



고령사회를 대비한 음 배리어 프리

음 배리어 프리의 현황 및 전망

류 중 관*
(포스코건설 기술연구소)

특집 : 음 배리어 프리의 현황 및 전망

1. 배리어 프리(barrier-free)와 음 배리어 프리(acoustic barrier-free)

‘배리어 프리(barrier-free)’라는 개념은 우리의 생활환경에서 ‘장애인이거나 고령자의 생활에 불편한 장벽을 제거하고자 하는 방안’이라고 정의되며 어린이, 고령자, 장애인, 임산부(이하 교통약자)뿐만 아니라 일시적 장애인 등이 개별시설물, 구역, 도시를 접근, 이용, 이동함에 있어 불편을 느끼지 않도록 계획, 설계, 시공하는 것을 말한다. 배리어 프리의 개념을 확장한 개념으로 장애인과 고령자뿐만 아니라 연령, 성별, 장애, 신체, 국가 등과 관계없이 가능한 한 많은 사람들이 이용 가능하고 사용할 수 있도록 설계하는 것을 의미하는 ‘유니버설 디자인(universal design)’이라는 개념도 사용되고 있다. 배리어 프리는 1974년 국제연합 장애인 생활환경 전문가회의에서 ‘장벽 없는 건축 설계(barrier free design)’에 관한 보고서가 나오면서 건축학 분야에서 사용되기 시작한 이후 선진국을 중심으로 주택이나 공공시설을 지을 때 문턱을 없애자는 운동을 전개하면서 세계 곳곳으로 확산되었다.

최근 국내 인구통계(통계청, 2007)를 살펴보면, 그림 1 같이 현재 우리나라는 고령화 사회(aging society, 65세 이상 인구가 전체 인구의 7% 이상

~14% 미만)에 이미 도달하였고 2018년에는 고령 사회(aged society, 65세 이상 인구가 전체 인구의 14% 이상~20% 미만), 2026년에는 초고령 사회(super-aged society, 65세 이상 인구가 전체 인구의 20% 이상)가 될 전망이다. 총 인구 대비 장애인 인구의 비율도 2009년 기준 약 5%(보건복지부, 2009)에 달하고 있는 실정이다. 최근 국토해양부 조사(교통 이동편의 실태조사, 2010)에 의하면 우리나라의 교통약자 인구는 전체 인구의 약 24.5%인 1,217만명 수준이 이르고, 이 중 65세 이상 고령자가 527만 명(43%)으로 가장 높은 비율을

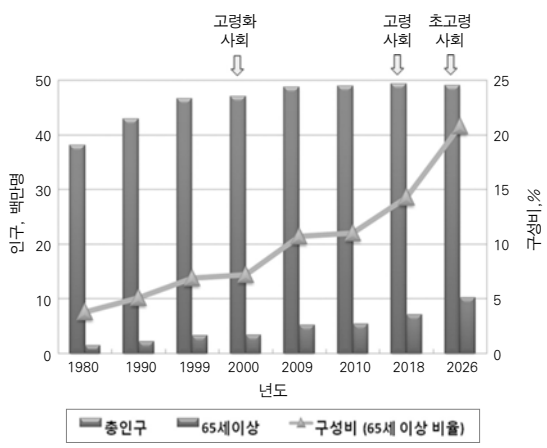


그림 1 장래추계인구 (통계청, 2007) 및 65세 이상 구성 비율

* E-mail : mr1ryu@hanmail.net / (010) 5434-7867

차지하는 것으로 나타났다.

