개념으로 접근한 것으로는 환경음 주파수 특성분석¹⁾, 동물 소리 주파수 특성분석²⁾, 음향의 주파수 특성분석³⁾이 있다. 그러나 인간에게 가까운 소리 중 정서에 영향을 미치는 새 소리 연구는 아직 진행되지 못했다. 청각장애아의 새 소리 청각변별 가능성 예측 또한 새 소리 주파수 성분 분석이 요구된다. 주파수 성분은 주파수 대역, 소리의 크기, 파형 등이 변별의 단서로 작용된다. 본 연구에서는 새소리를 sonogram으로 분석하여 1) 새 소리 주파수 대역을 밝히고 2) 새 소리 파형 특성을 조사하며 3) 새 소리 변별 난이도를 논의하여 보았

다.

연구방법 및 절차

1. 분석음향

본 연구에서 분석한 새 소리 음향 자료는 오아시스 레코드사에서 제작한 효과음 CD(1~6)중 주변에서 접하기 쉬운 새 소리 중 새 소리의 가장 대표적인 우는 소리 15가지를 선정하였다.

2. 측정도구

- (1) 새 소리 녹음 : Inkel Ip-820
- (2) 새 소리 음향 분석 : Inkel-DS-5015G, Macintosh II vi, Sound-Edit 2.05

3. 절 차

효과음 CD(1~6) 중에서 생활에서 접하기 쉬운 새 소리 중 대표적인 우는 소리 15가지를 선정하였다. 선정된 새 소리는 녹음기 Inkel Ip-820을 이용하여 CD(1~6)에 있는 새 소리를 일반 녹음 테이프에 다시 녹음하였다. 녹음 시간은 2~3초로 하였다. 새 소리가 녹음된 녹음 테이프를 Inkel-DS-5015G를 통하여 컴퓨터로 분석하였다. 컴퓨터 입력 주파수 대역은 11KHz 속도로 8bit로 전송하여 A/D로 전환시켰다.

결 과

1. 새 소리 주파수 특성분석(Fig. 1-14.)

2. 새 소리 주파수 대역

새 소리는 낮은 주파수 대역에서부터 높은 주파수 대역까지 다양하게 분포되어 있다. 새 소리 주파수 대역 분

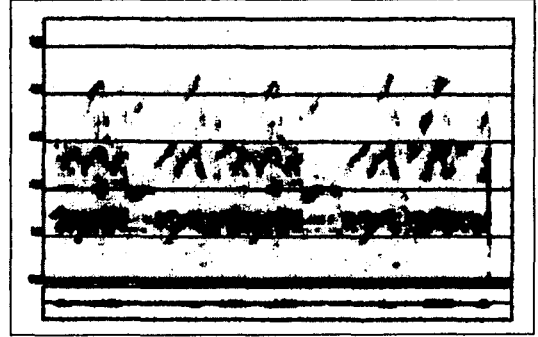


Fig. 2. 갈매기 소리.

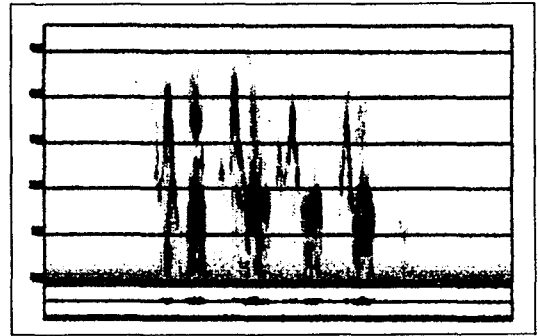


Fig. 3. 물세 소리.

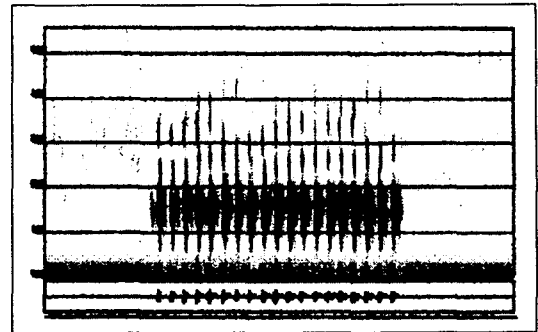


Fig. 4. 소쩍새 소리.

