

소리의 전달에 대한 아동의 개념 발달 연구

The Development of Concepts on Sound Propagation of Children

신은수(Eunsoo Shin)¹⁾

김은정(Eunjung Kim)²⁾

ABSTRACT

This study examined concept development in children in terms of sound propagation. The subjects consisted of 240 five-, seven-, and ten-year-old children from three kindergartens and two primary schools respectively. The instrument used for the purposes of this study was the examination instrument on sound as developed by the SPACE Project in the UK. The concepts related to sound were classified into five stages including : no recognition, egocentric concept, initial mental models, synthetic mental models, and scientific mental models. The results revealed the existence of significant differences in terms of the types of concept that children were aware of, according to age and context. Most five-, seven-, and ten-year-old children revealed egocentric concepts related to every sounds, drum, rubber band context, however, most five-, seven-, and ten-year-old children revealed their recognition of the synthetic models of sound propagation when using the string telephone context. These results have implications for the contents of science education for children when it comes to the development of concepts related to sound propagation.

Key Words : 아동의 개념(concept of children), 정신 모형(mental models), 소리의 전달(sound propagation).

¹⁾ 덕성여자대학교 유아교육과 교수

²⁾ 제주국제대학교 유아교육과 교수

Corresponding Author : Eunjung Kim, Department of Early Childhood Education, Jeju International University, 2870, 516ro, Jeju City, Jeju Special Self-Governing Province 690-714, Korea
E-mail : ejkim@jeju.ac.kr

© Copyright 2013, The Korean Society of Child Studies. All Rights Reserved.

I. 서 론

소리는 일상생활에서 매일 지각되는 자연현상으로 주변 세계의 발견과 이해를 도와주는 중요한 물리적 현상이다. 아동은 소리에 반응하는 강한 생물학적 본성을 가지고 있는데, 다양한 경험과 지각적 사고 활동으로 형성된 소리에 대한 지각 능력의 발달은 주변 세계에 대한 이해뿐만 아니라 추론 및 문제해결 능력에 영향을 준다(McIntyre, 1981). 그러나 소리에 관한 과학적 개념 학습에서는 소리의 파동(wave) 현상에 관한 추상적인 사고를 필요로 하기 때문에 학습자가 이해하는데 많은 어려움을 보이고, 성인들도 오개념을 갖게 된다(Mazens, & Lautrey, 2003; Westa & Wallian, 2011). 이러한 특성으로 소리 개념은 고전 및 현대 물리에서 관심을 두는 개념이고, 학습자의 소리 개념의 이해 방식에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다(Hrepic, Zollman, & Rebello, 2010).

최근 구성주의 관점의 물리교육 연구자들은 자연현상에 대한 학습자의 정신모형(Mental models)을 탐구하는 것에 관심을 갖고 있다(Kim & Shin, 2012; Coombs, 2007; Hrepic *et al.*, 2010; Nobes & Panagiotaki, 2009). 정신 모형은 상황 혹은 과정에 관한 구조적 유추로 형성되는 내부적 표상이다(Greca & Moreira, 2002). 자연현상에 대한 전조작기 아동의 개념 및 사고에 관한 연구는 Piaget(1931, 1950)에 의해서 시작되었는데, Piaget는 자연현상에 대한 아동의 개념 발달에는 일정한 패턴이 있음을 발견하였다. 즉, 자연현상에 대한 아동의 개념 발달은 처음에는 물활론적이고 인공적인 자기중심적 관점에서 인식하다가 다음단계에서 자기중심적 관점과 직관적인 경험이 섞인 모순적 관점을 보이고, 마지막 단계에서 물리적 현상을 고려한 과학적

관점으로 발달해간다는 것이다.

한편, Vosniadou와 Brewer(1992, 1994)는 지구의 모양 및 낮과 밤의 현상에 관한 학습자의 정신 모형을 초기의 모형, 과학적 모형, 합성적 모형의 세 가지 차원으로 설명하였다. 즉, 자연현상에 대하여 사람들은 과학적 모형(Scientific models)을 학습하기 전에 일상의 경험에서 관찰된 현상을 설명하는 초기의 유형(Initial models)과 초기의 개념이 과학적인 설명이나 문화적으로 수용된 지식을 조화시키는 시도에서 나타나는 합성적 모형(Synthetic models)이 있다는 것으로, 이러한 정신 모형은 문화에 관계없이 공통된 특성이 있음을 발견하였다.

Hrepic, Zollman와 Rebello(2002, 2010)는 Vosniadou와 Brewer(1992, 1994)의 정신 모형 이론을 지지하는 관점에서 소리 전달의 개념을 파동(wave)개념과 연결한 정신 모형(Mental models of sound propagation)을 제시하였다. Hrepic와 동료연구자(2002, 2010)의 소리 전달의 정신 모형은 소리가 독립적으로 존재하고 있다고 인식하는 실재 모형(Entity model), 과학적 견해로 사용되는 파동 모형(Wave model), 실재 모형과 파동 모형의 특성을 부분적으로 통합하여 새롭게 구성된 합성모형(Blend model, synonymously, hybrid models)의 세 가지 유형이다. 합성 모형에는 떨림 현상(shaking, longitudinally shaking), 공기 전달(propagating air), 공기 진동(vibrating air), 공기의 압축(ether and compression) 등의 특성이 포함된다. 또한 이들 연구자들은 학습자의 정신 모형은 상황(context) 의존적인 특성이 있음을 밝혔다. 즉, 학습자가 안정되고 일관된 설명적 도식을 갖고 있더라도, 같은 개념이 다양한 상황으로 제시된 경우, 학습자는 혼합된 정신 상태에 있게 되어, 그 개념을 상황에 따라 다른 방식으로 설명하게 된다는 것이다. 계속하여, Mazens와

Lautrey(2003)는 소리에 관한 개념 변화는 갑자기 나타나는 것이 아니라 학습자의 신념이 천천히 점진적으로 변화되어가는 과정임을 밝히고, Vosniadou와 Brewer(1992, 1994)의 정신 모형을 지지하였다.