고령자와 장애인 등의 신체적 약자의 인구비율이 증가함에 따라 교통, 생활환경에서의 사회적, 제도적 요구뿐만 아니라 산업분야의 제품 디자인 등에서도 이에 대한 관심이 크게 증가하고 있는 상황이다. 이에 따라 정부에서는 지난 2005년 ‘교통약자의 이동편의 증진법’을 제정하여 교통약자들이 이동하는데 필요한 최소한의 편의시설 설치를 의무화하였고, 교통약자에 대한 이동권을 체계적이고 효율적으로 확보하여 인간중심의 교통체계를 구축하기 위한 ‘교통약자의 이동편의 증진계획’을 수립하여 시행하고 있다. 또한 ‘장애물 없는 생활환경(barrier-free) 인증제도 [보건복지부, 2008]’을 시행함으로써 장애인, 고령자, 임산부 등이 개별시설, 구역, 도시를 접근, 이용하는 데 불편을 느끼지 않도록 유도하고 있다. ‘장애물 없는 생활환경 인증제도’는 장애인 편의시설, 이동편의시설의 설치, 관리 여부를 공

신력 있는 기관이 평가하여 인증하는 제도로써 보건복지가족부와 국토해양부가 주무기관이고 현재 한국장애인개발원이 인증기관으로 역할을 담당하고 있다. 인증대상으로는 도시, 구역, 개별시설(건축물, 공원, 도로, 교통수단 및 여객시설)이 되고 인증을 위한 평가는 매개시설, 내부시설, 위생시설, 안내시설, 기타시설 항목 내 세부평가를 통해 이루어진다.

‘음 배리어 프리(acoustic barrier-free)’는 ‘음과 관련된 것에서 장애인이나 고령자의 생활에 불편한 장벽을 제거하고자 하는 방안’으로 정의될 수 있다. 음 배리어 프리는 표 1과 그림 2와 같이 건축, 도시 공간 및 교통 시설에서의 시각 또는 청각약자를 위한 안내, 유도, 각종 신호(정보, 위험, 경고, 피난) 시설에 대한 설계와 관련된다. 또한 보청기 등의 청각지원기기, 전자제품 등의 신호음 및 안내음과 음성 전송 장치와 같은 제품 디자인에도 음 배리어 프리 개념은 요구된다.

표 1 음 배리어 프리의 개요

적용대상	적용시설(기기)	요구사항	설계평가요소
건축, 도시공간	안내음, 유도음, 각종 신호음 등 (정보, 위험, 경고, 피난)	듣기 쉬움 정보의 전달 쾌적성, 방향인지	음량 주파수 범위 및 특성 음 제시 위치 및 지향성 등
교통시설			
전자제품	신호음(정보) 등		
청각지원기기	보청기 등		



그림 2 음 배리어 프리의 적용 대상

2. 고령자의 청각 특성

2.1 고령자의 인지행동 특성

배리어 프리의 개념을 합리적으로 적용하기 위해서는 고령자와 장애인에 대한 신체적, 심리적 특성에 대한 구체적이고 정확한 조사가 우선되어야 하며 그의 결과에 따른 실시 설계가 이루어져야 할 것이다. 일반적으로 고령자는 신체기관과 감각기관이 노후화됨에 따라 순응성, 저항력, 회복력 등 운동 능력이 떨어지고 시각, 청각, 온열감각 등 외부자극 또는 환경조건에 대한 감각 반응이 둔화하게 된다. 그림 3은 고령자의 인지행동 프로세스 및 가령에 의한 악화요소를 나타내고 있다. 인간은 나이가 들어감에 따라 지각기관의 노화로 인해 정보인지와 정보처리 속도가 저하되게 된다. 또한 판단속도의 저하로 인해 대응동작이 제약을 받아 많은 스트레스의 원인이 된다. 행동 또한 반응속도, 행동력이 저하됨에 따라 기대와 반응이 어긋나게 된다. 따라서 노령화에 따라 감소하는 감각, 인지, 판단, 행동 능력 등을 정확히 조사하여야 하며 이를 고려한 설계가 실시되어야 할 것이다.