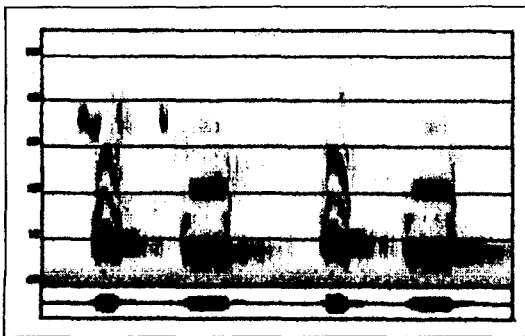


Fig. 1. 빠꾸기 소리.



Fig. 5. 오리 소리.

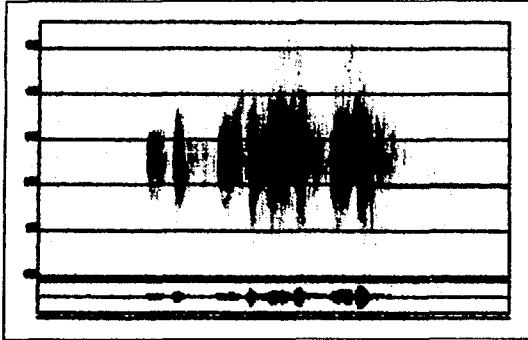


Fig. 6. 산까치 소리.

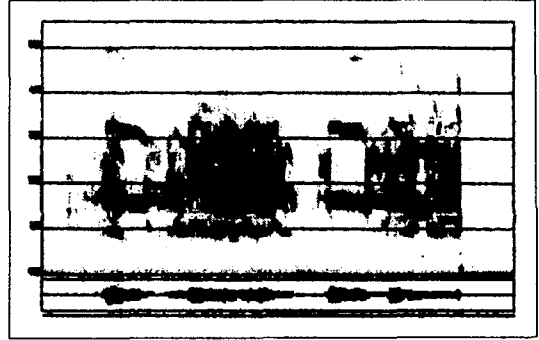


Fig. 10. 거위 소리.

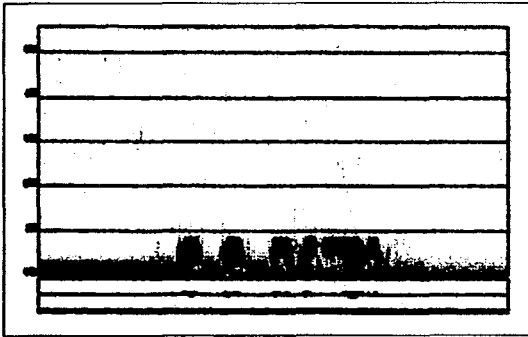


Fig. 7. 부엉이 소리.

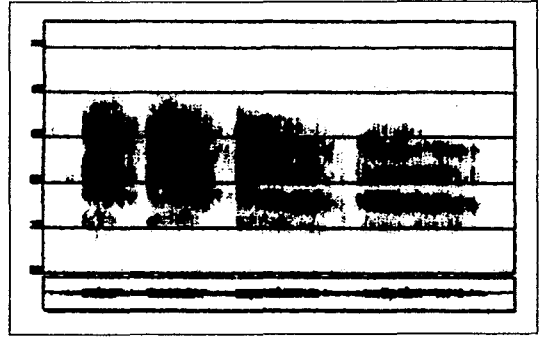


Fig. 11. 학 소리.



Fig. 8. 참새 소리.



Fig. 12. 종달새 소리.

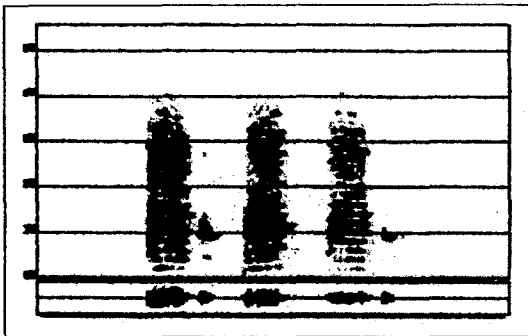


Fig. 9. 공작 소리.