최근 교육과정에 대한 연구자들은 학습자가 적기에 형성해야 할 교육내용의 기준(standard)을 제공하는데 많은 관심을 갖고 있다. 미국은 국가 과학교육 기준(National Science Education Standards)(NRC, 1996) 이후, 대부분의 주에서 K-8학년 혹은 12학년에서 제시하였던 것에서 더 나아가 0-2세의 영아(Infant and Toddler)와 3-4세 유아(Pre-kinder)의 학습내용 기준(Learning content standard)을 제시하려고 노력하고 있다 (<http://nieer.org/yearbook>). 한국에서도 초중등 교육과정에서 이러한 관심이 높아졌는데, 2009 개정 교육과정에 따라 과학과 교육과정에서는 과학과 교육 내용 개선 방안(Yun, J. Lee, Kim, Paik, & K. Lee, 2009), 내용 선정 및 조직(Shin, 2011), 과학교육 내용표준(Baek, Kim, No, Park, Jung, Yoo, E. Lee, & D. Lee, 2011), 성취기준(Choi & Jung, 2012)에 관한 연구가 이루어졌다. 과학교육 표준내용을 살펴보면, 소리는 물리 영역에서 빛과 파동의 대영역에 포함되는데, 빛과 파동은 현대 물리에서 중요하게 다루는 주제로 빛과 소리를 보다 포괄적인 의미로 제시한 용어이다(Baek *et al.*, 2011).

소리 내용을 과학 교육과정에서 적절하게 선정 및 조직하기 위해서는 소리에 관한 학습자의 개념 발달 수준을 고려해볼 필요가 있다. 그동안 진행되었던 소리에 관한 개념 연구를 살펴보면, 먼저, Piaget(1971)는 만 4와 5세 유아는 소리내는 물체와 사람의 귀 사이에 지나가는 것은 어떤 것도 없다고 생각하고, 만 6세 유아는 소리는 사물에 있는 것으로 귀 혹은 어

디론가 갔다가 나중에는 집으로 돌아간다고 생각하는 특징을 보이며, 만 7세경이 되면 소리는 모든 방향에서 직선으로 움직이는 것으로 인식하기 시작하고, 만 11세 이후에는 소리는 공기를 매개로 하여 반향하고 퍼져나가는 것으로 이해하거나 소리를 공기 자체로 인식하는 특징을 보인다고 하였다. Ault(1987)은 굵은 소리관을 실험한 학생과 성인을 대상으로 소리의 전달에 대하여 인터뷰 한 결과, 30%가 공기의 진동을 언급하지 못하였고, 50%가 굵은 관이 소리를 천천히 가게 한다고 인식하는 것을 발견하였다. 또한 Linder(1989)는 물리전공의 대학생들조차 ‘진공 속에서도 말을 할 수 있고, 진공 속의 소리는 공기 중에서보다 느리게 전달된다’고 반응하였고, 소리는 매질을 통해 이동하는 실재라는 오개념을 갖고 있음을 발견하였다.

소리의 개념을 다양한 상황에서 분석한 Watt와 Russell(1990)은 영국의 만 5세에서 11세까지의 아동을 대상으로 어떻게 소리가 발생하고, 전달되며, 들을 수 있는지에 관하여 연구하였다. 아동을 저학년(5-7세) 13명, 중학년(7-9세) 14명, 고학년(9-11세) 17명으로 나누어 소리 개념을 분석한 결과, 소리 개념에 대한 과학적 인식은 상황 의존적 특성이 있고, 연령이 높아질수록 소리 개념을 발음체의 진동(variation)과 매질(medium)의 진동을 과학적으로 인식하는 아동이 많아지는 것을 발견하였다. 소리의 전달 과정은 대부분의 아동들이 인식하지 못하였는데, 만 5세에서 7세는 소리의 크기, 소리에 대한 수신자의 근접성, 수신자의 특성들을 언급하였고, 소리가 이동하기 위해서는 소리의 전달 과정에 방해물이 없어야 한다고 인식하였다. 9세에서 11세로 연령이 높아지면서 소수의 아동은 매질인 공기를 통하여 소리가 전달된다고 생각하지

만, 공기가 무엇을 뜻하는지 그 의미가 불분명한 특성을 보이고 있었다. Kim(1992)은 비슷한 방법으로 만 5세 아동 6명과 초등학교 1학년에서 5학년까지의 아동 86명을 대상으로 소리 개념을 조사하였는데, 소리의 전달에서 만 5세는 전달과정을 인식하지 못하였고, 고학년으로 갈수록 실과 공기와 같은 매질을 통해 전달된다고 인식하는 것을 발견하였다.

Hrepic, Zollman와 Rebello(2010)의 소리의 전달에 대한 정신 모형 이론에 의하면, 소리의 떨림 혹은 진동, 공기의 진동 등은 과학적 개념이 아닌 합성적 수준의 개념이고, 과학적 개념은 파동을 인식하는 수준이다. 파동은 물질의 한 곳에서 발생한 진동이 다른 곳으로 퍼져 나가는 현상으로 매질의 직접적인 이동 없이 매질의 각 부분들이 파원과 같은 운동을 차례대로 일으킴으로써 진동을 다른 곳으로 전달하는 것이다(Jeon & Soh, 2006).