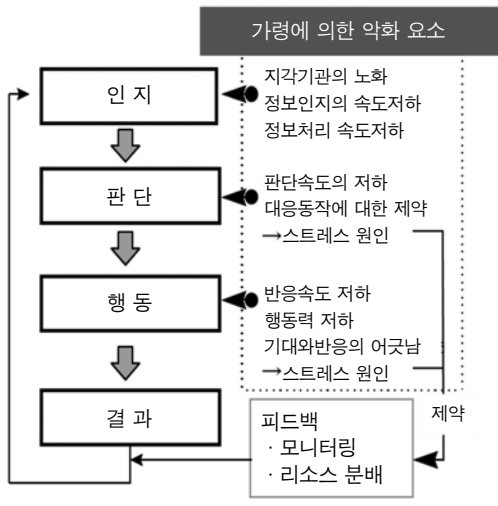


그림 3 고령자의 인지-행동 프로세스 및 가령에 의한 악화 요소

2.2 고령자의 일반적인 청각 특성

고령자의 일반적인 청각 특성은 1) 노년성 난청, 2) 리쿠르트먼트(recruitment) 현상, 3) 이명(tinnitus) 현상으로 대표된다. 나이가 들수록 특히, 2 kHz 이상의 고음역의 청력이 저하하고 자음의 식별이 곤란해지며 음의 시간과 주파수 분해능력이 떨어지게 된다. 따라서, 고령자의 청력 저하 주파수 대역과 레벨을 조사하여 설계에 반영하여 한다. 두 번째 고령자의 청각특성으로서 리쿠르트먼트 현상이 있으며 이는 자극레벨이 큰 레벨에서는 정상 청년자와 동일한 크기로 자극을 인지하지만 일정레벨 이하에서는 감각의 크기가 현저히 떨어지는 현상을 말한다. 따라서 고령자의 음의 감각이 급격하게 저하하는 음 자극 레벨의 시점에 대한 조사가 필요하다. 마지막으로 또 하나의 고령자의 청각특성인 이명현상을 들 수 있다. 이명현상은 신체 내부 이외에 음원이 없음에도 불구하고 소리가 감각되는 것을 말한다. 내이에서 발생하는 음의 마스킹에 의해 다른 청취를 방해하는 귀 안의 음으로 불쾌감을 유발한다.

2.3 고령자의 청각 관련 설문 조사

일본에서의 설문 조사 결과²⁾ 고령자 자신은 가령에 따른 청력손실을 감지하지 못하고 있는 경우와 어느 정도 감지하고 있으나 그대로 일상생활을 하고 있는 경우가 많은 것으로 나타났다. 구체적으로는 고령자의 71%가 청력저하를 느끼고 있다고 응답하였으나 82%가 일상생활에 불편하지 않다고 응답하였다. 그러나 일상적 행동 범위를 벗어나게 되면 공공공간에서의 청각 정보 습득의 어려움 등으로 고령자의 행동은 통상 소극적으로 되는 것으로 나타났다. 특히, 배경소음레벨과 울림이 큰 공공시설에서 음성정보 획득에 많은 불편함을 느끼는 것으로 나타났다. 또한 청력레벨과 청력저하의 자각증상과는 관계가 적은 것으로 나타났으나 단, 평균 청력손실이 30 dBHL 이상일 경우 대부분의 고령자가 듣기능력에 불편을 겪는 것으로 나타났다. 또 다른

설문 조사⁽³⁾에 의하면 통상적인 생활 음환경 중에서 역이나 공항 등에서의 안내방송, 병원, 은행 등에서의 호출방송과 일반 공공공간에서의 환경소음에 고령자들이 가장 크게 불편을 겪고 있는 것으로 나타났다.