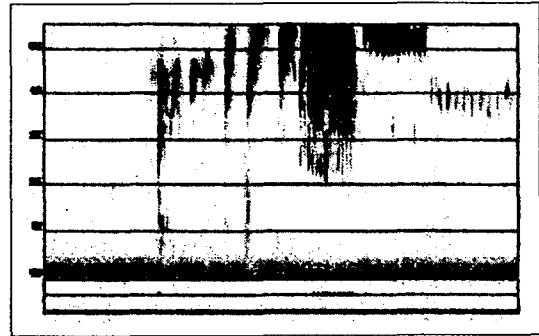


Fig. 13. 카나리아 소리.

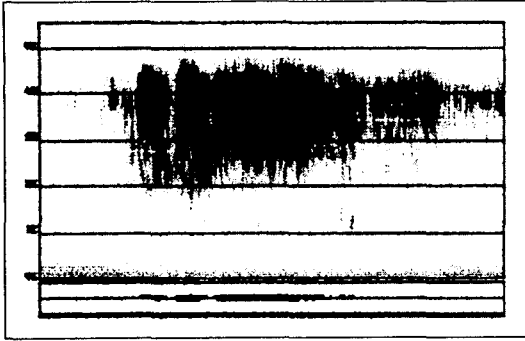


Fig. 14. 매미 소리.

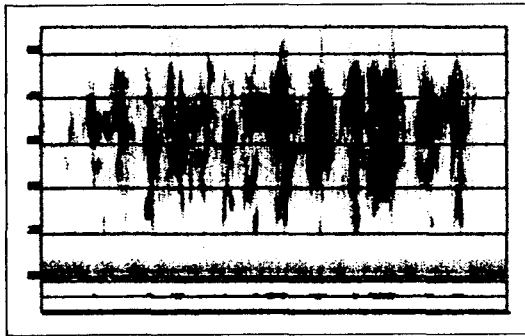


Fig. 15. 제비 소리.

또는 Table 1과 같다. Table 1에서 보면 1,000Hz 이하의 주파수 대역 새 소리에는 부엉이 소리가 있고, 1,000~1,900Hz는 소쩍새 소리, 1,000~3,000Hz 대역은 오리 소리, 125~4,000Hz는 공작 소리, 1,000~4,000Hz에서는 산까치, 갈매기, 물새, 학, 거위, 삻꾸기 소리가 있고, 1,000~5,000Hz는 제비, 참새 소리, 2,000~4,000Hz는 매미 소리, 2,000~6,000Hz는 종달새, 카나리아 소리가 있다.

새 소리 주파수 대역에서 4,000Hz 이하의 언어 주파수 대역에는 부엉이, 소쩍새, 오리, 공작, 산까치, 갈매기, 물새, 학, 거위, 삻꾸기, 매미 소리 등이 있으며, 4,000Hz 이상에는 제비, 참새, 종달새, 카나리아 소리가 있다. 한편 저음역(1,000Hz 이하)에는 매미 소리가 있다. 한편 새 소리는 위의 경우처럼 한 주파수 대역에서 에너지를 형성하고 있는 것도 있으나, 2~3개 주파수 대역에 걸쳐 에너지를 형성하고 있는 것들이 많다. 2개 주파수 대역에서 에너지를 형성하고 있는 것으로는 오리 소리(1,000~3,000Hz)가 있으며, 3개 주파수 대역에 걸쳐 에너지를 형성하고 있는 새 소리로는 산까치, 갈매기, 물새, 학, 거위, 삻꾸기(1,000~4,000Hz)가 있다. 4개 주파수 대역에 걸쳐 에너지를 형성하고 있는 새 소리로는

Table 1. 새소리 주파수 대역

주파수 분포(Hz)	새 소리 종류
125 ~1,000	부엉이소리
1,000 ~1,900	소쩍새 소리
1,000 ~3,000	오리 소리
125 ~4,000	공작 소리
1,000 ~4,000	산까치, 갈매기, 물새, 학, 거위, 삻꾸기 소리
2,000 ~4,000	매미 소리
1,000 ~5,000	제비 소리, 참새 소리
2,000 ~6,000	종달새, 카나리아 소리