그동안 이루어진 소리 개념에 관한 선행 연구들(H. Kim, 1992; H. Kim, Kwon, & B. Kim, 1994; E. Kim, 2002; Park, 2005; Watt & Russell, 1990)을 살펴보면, 선행연구자들은 소리에 대하여 진동 유무를 인식하는지 혹은 비과학적 요소로 인식하는지를 중심으로 설명하고 있어서, 소리 개념에 대한 과학적 특성을 밝히는데 한계를 지니고 있다. 따라서 소리 개념에 대한 아동의 개념의 특성을 밝히기 위하여 Hrepic, Zollman와 Rebello(2010)의 정신 모형 이론으로 분석하는 연구가 필요하다.

이러한 연구의 필요성에 따라서 본 연구의 목적은 소리에 대한 아동의 개념 발달의 수준을 살펴보고, 과학 교육과정의 내용에 대한 기초 자료를 제공하는 것이다.

이에 따른 연구문제는 다음과 같다.

<연구문제 1> 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 연령별로 어떠한가?

<연구문제 2> 소리의 전달과 매질의 관계에 대한 아동의 개념은 어떠한가?

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 J도에 있는 만 5세 80명, 만 7세 80명과 만 10세 80명으로 총 240명이다. 만 5세는 2개 유치원의 5개 학급에서 90명을 조사하여 그 중 무반응이 많거나 응답을 거부한 유아 10명을 제외하여 80명으로 하였고, 초등학교 2학년인 만 7세와 5학년인 만 10세는 2개 초등학교에서 각각 3개 학급씩 총 6개 학급의 164명을 조사하여 그 중 무반응을 보인 4명을 제외하여 총 160명으로 하였다. 연구 대상의 평균연령과 표준편차는 만 5세(5.7세, 3.53), 만 7세(7.7세, 3.55), 만 10세(10.5세, 3.67)이다.

2. 연구도구

1) 검사 도구의 내용 및 질문 유형

소리에 대한 개념의 검사 도구와 질문 유형은 영국의 SPACE(Science Processes And Concept Exploration) Project에서 개발한 도구와 질문 유형, Kim(1992)의 연구방법을 참고하여 수정하였다. 이 검사 도구와 질문 유형은 영국과 한국의 과학교육자들에 의하여 만 5세와 초등학교 아동을 대상으로 적용된 바 있다(Kim, 1992; H. Kim, Kwon, & B. Kim, 1994; B. Kim, & Y. Kim, 1995; Park, 2005; Watt & Russell, 1990). SPACE에서는 소리에 대한 개념을 조사하기 위하여 답

임교사와 의논하여 교사의 지도없이 아동끼리만 소리에 관한 경험을 할 수 있도록 활동을 제공하였다. 본 연구에서도 같은 방법으로 2~3일 동안 아동끼리 소리 활동을 경험할 수 있게 하였다. SPACE에서는 북 위에 쌀을 올려놓고 치는 활동을 제공하였는데, Kim(1992)는 교실 상황을 고려하여 쌀 대신 종이 조각을 사용하였다. 본 연구는 Kim(1992)의 연구에 맞추어 종이 조각으로 활동자료를 제공하였다. 검사 도구의 수정을 위하여, 먼저 조사도구의 타당성을 검토하였고, 각 연령별로 10명의 아동을 대상으로 예비 검사를 실시하였으며, 박사학위의 유아과학교육 전공자 2인의 안면타당도를 구하였다.

소리의 전달에 대한 질문은 주변 일상에서의 소리듣기, 북소리 듣기, 고무줄소리 듣기, 실전화로 이야기 주고 받기, 깔때기를 이용하여 소리 들어보기의 5가지 상황의 활동을 질문하였고, 소리의 전달과 매질의 역할의 관계에 대한 인식 정도를 알아보기 위하여, 실전화 상황에서 실은 어떤 역할을 하는지와 깔때기 상황에서 깔

때기로 들을 때와 그냥 들을 때, 왜 소리가 다르게 들렸을까에 대하여 질문을 하였다. 소리의 개념에 대한 활동 제공과 질문유형은 다음의 Table 1에 제시하였다.

2) 분석도구

소리에 대한 아동의 개념 분석도구는 Hrepic, Zollman와 Rebello(2010)의 정신 모형을 중심으로 하였고, 개념 유형별 구체적인 분석기준은 만 5세와 초등학생을 대상으로 한 Watt와 Russell(1990), Kim(1991)의 연구, 만 3, 4, 5세를 대상으로 한 Kim과 Shin(2013)의 연구와 예비 연구에서 나온 아동의 반응에 기초하여 연구자가 구성하여, 박사학위의 유아과학교육 전공자 2인의 안면타당도를 구하였다.

Hrepic과 동료연구자(2010)의 소리 개념에 관한 정신모형은 다음의 3가지 유형으로 구분된다; 소리가 독립적으로 존재하고 있다고 인식하는 실재 모형(Entity model), 과학적 견해로 사용되는 파동 모형(Wave model), 실재 모형과

<Table 1> Sound exploration activities and interview questions

Exploration activities	Sending and receiving a message through a string telephone	
	Stretching and plucking a rubber band	
	Listening to sounds through an ear trumpet	
	Hitting a drum which had some paper piece on the skin	
	Listening to everyday sounds.	
Interview questions	String telephone	How do you think your message got to your partner? What do you think the string does?
	Drum	What do you think makes the paper pieces move when you bang the drum? How do you think the sound gets from the drum to you so you can hear it?
	Ear trumpet	What do you think has made a difference to the sound of the classroom? How do you think the sound gets from the classroom to you so you can hear it?
	Rubber band	What do you think makes the rubber band make a sound? How do you think the sound gets to you so you can hear it?
	Everyday sounds	What sounds can you hear at the moment? How do you think you can hear these sounds?