2.4. 고령자의 청력손실

청각기관 노화의 대표적인 현상으로는 최소 가청역치의 저하, 시간과 주파수 분해 능력 저하 등이 있다. 특히, 조용한 공간이 아닌 시끄럽고 잔향이 있는 공간에서 청력 및 음성인식 정도가 보다 더 저하 것으로 나타났다^(2,4). 청각역치의 가령에 따른 변화는 ISO 7029⁽⁵⁾에서 확인할 수 있다. 그러나 ISO 7029에서의 값은 30 여년 전에 측정된 유럽인을 대상으로 한 결과이고 최근의 일본인의 청력 조사⁽⁶⁾ 결과 그림 4와 같이 고주파 대역(4 kHz, 8 kHz)에서 ISO 7029의 값과 많은 차이가 있고 일본인의 청력이 보다 양호한 것으로 나타났다. 이러한 차이는 전쟁의 영향 감소나 영양 조건 향상, 그리고 무엇보다도 근로환경의 개선으로 인해 기인한 것으로 보인다⁽⁶⁾.

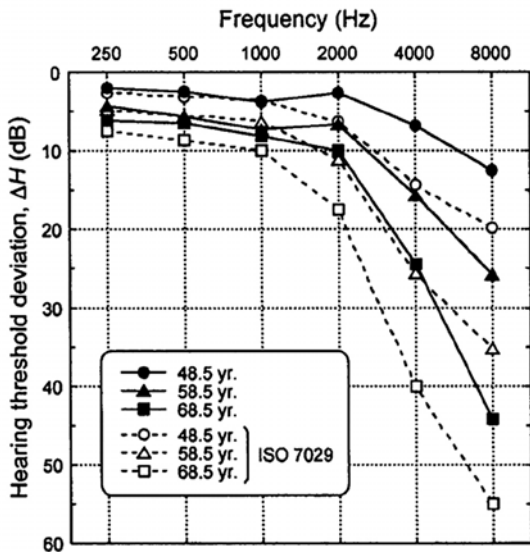


그림 4 일본인 남성의 순음청각역치와 ISO 표준치와의 비교⁽⁶⁾, 18세의 청각역치로부터 편차 ΔH로 표시

3. 고령자와 장애자를 배려한 설계 규격

ISO/IEC 가이드 71⁽⁷⁾은 제품, 서비스, 환경 등에서 고령자와 장애인을 배려하는 설계의 가이드 라인을 제시하는 규격으로서 일본에서의 연구 결과가 주도적으로 반영되었다. 또한 ISO/IEC 가이드 71의 취지를 각 적용 대상에 대한 개개의 규격으로 반영하기 위해 고령자, 장애인의 특성(청각 등 감각, 신체, 인지 등의 모든 특성을 포함)의 가령변화와 장애의 보상 수단에 대한 데이터를 체계적으로 종합한 ISO/TR 22411⁽⁸⁾이 현재 새로운 규격으로 제정 검토 중에 있다. 최근에는 음배리어프리와 관련하여 고령자, 장애자 배려 설계 대한 구체적인 지침으로서 소비생활 제품의 신호 알림음에 대한 규격이 제정되었다^(9,10). 이 규격은 청력저하를 갖는 사용자도 쉽게 신호 알림음을 인지 할 수 있도록 신호 알림음의 추천시간 패턴과 주변의 배경소음 하에서도 인식하기 쉽도록 하기 위한 신호 알림음의 음량레벨에 대한 내용을 규정하고 있다.

4. 건축 도시 공간에서의 음 배리어 프리

4.1 건축음향과 음 배리어 프리

우리가 생활하고 있는 도시공간은 건축에 있어서의 동일공간과 인접공간으로 구성된다. 도시공간에서 요구되는 음향요소는 그림 5와 같이 동일공간과 인접공간에서 고려되는 요소와 밀접하게 연결되어 있다. 각 공간들의 특징들을 살펴보면 먼저, 동일공간 내에서의 건축음향 요소로는 울림(잔향), 흡음, 확산, 음장제어 등이 있으며 이들은 심리적 측면에서 잔향감, 명료도와 관계된다. 동일공간이 확장하여 인접공간이 발생하고 이에 따라 공기, 고체 전달음, 진동이 문제될 수 있으며 이를 제어하기 위한 차음, 제진, 소음 제어 기술이 요구된다. 이러한 차음기술은 이웃공간의 여노이언스와 프라이버시 방지에 사용된다. 동일공간과 인접공간은 도시공간을 구성하게 되고 좀 더 큰 범위로서 사회심리나, 공공복