는 공작(125~4,000Hz), 제비와 참새(1,000~5,000 Hz), 종달새와 카나리아(2,000~6,000Hz)가 있다. 또한 새 소리 주파수 대역은 한 주파수 대역에서 중심 에너지 대역을 분명하게 선정할 수 있는 것도 있으나, 한 주파수 대역에서 중심 에너지 대역을 선정하기가 어려운 경우도 있다. 삻꾸기, 갈매기, 소쩍새, 부엉이, 공작 소리 등은 중심 에너지 대역을 선정할 수 있으나, 다른 새 소리는 여러 주파수 대역에 걸쳐 에너지가 형성되어 있어서 중심 에너지 대역을 정하는 데 어려움이 있다. 비교적 낮은 주파수 대역에 위치해 있는 새 소리로는 삻꾸기, 갈매기, 소쩍새, 부엉이 소리가 있다. 중간 주파수와 고주파수 대역에는 공작, 학, 거위, 산까치, 물새 소리가 있다. 아주 높은 주파수 대역에는 제비와 참새, 종달새와 카나리아 소리가 있다. 새 소리 주파수 대역 결과를 종합하여 보면 다음과 같다.

첫째, 125~4,000Hz 언어 주파수 대역안에 있는 새 소리로는 부엉이, 오리, 소쩍새, 공작, 산까치, 갈매기, 물새, 거위, 학, 삻꾸기, 매미가 있다. 4,000Hz 이상 주파수 대역에 위치한 새 소리로는 제비, 참새, 종달새, 카나리아가 있다.

둘째, 저음역에 위치한 새 소리로는 부엉이가 있으며, 중음역에 위치한 새 소리로는 삻꾸기, 갈매기, 소쩍새, 학, 공작이 있다. 중음역과 고음역에 걸쳐 위치한 새 소리로는 거위, 오리, 물새가 있다. 고음역에서 위치한 새 소리로는 산까치, 매미 소리가 있다. 4,000Hz 이상의 초고음역에 위치한 새 소리로는 참새, 종달새, 제비, 카나리아가 있다.

3. 새 소리 파형 특성

새 소리 파형의 특성은 모양의 단순성과 독특성, 파형의 길이, 파형의 높이와 에너지 분포도로 설명되었다. 삻꾸기 소리는 2개의 파형으로 형성된 소리로 “삻”은 샷

모양을 하고 있으며, “꼭”은 직사각형 모양으로 단순하고 독특하다. 파형의 길이는 길고, 파형의 높이가 한주파수에서 에너지가 형성되고 있어 낮다. 에너지 분포도는 동일 파형으로 1,000, 2,000, 3,000Hz에 분포되어 있다. 갈매기 소리는 하나의 파형으로 형성된 소리로 산 모양을 하고 있으며, 파형이 길고 파형의 높이는 낮다. 에너지 분포도는 동일 파형으로 1,500, 3,000, 4,000Hz로 분포되어 있다. 물새 소리는 2개의 파형으로 팬촉과 사각형 모양을 하고 있다. 팬촉 모양은 파형의 높이가 2개의 주파수가 걸쳐 있어서 높은 편이다. 그러나 사각형 모양은 한 주파수에 걸쳐 파형을 형성하고 있어 파형의 높이가 낮고 파형의 길이가 길다. 소쩍새 소리는 1개의 파형으로 형성된 소리로 반원 모양이다. 파형은 길고, 파형의 높이도 2개 주파수에 걸쳐 에너지가 형성되어 있어서 조금 높은 편이다. 에너지는 1,000~3,000Hz에 분포되어 있다. 산까치 소리는 2개의 파형으로 형성된 소리로 뚜렷한 모양없이 파형의 길이가 길고, 파형의 높이도 높다. 에너지는 1,000~4,000Hz에 분포되어 있다. 부엉이 소리는 2개의 파형으로 형성된 소리로 파형의 길이는 길고, 파형의 높이는 낮다. 에너지는 1,000Hz 이하에 분포되어 있다. 참새 소리는 3개의 파형으로 형성된 소리로 한개는 막대 모양, 다른 한개는 삼각형 모양, 나머지 모양은 새가 앉은 모습과 흡사하다. 파형의 높이는 500~6,000Hz에 이르기까지 아주 높다. 파형의 길이는 한개는 길지만 다른 2개는 짧다. 에너지는 5,000~6,000Hz에 분포되어 있다. 공작 소리는 한 개의 파형으로 형성된 소리로 길게 형성되어 있다. 파형의 길이는 길고 파형의 높이는 낮다. 에너지는 동일 파형으로 125~4,000Hz에 분포되어 있다. 거위 소리는 3개 이상의 파형으로 형성된 소리로 한자로 2의 모양을 하고 있는 것과 개의 모양과 또 다른 모양을 나타내고 있다. 파형의 길이는 길고, 파형의 높이는 3개 주파수에 걸쳐 있으므로 높은 편이다. 에너지는 1,000~4,000Hz에 걸쳐 분포되어 있다. 학 소리는 한개의 파형으로 형성된 소리로 길게 퍼져 있다. 파형의 길이는 아주 길고 파형의 높이는 낮다. 에너지는 동일 파형으로 1,000~3,000Hz에 분포되어 있다. 종달새 소리는 4개 이상의 파형으로 형성된 소리로 다양한 모양을 보이고 있다. 파형의 길이는 아주 짧고, 파형의 높이는 아주 높다. 에너지는 2,000~6,000Hz로 분포되어 있다. 카나리아 소리는 3개의 파형으로 형성된 소리로 파형의 길이가 아주 짧고, 파형의 높이는 아주 높