파동 모형의 특성을 부분적으로 통합하여 새롭게 구성된 합성모형(Blend model)이다. 합성 모형은 떨림 현상, 공기로 전달, 공기의 진동 등의 특성이 포함된다. 예비 연구의 결과, 아동들은 소리의 전달에서는 엄마 말을 잘 들으니까, 소리가 나를 좋아해서와 같은 심리적 요인, 소리를 잘 들으면, 조용히 하면 등의 소리수신의 영향 요인, 컵에 구멍이 있어서 등의 소리 전달 물질의 특성과 같은 비과학적 반응을 보였다. 이러한 반응은 선행 연구의 분석 기준으로 볼 때 소리의 전달에 대한 인식없음에 속하는데, 예비 연구에서 무반응 혹은 모르겠다의 반응을 보인 아동들과 비교할 때, 소리에 대한 인식없음과는 과학적 인식의 차이가 있다. 따라서 본 연구에서는 Kim과 Shin(2013)의 연구의 분류기준에 기초하여 소리에 대한 개념 유형을 인식없음, 자기중심적 개념, 정신모형의 초기적 모형(실재 모형), 합성적 모형, 과학적 모형(파동 모형)으로 분류하였다. 본 연구에서 사용된 아동의 소리에 대한 개념의 분석도구는 다음의 Table 2와 같다.

3. 연구 절차

먼저, 소리에 대한 검사 도구의 질문 유형의 적절성과 반응의 유형을 알아보기 위하여 만 5세, 만 7세, 만 10세 아동을 대상으로 각 10명씩 30명을 대상으로 예비 연구를 실시하였다.

만 5세 아동의 질문에 대한 반응을 얻기 위하여 담임교사의 협조를 얻어, 소리에 대한 경험을 제공한 후 예비 연구를 실시하였다. 예비 연구에서 아동들은 질문의 표현과 순서에 따라 반응하는 것에 차이를 보였기 때문에, 질문의 표현을 간단하게 수정하였고, 순서를 주변의 소리, 북소리, 고무줄 소리, 실전화, 깔때기 소리로 배치하여 질문하였다.

소리에 대한 개념 검사는 연구자와 유아교육 전공자 2명이 1주일동안 실시하였다. 검사자 훈련은 연구자에 의하여 3회 실시되었으며, 질문 문항과 기록방법에 대하여 자세하게 설명해 주었고, 검사 과정에서 아동의 반응을 정확히 객관적으로 기록하도록 하였다. 면접자는 아동과의 래포를 형성한 후 개별 면접을 실시하였다. 검사

<Table 2> The types of concept on sound propagation

No recognition		Don't know.
		Because of a characteristic of the listener.
Egocentric concept		Some mention of action associated with sound production and object feature.
		Some mention of action associated with vibration of object.
		Sound comes to my ear. I can hear by ear.
Mental models	Initial	Sound entity
		Sound production
	Synthetic	Sound vibrating and air(a medium)
		Sound travels as sound itself.
		Sound travels as wind.
		Sound travels as sound vibrations.
Scientific	Wave	Sound travels as air.
		Sound travels through a medium.
		Sound travels as air(a medium) vibrations.
		Sound travels as sound(air, a medium) waves.

시간은 아동의 집중력을 고려하여 아동당 20분 정도로 하였고, 면접자가 직접 기록하였다.

만 7세와 만 10세 아동은 담임 교사와의 면담에서 소리 활동에 관한 수업이 있었음을 확인하여, 질문지 검사 2일 전에 5가지 상황에 대한 소리 활동을 경험하도록 하였다. 소리활동에 대한 5가지 상황과 질문이 제시된 질문지를 사용하였고, 담임교사가 있는 상황에서 연구자가 각 교실에 들어가서 질문지 응답의 목적과 내용을 설명하고, 30분으로 시간을 제한하여 아동이 직접 기록하였다.

4. 자료 분석

상황에 따른 소리의 전달에 대한 아동의 개념의 특징을 알아보기 위하여 연령별 반응 빈도를 산출하였고, 수준별 빈도를 점수화하였다. 소리의 전달, 소리의 전달과 매질의 관계에 대한 아동의 개념을 연령에 의한 평균과 표준편차를 구하고, 유의성 검증을 위하여 연령에 의한 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 Scheffe 사후검증을 실시하였으며, 연령별 아동의 개념의 특징을 질적 분석하였다.

Ⅲ. 결과분석

1. 소리의 전달에 대한 아동의 개념 분석

소리발생 상황에 따른 소리의 전달에 대한 아동의 개념의 연령별 반응 빈도는 다음의 Table 3과 같다.