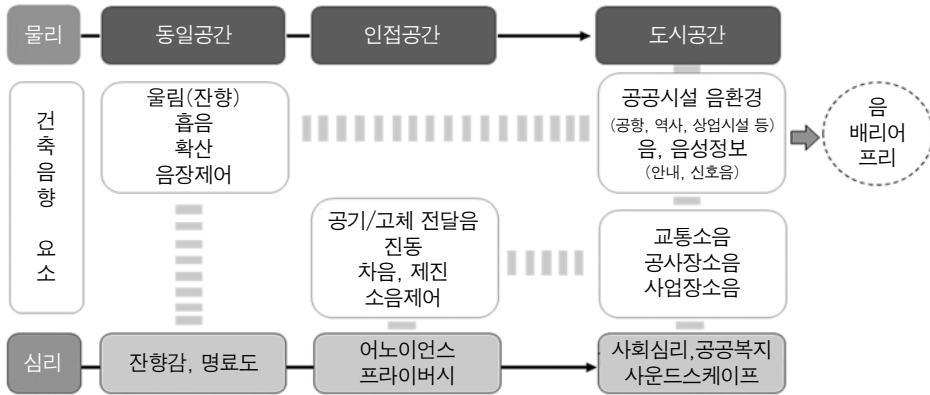


그림 5 건축 도시 공간에서의 건축음향요소와 음 배리어 프리

지의 측면에서 고려해야 할 음환경 요소가 발생하게 된다. 우선, 소음원이 다양하며 불특정 다수에게 영향을 미치는 교통소음과 인근 구역까지 장기간 영향을 미치는 공사장 소음 그리고 공장 등 사업장 소음들이 고려대상이 되겠다. 이들 소음들은 도시공간 거주자에게 지속적인 불쾌감을 유발하고 있기 때문에 이미 소음규제방안 등이 구성되어 있다. 하지만, 도시공간에서 고려해야 할 또 하나의 음향요소인 공공시설 음환경과 각종 음, 음성정보에 대한 사회적 배려와 학문적 관심이 국내의 경우 매우 미흡한 것이 사실이다. 도시공간에서 음 배리어 프리는 고통자를 포함한 모든 도시 거주민이 보다 안전하고 편하게 생활을 영위할 수 있는 환경조성에 요구되는 개념이다. 이를 구현하기 위해서는 건축음향요소 중 울림(잔향), 흡음, 확산, 특히 음 또는 음성 명료도와 관련이 있으며 이 건축음향 요소를 활용하여 도시 공간에서 필요한 음 배리어 프리의 설계와 평가를 시행할 수 있다.

4.2 공간 내의 음성 커뮤니케이션

앞서 설문 조사 결과^(2,3)에서 같이 고통자들은 공공공간에서 안내방송 인지와 소음에 불편을 갖는 것으로 나타났다. 일본건축학회 '음성 전송 성능 설계 및 평가 지침' 워킹그룹에서는 공간의 음성전송 품질에 관한 아카데미 스탠다드

표 2 음성 전송성능 설계 및 평가 지침에 따른 음성전달 등급기준(일본건축학회, 2010)

〈음성 전달형태 및 전송종류 별 음성전달 등급〉

음성전달형태	전송종류	등급	
		I	II
(1) 회화	확성없음	2 nd	3 rd
(2) 스피치, 강의	확성없음	2 nd	3 rd
	확성있음	2 nd	3 rd
(3) 안내방송	확성있음	2 nd	3 rd
(4) 퍼포먼스	확성없음	-	
	확성있음		
(5) 비상방송	확성있음	3 rd	

〈각 등급별 청취의 어려움과 청취오류 정도〉

등급	각 등급 위치	
	청취어려움	청취오류
1 st	느끼지 못함	발생하지 않음
2 nd	약간 느낌	
3 rd	상당히 꽤 느낌	발생하지 않는 최저등급
4 th		약간 발생