다. 에너지는 1,000~6,000Hz 이상에 분포되어 있다. 매미 소리는 한개의 파형으로 형성된 소리로 파형의 길이는 길고, 파형의 높이는 낮다. 에너지는 2,000~4,500Hz에 분포되어 있다. 제비 소리는 3개 이상의 파형으로 형성된 소리로 파형의 길이가 짧고, 파형의 높이도 아주 높다. 에너지는 1,000~5,000Hz에 분포되어 있다. 새 소리 파형 특성 결과를 정리하여 보면 다음과 같다.

첫째, 2개 이하의 동일 파형을 형성하고 있는 소리로 는 삐꾸기, 갈매기, 물새, 소쩍새, 산까치, 부엉이, 학, 매미, 오리 소리가 있다. 3개 이상의 파형을 형성하고 있는 소리로 는 제비, 거위, 종달새, 카나리아, 제비 소리가 있다.

둘째, 파형의 길이가 길고 파형의 높이가 낮은 새 소리로 는 삐꾸기, 갈매기, 소쩍새, 부엉이, 공작, 학, 물새 소리가 있으며, 파형의 길이가 길고, 파형의 높이가 조금 높은 새 소리로 는 오리, 산까치, 거위, 매미 소리가 있고, 파형의 길이가 짧고 파형의 높이가 높은 소리로 는 카나리아, 종달새, 제비, 참새 소리가 있다.

논 의

새 소리 변별 난이도는 새 소리의 중심에너지 주파수 대역, 파형의 모양, 수 그리고 파형의 길이와 높이가 변별 단서로 작용한다. 새 소리 변별 난이도를 논의하는 데 있어서 첫째 주파수 대역은 먼저 언어 주파수 대역안에 위치해 있는가? 아니면 언어 주파수 대역을 초과해 에너지가 형성되어 있는가? 라는 점이 중요하다. 이는 보청기 주파수 대역이 4,000Hz로 그 이상의 주파수 대역은 소리가 잘려서 들을 수가 없다는 점에 기인한다³⁾. 그러므로 4,000~6,000Hz 이상에서 에너지가 형성되고 있는 참새, 종달새, 제비, 카나리아 소리 등은 청각장애아가 들을 수 없는 새 소리 중의 하나이다. 새 소리 변별도는 새 소리 중심에너지 대역의 주파수별 위치에 따라 다르게 나타난다. 새 소리는 형성 에너지의 주파수 대역이 중음인지, 저음인지, 고음인지에 따라 변별도에 차이가 있다. 이의 연구 결과를 뒷받침하는 것으로 음의 주파수 특성과 음향의 주파수별 변별력을 다룬 연구가 있다⁵⁾⁴⁾. 또한 인간이 청각은 주파수별로 변별도에 차이가 있다고 있다. 인간의 청각은 주파수 1,000Hz 이하의 음에 대해서는 예민한 변별도를 지니고 있어서, 2~3cps의 미세한 차이라도 쉽게 변별할 수 있지만, 주파수가 높아질수