Table 3에 의하면, 주변소리에서 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 만 5세에서는 자기중심적(70.0%)이 가장 많고, 다음으로 인식없음

(20.0%), 초기적 정신 모형(10.0%)의 순으로 나타났다. 만 7세에서는 자기중심적(63.8%)이 가장 많고, 다음으로 초기적 정신 모형(28.8%), 합성적 정신 모형(5.0%)의 순으로 나타났다. 만 10세에서는 자기중심적(60.0%)이 가장 많고, 다음으로 합성적 정신 모형(25.0%), 초기적 정신 모형(13.8%)의 순으로 나타났다. 북소리에서 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 만 5세에서는 자기중심적(38.8%)이 가장 많고, 다음으로 초기적 정신 모형(28.8%), 인식없음(26.3%)의 순으로 나타났다. 만 7세에서는 자기중심적(58.8%)이 가장 많고, 다음으로 초기적 정신 모형(22.5%), 인식없음(12.5%)의 순으로 나타났다. 만 10세에서는 자기중심적(78.8%)이 가장 많고, 다음으로 합성적 정신 모형(17.5%), 초기적 정신 모형(2.5%)의 순으로 나타났다. 고무줄소리에서 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 만 5세에서는 자기중심적(62.5%)이 가장 많고, 다음으로 인식없음(25.0%), 초기적 정신 모형(6.3%), 합성적 정신 모형(6.3%)의 순으로 나타났다. 만 7세에서는 자기중심적(65.0%)이 가장 많고, 다음으로 초기적 정신 모형(17.5%), 합성적 정신 모형(15.0%)의 순으로 나타났다. 만 10세에서는 자기중심적(65.0%)이 가장 많고, 다음으로 합성적 정신 모형(26.3%), 초기적 정신 모형(5.0%)의 순으로 나타났다. 실전화에서 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 만 5세에서는 합성적 정신 모형(65.0%)이 가장 많고, 다음으로 자기중심적(16.3%), 인식없음(12.5%)의 순으로 나타났다. 만 7세에서는 합성적 정신 모형(85.0%)이 가장 많고, 다음으로 자기중심적(12.5%), 초기적 정신 모형(1.3%), 인식없음(1.3%)의 순으로 나타났다. 만 10세에서는 합성적 정신 모형(83.8%)이 가장 많고, 초기적 정신 모형(11.3%), 자기

<Table 3> The frequency of the types of concept on sound propagation (%)

The types of concept			Age				
			5	7	10		
Everyday sounds	No recognition		Don't know	16(20.0)	2 (2.5)	1 (1.3)	
			Because of a characteristic of the listener	3 (3.8)	7 (8.8)	19 (23.8)	
			Sound comes to my ear, I can hear by ear	53(66.3)	44 (55.0)	29 (36.3)	
	Egocentric concept		Sub-total	56(70.0)	51 (63.8)	48 (60.0)	
			Sound production	8(10.0)	21 (26.3)	10 (12.5)	
			Sound travels as wind	0	2 (2.5)	1 (1.3)	
	Mental models	Initial	Sound entity	Sub-total	8(10.0)	23 (28.8)	11 (13.8)
				Sound travels as sound vibrations	0	0	10 (12.5)
				Sound travels as air	0	2 (2.5)	7 (8.8)
	Mental models	Synthetic	Sound vibrating and air (a medium)	Sound travels as air vibrations	0	2 (2.5)	3 (3.8)
				Sub-total	0	4 (5.0)	20 (25.0)
				Total	80(100)	80 (100)	80 (100)
	Drum	No recognition		Don't know	21(26.3)	10 (12.5)	1 (1.3)
				Because of a characteristic of the listener	2 (2.5)	2 (2.5)	0
Associated with sound production				16(20.0)	27 (33.8)	18 (22.5)	
Egocentric concept			Associated with vibration of object	0	2 (2.5)	10 (12.5)	
			Sound comes to my ear, I can hear by ear	13(16.3)	16 (20.0)	35 (43.8)	
			Sub-total	31(38.8)	47 (58.8)	63 (78.8)	
Mental models		Initial	Sound entity	Sound production	23(28.8)	18 (22.5)	2 (2.5)
				Sound travels as sound vibrations	0	1 (1.3)	4 (5.0)
				Sound travels as air	5 (6.3)	4 (5.0)	7 (8.8)
Mental models		Synthetic	Sound vibrating and air (a medium)	Sound travels as air vibrations	0	0	3 (3.8)
				Sub-total	5 (6.3)	5 (6.3)	14 (17.5)
				Total	80(100)	80 (100)	80 (100)
Rubber band		No recognition		Don't know	20(25.0)	2 (2.5)	3 (3.8)
				Because of a characteristic of the listener	7 (8.8)	2 (2.5)	3 (3.8)
	Associated with sound production			20(25.0)	34 (42.5)	2 (2.5)	
	Egocentric concept		Associated with vibration of object	0	3 (3.8)	13 (16.3)	
			Sound comes to my ear, I can hear by ear	23(28.8)	13 (16.3)	34 (42.5)	
			Sub-total	50(62.5)	52 (65.0)	52 (65.0)	
	Mental models	Initial	Sound entity	Sound production	5 (6.3)	14 (17.5)	4 (5.0)
				Sound travels as sound vibrations	0	9 (11.3)	5 (6.3)
				Sound travels as air	5 (6.3)	3 (3.8)	14 (17.5)
	Mental models	Synthetic	Sound vibrating and air (a medium)	Sound travels as air vibrations	0	0	2 (2.5)
				Sub-total	5 (6.3)	12 (15.0)	21 (26.3)
				Total	80(100)	80 (100)	80 (100)
	String telephone	No recognition		Don't know	10(12.5)	1 (1.3)	0
				Because of a characteristic of the listener	3 (3.8)	6 (7.5)	2 (2.5)
Associated with object feature				7 (8.8)	0	0	
Egocentric concept			Sound comes to my ear, I can hear by ear	3 (3.8)	4 (5.0)	2 (2.5)	
			Sub-total	13(16.3)	10 (12.5)	4 (5.0)	
			Sound production	5 (6.3)	1 (1.3)	9 (11.3)	
Mental models		Initial	Sound entity	Sound travels as sound vibrations	0	2 (2.5)	2 (2.5)
				Sound travels as air	0	0	5 (6.3)
				Sound travels as a medium	52(65.0)	66 (82.5)	60 (75.1)
Mental models		Synthetic	Sound vibrating and air (a medium)	Sub-total	52(65.0)	68 (85.0)	67 (83.8)
				Total	80(100)	80 (100)	80 (100)