(academic standard)를 표 2와 같이 제정하였다. 용도에 따라 커뮤니케이션 형태가 다르고 또한 음

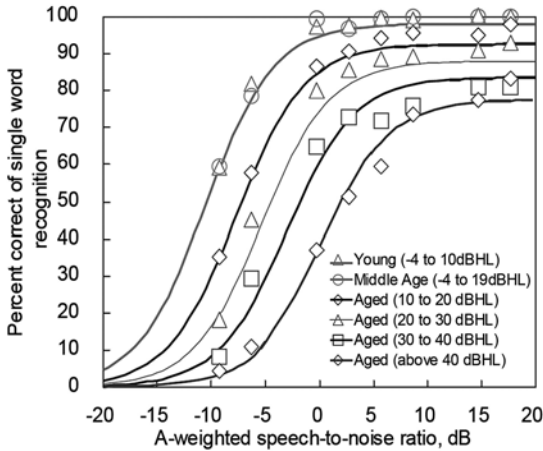


그림 6 각 연령층(청력손실)별 A-weighted S/N(음성/배경소음) 비율에 따른 단어 인식률⁽¹¹⁾

장 조건에 따라 소음제어 또는 잔향음 제어가 필요한 공간 그리고 음향설비가 필요한 공간 등 다양한 용도별, 음장별 공간에서의 음성 전송성능 설계 및 평가 지침을 새로운 음성 인식 평가 지표인 '청취난해도(listening difficulty)' 를 기준으로 음성전달 등급기준을 설정하였다. 이를 기준으로 도시공간에서의 음성정보의 평가와 설계를 시행할 수 있다.

일반적으로 고령자에 경우 그림 6과 같이 불필요한 5 dB 정도의 소음의 증가는 20~25 % 정도의 단어 인식률 저하를 초래하는 것으로 나타났다⁽¹¹⁾. 그림 6은 또한 연령대와 상관 있는 청력 손실에 따라 동일한 음장(배경소음) 조건에서도 단어 인식률에 많은 차이를 나타내고 있음을 보여주고 있다. 청력손실이 약 10 dBHL 정도 나뉠수록 단어 인식률이 약 10~20 % 떨어지는 것으로 나타났다. 음성인식률에 영향을 미치는 초(sec) 당 음성발화의 속도와 단어 수에 관한 연구도 진행 중에 있다. 울림이 많은 공간은 일반적으로 음성 인식이 어려우며 이를 해결하기 위한 음성 가공이나 전기 음향에 의한 배리어 프리 기술이 개발 중에 있다⁽¹²⁾.

4.3 공공공간에서의 음향신호에 의한 이동지원

시각 장애인과 청력 손실이 큰 장애인이나 고

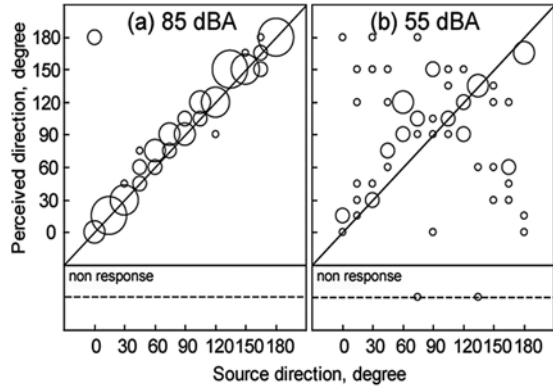


그림 7 동일한 배경소음레벨에서 신호음 레벨(85 dBA, 55 dBA)별 신호음의 방향인지 정도(Makita et al., 2007)