록 변별할 수 있는 범위가 커져서 7~8cps정도가 되어야 변별할 수가 있다고 한다⁶⁾. 음의 주파수 특성으로는 1,000Hz는 중음역으로 최적 진동수를 지닌 주파수 대역(best frequency)으로 인간이 가장 잘 들을 수 있는 주파수 대역으로 간주하고 있다. 주파수별 변별도를 다룬 연구에서는 중음역이 변별도가 가장 높고, 다음으로 저음역 그리고 고음역이라고 하였다. 이러한 사실은 여러 가지로 설명할 수 있다. 청각장애아가 1,000Hz 대역에 위치한 모음 '아'를 빨리 습득하는 것도, 삐꾸기 소리, 민방위 사이렌 소리, 자동차 경적음을 다른 음향보다 빨리 들을 수 있는 것도 이 음향의 주파수 대역이 1,000Hz 중음역 주파수 대역이기 때문이다. 청각장애아가 가장 잘 들을 수 있는 새소리는 중음역에 위치한 삐꾸기, 갈매기, 소쩍새, 학, 공작 소리가 있다. 다음으로는 저음역에 위치한 부엉이 소리가 있다. 그 다음으로는 중음역과 고음역에 걸쳐 에너지가 형성되어 있는 거위, 오리, 물새 소리이며, 비교적 변별이 어려운 새 소리로는 산까치, 매미 소리가 있다. 청각장애아의 주파수별 변별도는 고주파수로 올라갈수록 변별도가 낮아진다. 이는 새 소리 에너지가 중, 저음역으로 갈수록 변별도가 높아지고 중, 고음역으로 올라갈수록 변별도가 낮아진다는 것을 의미한다. 둘째, 파형의 특성으로 본 변별도는 파형의 수, 모양, 파형의 길이, 파형의 높이에 영향을 받는다. 이는 파형의 수가 적을수록 변별이 쉽고, 모양이 단순하고 독특할수록 변별도가 높아진다. 그러나 파형의 특성은 모양과 수 그리고 파형의 길이와 높이가 함께 분석되어야 한다. 파형의 특성별 변별도 논의는 다음과 같이 정리해 볼 수 있다. 파형의 수가 적고, 모양이 단순하거나 독특하고, 파형의 길이가 길고 파형을 형성하고 있는 삐꾸기, 갈매기, 물새, 소쩍새, 산까치, 부엉이, 공작, 학, 매미, 오리 소리가 변별이 쉬운 편이며, 3개 이상의 파형을 형성하고 있는 제비, 거위, 종달새, 카나리아, 제비 소리는 변별이 어려운 소리이다. 파형의 수가 적다고 하는 요소가 적다는 것을 의미한다. 동일 파형이 변별이 쉬운 것은 동일 파형이 2~3개 주파수에 걸쳐 에너지가 형성되어 있을 경우는 어느 한 주파수 대역만 청각으로 들어도 변별이 가능하기 때문일 것이다. 파형의 길이와 높이에 있어서는, 파형의 길이가 길고 파형의 높이가 낮은 삐꾸기, 갈매기, 소쩍새, 부엉이, 공작, 학, 물새 소리가 변별도가 높을 수 있으며, 파형의 길이가 길고, 파형의 높이가 조금 높은 오리, 산까치, 거위, 매미 소리가 그 다음이고,