<Table 3> Continued

The types of concept			Age				
			5	7	10		
Ear trumpet	No recognition	Don't know	12(15.0)	3(3.8)	7(8.8)		
		Because of a characteristic of the listener	1(1.3)	2(2.5)	0		
		Associated with object feature	24(30.0)	8(10.0)	9(11.3)		
	Egocentric concept	Sound comes to my ear, I can hear by ear	14(17.5)	16(20.0)	19(23.8)		
		Sub-total	40(50.0)	26(32.5)	28(35.0)		
	Initial	Sound entity	Sound production	3(3.8)	21(26.3)	5(6.3)	
			Sound travels as sound itself	8(10.0)	19(23.8)	10(12.5)	
			Sound travels as wind	2(2.5)	0	0	
			Sub-total	13(16.3)	40(50.0)	15(18.8)	
		Mental models	Sound vibrating and air (a medium)	Sound travels as sound vibrations	0	0	4(5.0)
				Sound travels as air	15(18.8)	8(10.0)	11(13.8)
			Synthetic	Sound travels as air vibrations	0	3(3.8)	15(18.8)
				Sub-total	15(18.8)	11(13.8)	30(37.5)
		Total			80(100)	80(100)	80(100)

중심적(5.0%)의 순으로 나타났다. 깔때기 상황에서 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 만 5세에서는 자기중심적(50.0%)이 가장 많고, 다음으로 합성적 정신 모형(18.8%), 초기적 정신 모형(16.3%)의 순으로 나타났다. 만 7세에서는 초기적 정신 모형(50.0%)이 가장 많고, 다음으로 자기중심적(32.5%), 합성적 정신 모형(3.8%)의 순으로 나타났다. 만 10세에서는 합성적 정신 모형(37.5%)이 가장 많고, 다음으로 자기중심적(35.0%), 초기적 정신 모형(18.8%)의 순으로 나타났다.

이러한 결과는 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 주변의 소리, 북소리, 고무줄 소리 상황에서는 모든 연령에서 자기중심적 유형이 가장 많고, 실전화 상황에서는 모든 연령에서 합성적 정신 모형이 가장 많음을 보여준다. 반면에, 깔때기 상황에서는 만 5세는 자기중심적 유형이 가장 많고, 만 7세는 초기적 정신 모형이 가장 많았으며, 만 10세는 합성적 정신모형이 가장 많이 나타나 연령에 따라 다르게 나타난 것을 보여준다.

소리발생 상황에 따른 소리의 전달에 대한 언어적 반응을 점수화하여 살펴본 아동의 개념의 연령별 평균점수와 표준편차는 Table 4와 같다.

Table 4에 의하면 주변소리에서는 만 5세가 0.90점, 만 7세가 1.39점, 만 10세가 1.63점으로 나타났고, 북소리에서는 만 5세가 1.15점, 만 7세가 1.23점, 만 10세가 1.36점으로 나타났으며, 고무줄소리에서는 만 5세가 0.94점, 만 7세가 1.45점, 만 10세가 1.54점으로 나타났고, 실전화에서는 만 5세가 2.24점, 만 7세가 2.70점, 만 10세가 2.79점으로 나타났다. 깔때기에서는 만 5세가 1.39점, 만 7세가 1.74점, 만 10세가 1.85점으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때, 상황에 따른 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 실전화 상황에서 가장 높고, 다음으로, 깔때기, 주변소리, 고무줄소리, 북소리의 순으로 높은 점수를 나타내고 있음을 알 수 있다. 또한 모든 상황에서 연령이 높아질수록 소리의 전달에 대한 개념의 점수가 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

상황에 따른 소리의 전달에 대한 아동의 개념의 연령에 따른 차이를 검증하기 위하여 실시

<Table 4> Means and standard of concept on sound propagation

Context	Age	5 (N=80)	7 (N=80)	10 (N=80)	Total (N=240)
		M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)
Everyday sounds		.90(.54)	1.39(.58)	1.63(.88)	1.30(.75)
Drum		1.15(.89)	1.23(.75)	1.36(.78)	1.25(.81)
Rubber band		.94(.75)	1.45(.78)	1.54(.93)	1.31(.86)
String telephone		2.24(1.13)	2.70(.74)	2.79(.52)	2.58(.86)
Ear trumpet		1.39(.96)	1.74(.74)	1.85(1.03)	1.66(.94)

<Table 5> One-way ANOVA of concept on sound propagation by age

		SS	df	MS	F	p	Scheffe
Everyday sounds	Between-groups	21.858	2	10.929	23.348***	.000	Age 10, 7 > 5
	Within-groups	110.938	237	.468			
	Total	132.796	239				
Drum	Between-groups	1.858	2	.929	1.424	.243	
	Within-groups	154.638	237	.652			
	Total	156.496	239				
Rubber band	Between-groups	16.808	2	8.404	12.420***	.000	Age 10, 7 > 5
	Within-groups	160.375	237	.677			
	Total	177.183	239				
String telephone	Between-groups	13.975	2	6.988	10.056***	.000	Age 10, 7 > 5
	Within-groups	164.675	237	.695			
	Total	178.650	239				
Ear trumpet	Between-groups	9.308	2	4.654	5.497**	.000	Age 10 > 7 > 5
	Within-groups	200.675	237	.847			
	Total	209.983	239				

** $p < .01$. *** $p < .001$.

한 일원배치 분산분석의 결과는 다음의 Table 5와 같다.