령자의 경우 공공공간에서의 음성 또는 음향신호는 안내, 유도, 피난, 경보 등 매우 중요한 역할을 한다. 국내의 배리어 프리 인증 제도⁽¹⁾에서도 도로, 교통 시설, 여객 시설, 건물 등에서 장소나 방향을 표시하는 음성 또는 음향신호기 설치를 설계, 평가 요소로서 규정하고 있다. 특히, 시각 장애인에게 음향 신호음은 방향의 유도와 위험 파악 등 매우 중요한 요소이다. 설문 조사에 의하면 90 %의 시각 장애자들은 주변의 상황을 파악하기 위해 음향 정보를 이용하고 특히 신호 유도음을 이용하지 않는 시각 장애인은 없는 것으로 나타났다^(12,13). 음향신호의 방향 지각은 양귀에 도달되는 음의 크기와 시간차의 의해 지각된다. 또한 음향신호의 주파수 성분은 방향 지각에 중요한 요소이며 5 kHz 이상의 성분이 포함되어야 음의 전후 위치 파악에 용이한 것으로 나타났다⁽¹³⁾. 그 외 신호음의 S/N비와 잔향 성분 또한 주요한 설계 요소이다. 그림 7은 동일한 배경소음레벨에서 두 신호음 레벨 별 신호의 방향인지 정도를 나타내고 있다. 그림 7과 같이 신호음 레벨이 적게 되면 다시 말해, S/N비가 낮을수록 신호음의 방향인지 정도가 현저히 떨어짐을 알 수 있다. 일반적으로 신호음은 연속적인 음 보다 어느 정도 시간 간격을 둔 여러 개의 단속음을 배경소음 보다 충분히 크게 제시하는 신호음이 바람

직하다. 일반적으로 고령자의 경우 4 kHz 대역 이상에서 청력손실이 크게 나타나기 때문에 공공공간에서의 음향신호의 방향 지각에 상당한 불편을 느낄 것으로 판단되고 있으며 현재 고령자를 대상으로 여러 가지 음향 신호음에 대한 연구를 진행 중에 있다⁽¹³⁾.

5. 청각 정보 지원 기술

시각 정보를 음성으로 보상하는 것으로서 TTS(text-to-speech) 기술을 이용한 음성 낭독 기술이 대표적인 예이다. 최근에는 웹 페이지의 음성화가 주요한 테마로 떠오르고 있으며 음성 낭독에 편리한 웹 페이지의 레이아웃 구성, 화상이나 기능 메뉴 등 문자 정보 이외의 것의 음성화 등 웹 페이지 이용의 접근성을 극대화하려는 시도가 이루어지고 있다. 또한 지체 부자유자가 음성입력에 의해 컴퓨터 등 기기를 조작하는 기술과 정경사진의 음성 표현화, 문자 인쇄물의 음성 정보 포함, 바코드 보다 진보된 음성 정보 등이 포함된 SP 코드 등의 활용 등 보다 다양하고 세밀한 배리어 프리 기술 등이 개발 중이다. 최근에는 IT 기술을 이용한 IT barrier-free 프로젝트⁽¹⁴⁾의 결과로서 주로 시각장애인을 대상으로 공공공간에서의 안내, 유도 등을 위한 GPS, FM, 적외선과 RFID(radio frequency identification) 기술을 이용한 이동 지원 시스템을 개발하였다.

6. 맷음말

건축도시공간이나 제품 기기에 대한 고령자와 장애인의 접근성(accessibility)을 향상시키기 위해서는 청각 정보 또한 역할이 매우 중요하다. 그러나, 현재 배리어프리 관련 규격⁽⁷⁾과 평가, 인증 제도⁽¹⁾ 등에서의 설계, 평가 요소들은 개념적이고 정성적으로만 규정되어 있기 때문에 실질적인 배리어 프리의 향상을 꾀하기 어려운게 사실이다. 따라서 현재 정성적으로 규정된

설계, 평가 요소들을 보다 정량적인 수치로 규정하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 배리어 프리에 관련한 음 또는 음성정보의 품질과 음향공간의 소음과 잔향 정도 등의 설계 대상을 규정하고 음과 관련한 음량, 주파수 특성, 시간 패턴 등의 보다 구체적인 설계 요소의 제시가 필요할 것이다.