파형의 길이가 짧고 파형의 높이가 높은 카나리아, 종달새, 제비, 참새 소리는 변별이 어렵다. 한편 파형의 길이가 길다라는 것은 파형의 지속시간이 길어서 변별에 도움을 줄 수 있기 때문일 것이다. 파형의 높이가 낮은 것은 새 소리를 결정짓는 파형 형성 주파수 대역이 적다는 것을 의미하는 것이기도 하다. 이는 청각장애아는 새 소리를 포함한 음향을 청각으로 변별하는데 있어서 여러 가지 주파수 대역을 동시에 활용하기 어렵다는 점에 있다. 이러한 요인은 청각의 장애 문제가 가장 큰 요인으로 작용한다. 중음역 이하에서는 청력 손실이 고음역에 비하여 적을 경우는 중음역 이하 청력 활용이 상대적으로 많고 용이하기 때문이다. 특히 중음역만 활용한다는든지, 저음역만 활용하는 것은 저음역에서 고음역을 모두 듣고 소리를 변별하는 것보다 쉬운 것은 이러한 이유 때문이다.

새소리 변별도를 주파수 대역과 파형의 특성을 살펴보면 다음과 같다. 주파수 대역 측면에서는 첫번째로 중음역에 있는 삐꾸기, 갈매기, 소쩍새, 학, 공작 소리가 변별이 쉽고, 두번째는 저음역에 위치한 부엉이 소리이며, 세번째는 중음역과 고음역에 위치한 거위, 물새, 오리 소리이며, 네번째는 고음역에 위치한 산까치, 매미 소리이며, 4,000Hz 이상에 에너지가 형성되고 있는 참새, 종달새, 제비, 카나리아 소리는 청각변별이 어렵다. 파형의 수와 모양에 있어서는 2개 이하의 동일 파형을 형성하고 있는 삐꾸기, 갈매기, 물새, 소쩍새, 산까치, 부엉이, 공작, 학, 매미, 오리 소리가 변별이 쉬운 편이며, 3개 이상의 파형을 형성하고 있는 제비, 거위, 종달새, 카나리아, 제비 소리는 변별이 어려운 소리이다. 파형의 길이가 길고, 파형의 높이가 낮은 삐꾸기, 갈매기, 소쩍새, 부엉이, 공작, 학, 물새 소리가 변별도가 높을 수 있으며, 파형의 길이가 길고, 파형의 높이가 조금 높은 오리, 산까치, 거위, 매미 소리가 그 다음이고, 파형의 길이가 짧고 파형의 높이가 높은 카나리아, 종달새, 제비, 참새 소리는 변별이 어렵다.

이상과 같은 새 소리 변별도를 주파수 특성과 파형 특성으로 종합하여 보면 다음과 같다. 첫째, 주파수 대역 4,000Hz 이상에 에너지가 형성되고 있는 제비, 종달새, 카나리아, 참새소리는 파형의 길이, 높이, 모양, 수에 관계없이 변별이 어렵다. 둘째, 동일 파형으로 주파수 대역이 중음역(1,000Hz)이며, 파형의 수가 적고, 파형의 길이가 길며, 파형의 높이가 낮은 삐꾸기, 갈매기, 소쩍새,

학, 공작소리가 변별도가 가장 높을 수 있으며, 다음으로 주파수 대역이 저음역(500Hz)인 부엉이 소리로 예측할 수 있고, 중음역과 고음역에 위치한 소리 중에서 파형의 길이가 길고 파형의 높이가 비교적 높은 오리, 산까치, 물새, 거위 소리로 생각할 수 있다.

References

- 1) 김홍규 : 청각장애아를 위한 환경음 주파수 특성 분석. 대한특수교육학회지 16(1), 1996
- 2) 김홍규 : 청각장애아를 위한 동물 소리 주파수 특성 분석. 한국재활과학회지 1996
- 3) 김홍규 · 황도순 : 음향특성에 따른 청각장애아동의 음향변별력 비교. 대한특수교육학회지 15(2) : 90, 1994
- 4) 이규식 · 지민제 · 김홍규 : 청각장애아동에 음향변별력에 관한 연구. 대한특수교육학회지 15(1) : 51, 1994
- 5) 이규식 · 석동일 · 김홍규 : 청능훈련의 이론과 실제, 서울문교부, 47, 1990
- 6) Ladeforged, P : *Elements of acoustic phonetics*. Chicago : Univ of chicago press : 75, 1960