Table 5에 의하면, 주변소리에서 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 일원배치 분산분석 결과, 연령간에 유의미한 차이가 나타났다($F = 23.348, p < .001$). 사후검증의 결과, 만 10세와 만 7세가 만 5세보다 개념 수준이 높은 것으로

나타났다. 북소리에서 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 일원배치 분산분석 결과, 연령간에 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 고무줄 소리에서 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 일원배치 분산분석 결과, 연령간에 유의미한 차이가 나타났다($F = 12.420, p < .001$). 사후검증의 결과, 만 10세와 만 7세가 만 5세보다 개념 수준

이 높은 것으로 나타났다. 실전화에서 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 일원배치 분산분석 결과, 연령간에 유의미한 차이가 나타났다($F = 10.056, p < .001$). 사후검증의 결과, 만 10세와 만 7세가 만 5세보다 개념 수준이 높은 것으로 나타났다. 깔때기에서 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 일원배치 분산분석 결과, 연령간에 유의미한 차이가 나타났다($F = 5.497, p < .001$). 사후검증의 결과, 만 10세가 만 7세보다 높고, 만 7세가 만 5세보다 개념 수준이 높은 것으로 나타났다.

이러한 결과로 볼 때, 소리발생 상황에 따른 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 깔때기를 제

외한 주변소리, 북소리, 고무줄소리, 실전화 상황에서 만 10세와 만 7세가 만 5세보다 높은 같은 수준에 있지만, 깔때기 상황에서는 만 10세가 가장 높고 다음으로 만 7세, 만 5세의 순으로 높다는 것을 알 수 있다.

2. 소리의 전달과 매질의 관계에 대한 아동의 개념 분석

소리의 전달과 매질의 관계는 실전화와 깔때기 상황에서 실의 역할과 깔때기 역할에 대한 아동의 개념을 분석하였다. 실전화에서 소리의 전달과 실의 역할에 대한 아동의 개념과 깔때기

<Table 6> Children's reaction frequency between sound transmission and the effect of a string and ear trumpet by age (%)

Age types		5	7	10	
The effect of a string	Don't know	12(15.0)	5(6.3)	4(5.0)	
	The feature of a string telephone	To make a string telephone	4(5.0)	4(5.0)	2(2.5)
		To connect of cup, hole and string	7(8.8)	4(5.0)	2(2.5)
		Role of telephone	16(20.1)	11(13.8)	17(21.3)
		Sub-total	27(33.9)	19(23.8)	21(26.3)
	Sound transmission	To hear well / largely	25(31.3)	19(23.8)	9(11.3)
		Transmmision and movement of sound	15(18.8)	36(45.0)	38(47.5)
		Transmmision of sound vibration, shaking	0	0	8(10.0)
		Sub-total	40(50.1)	55(68.8)	55(68.8)
	Transmmision of air / air vibrations	1(1.3)	1(1.3)	0	
Total		80(100)	80(100)	80(100)	
The effect of ear trumpet	Don't know	21(26.3)	7(8.8)	7(8.8)	
	The feature of ear trumpet	Because of ear trumpet	6(7.5)	5(6.3)	4(5.0)
		Sape and size of ear trumpet's hole	34(42.5)	17(21.3)	7(8.8)
		Sub-total	40(50.0)	22(27.6)	11(13.8)
	Sound transmission	To hear well / largely	1(1.3)	10(12.5)	3(3.7)
		To vibrate sound	7(8.8)	23(28.8)	16(20.0)
		To gather sound / To block other sound	8(10.0)	16(20.0)	43(53.8)
		Sub-total	16(20.1)	49(61.3)	62(77.5)
Because of air	3(3.7)	2(2.5)	0		
Total		80(100)	80(100)	80(100)	

에서 소리의 전달과 깔때기의 역할에 대한 아동의 개념의 연령별 반응 빈도를 제시하면 다음의 Table 6과 같다.

Table 6에 의하면, 실전화 상황에서 소리의 전달과 실의 역할에 대한 연령별 반응 빈도를 보면, 만 5세는 소리 전달(50.1%)이 가장 많고, 다음으로 실전화 특징(33.9%), 모름 혹은 아무 역할 안함(15.0%)의 순으로 나타났다. 만 7세는 소리 전달(68.8%)이 가장 많고, 다음으로 실전화 특징(23.8), 모름 혹은 아무 역할 안함(6.3%)의 순으로 나타났다. 만 10세는 소리 전달(68.8%)이 가장 많고, 다음으로 실전화 특징(26.3%), 모름 혹은 아무 역할 안함(5.0%)의 순으로 나타났다.