앞서 전술한 일본의 사례와 같이 국내에서 음 배리어 프리의 실제적인 실현을 위해서는 한국인 고령자와 장애인을 대상으로 한 청력손실, 음지각, 음성인식 등과 같은 청각정보 DB구축이 우선적으로 요구되며 그의 결과에 따라 국내 실정에 적합한 배리어 프리 설계가 진행되어야 할 것이다. 또한 구축된 한국 고령자, 장애인 청각정보 DB는 배리어 프리와 유니버설 디자인 관련 국내와 국제 표준화에 크게 기여할 것으로 사료되며 궁극적으로는 보다 안전하고 편안한 복지 공간 구현에 기여할 것으로 예상된다. **KSNVE**

참고문헌

- [1] 보건복지부, 2008, 장애물 없는 생활환경 (Barrier Free) 인증 제도 시행지침, 보건복지부 공고 제 2008-224호.
- [2] Sato, H., 2005, Architectural Planning and Sound Environment for Public Facilities Addressing the Needs for Elderly Person, INCE-J, 29, pp. 24~28.
- [3] Funaba, H., Inoue, Y., 2005, Result of Questionnaire Survey of INCE /JAPAN/ Consultants, INCE-J, 29, pp. 10~19.
- [4] Kurakata, K., Mastushita, K., Shinasaki-K., A. and Kuchinomachi, Y., 2001, Detection Thresholds for Pure Tones Presented Against a Broadband Noise-a Comparison of Young and Elderly Listeners-, Proceedings of 17th ICA.
- [5] ISO 7029, 2000, Acoustics - Statistical Distribution of Hearing Thresholds as a

- Function of Age. KS A ISO 8029, 음향학-연령에 따른 가청역치의 통계적 분포.
- [6] Kurakata, K., Mizunami, T., 2005, Reexamination of the Age-related Sensitivity Decreases in ISO 7029: Do the Japanese have Better Hearing Sensitivity? Acoust. Sci. & Tech. 26, 4, pp. 381~382.
- [7] ISO/IEC Guide 71(2001), JIS Z 8071(2003), 2007, Guideline for Standards Developers to Address the Needs of Older Persons and Person with Disabilities, KS A ISO/IEC Guide 71, 고령자와 장애인의 요구를 반영하기 위한 규격 개발자 지침.
- [8] ISO/TR 22411(2008), Ergonomics Data and Guidelines for the Application of ISO/IEC Guide 71 to Products and Services to Address the Needs of Older Persons and Persons with Disabilities.
- [9] JIS S 0013(2002), KS P 1503(2004), 고령자 및 장애인 배려 설계지침-소비 생활 제품의 알람 신호음,
- [10] JIS S 0014(2003), KS P 1504, 2004, 고령자 및 장애인 배려 설계지침-소비 생활 제품의 알람 신호음-소음상태에서의 고령자를 위한 음압레벨.
- [11] Sato, H., Kurakata, K., Mizunami T. and Matsushita K., 2006, Accessible Speech Messages for the Elderly in Rooms, Proceeding of WESPAC 9.
- [12] Ueha, S., Arai, T., Kurisu, K., Kurakata, K., Sakamoto, S., Funaba, H. and Sato, H., 2007, Existing Technologies and Issues Surrounding Barrier-free Acoustics Environments, Journal of the Acoustical Society of Japan, Vol. 63, No. 12, pp. 723~730.
- [13] Sato, H., Kurisu, K., 2009, Acoustic-barrier-free in Urban Spaces and Built Environment, Journal of the Acoustical Society of Japan, Vol. 65, No. 3, pp. 142~147.
- [14] IT barrier-free Project for Disabled Person and Other Users, <http://www.itbarrierfree.net/>
- * 본 원고의 일부는 2009년 감성과학회와 2010년 한국소음진동공학회 학술대회에서 발표된 내용임을 밝힙니다.