이러한 결과로 볼 때, 실전화 상황에서 소리의 전달과 실의 역할에 대한 연령별 반응은 모든 연령에서 소리 전달로 인식하는 것이 높음을 알 수 있다. 만 5세는 실이 소리를 잘/크게 들리게 한다는 것을 가장 많이 반응하였고, 만 7세와 10세는 실이 소리를 연결/전달/이동한다는 것을 가장 많이 반응하였다. 깔때기 상황에서 소리의 전달과 깔때기 역할에 대한 연령별 반응 빈도를 보면, 만 5세는 깔때기 특징(50.0%)이 가장 많고, 다음으로 모름 혹은 아무 역할 안함(26.3%), 소리 전달(20.1%)의 순으로 나타났다. 만 7세는 소리 전달(61.3%)이 가장 많고, 다음으로 깔때기 특징(27.6%), 모름 혹은 아무 역할 안함(8.8%)의 순으로 나타났다. 만

10세는 소리 전달(77.5%)이 가장 많고, 다음으로 깔때기 특징(13.8%), 모름 혹은 아무 역할 안함(8.8%)의 순으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때, 깔때기 상황에서 소리의 전달과 깔때기 역할에 대한 연령별 반응은 만 5세는 소리의 전달을 깔때기의 모양과 크기와 관련하여 인식하고, 만 7세와 만 10세는 소리의 전달과 깔때기 역할의 관계를 소리를 크게 울리게 하거나 소리를 모아주는 것으로 인식해가고 있음을 알 수 있다.

실전화 상황에서 소리의 전달과 실의 역할에 대한 아동의 개념과 깔때기 상황에서 소리의 전달과 깔때기의 역할에 대한 언어적 반응을 점수화하여 살펴본 아동의 개념의 평균 및 표준편차는 다음의 Table 7과 같다.

Table 7에 의하면 실의 역할에서는 만 5세가 1.36점, 만 7세가 1.65점, 만 10세가 1.64점으로 타났고, 깔때기의 역할에서는 만 5세가 1.01점, 만 7세가 1.58점, 만 10세가 1.69점으로 나타났다. 이러한 결과는 소리의 전달과 실의 역할에 대한 아동의 개념은 만 5세가 가장 낮고 만 7세와 10세가 비슷하고, 소리의 전달과 깔때기의 역할에 대한 아동의 개념은 만 5세가 가장 낮고 만 10세가 가장 높음을 나타낸다.

소리의 전달과 실의 영향 및 깔때기의 영향에 대한 아동의 개념의 연령에 따른 차이를 검증하기 위하여 실시한 일원배치 분산분석의 결과는 다음의 Table 8과 같다.

<Table 7> Means and standard of concept on the effect of a string and ear trumpet

Situation	Age	5	7	10	Total
		(N=80)	(N=80)	(N=80)	(N=240)
		M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)
The effect of a string		1.36(.77)	1.65(.62)	1.64(.58)	1.55(.67)
The effect of ear trumpet		1.01(.79)	1.58(.69)	1.69(.63)	1.43(.76)

<Table 8> One-way ANOVA of concept on the effect of a string and ear trumpet

		SS	df	MS	F	p	Scheffe
The effect of a string	Between-groups	4.225	2	2.112	4.853**	.009	Age 10, 7 > 5
	Within-groups	103.175	237	.435			
	Total	107.400	239				
The effect of ear trumpet	Between-groups	20.925	2	10.463	21.063***	.000	Age 10, 7 > 5
	Within-groups	117.725	237	.497			
	Total	138.650	239				

** $p < .01$. *** $p < .001$.

Table 8에 의하면, 소리의 전달과 실의 역할에 대한 아동의 개념의 연령에 의한 일원배치 분산분석 결과, 연령 간에 유의미한 차이가 나타났다($F = 4.853, p < .01$). 사후검증의 결과, 만 10세와 7세가 비슷한 수준이고, 만 5세보다 높은 수준으로 나타났다.

이러한 결과로 볼 때, 소리의 전달과 실의 역할 및 깔때기의 역할에 대한 아동의 개념은 만 10세와 7세가 비슷한 수준이고, 만 5세보다 높은 수준임을 알 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 소리에 대한 만 5세, 7세, 10세 아동의 개념의 발달 특성을 살펴보고, 소리에 대한 과학 교육의 내용 기준을 위한 기초 자료를 제공하는데 목적을 두었다. 본 연구 결과를 중심으로 논의 및 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 소리발생 상황에 따른 소리의 전달에 대한 아동의 개념은 상황에 따라 다르게 나타났다. 북소리 상황을 제외한 주변의 소리, 고무줄 소리, 실전화기 깔때기 상황에서 연령이 높아질수록 소리의 전달에 대한 개념의 점수가 높았는데, 실전화 상황에서 가장 높고, 다음으로 깔때

기, 주변소리, 고무줄소리, 북소리의 순으로 높은 점수가 나타났다. 정신 모형과 관련한 소리의 전달에 대한 아동의 언어적 반응은 주변의 소리, 북소리, 고무줄 소리 상황에서는 모든 연령에서 자기중심적 유형이 가장 많았고, 실전화 상황에서는 모든 연령에서 합성적 정신 모형이 가장 많이 나타난 반면에, 깔때기 상황에서는 만 5세에서 자기중심적 유형이 가장 많고, 만 7세는 초기적 정신 모형이 가장 많았으며, 만 10세는 합성적 정신모형이 가장 많이 나타나 상황과 연령에 따라 다른 정신 모형을 갖고 있음을 알 수 있었다. 북소리 상황에서 연령간 차이가 나타나지 않은 것은 소리의 전달에 대한 아동의 개념의 언어적 반응 빈도를 살펴볼 때, 만 5세, 7세, 10세 모두에서 자기중심적 개념인 비과학적 요인을 많이 나타냈는데, 만 7세와 10세에서도 사물과 소리발생 관계와 귀의 기능에 많은 반응을 나타냈고, 만 10세의 경우는 사물의 진동과 관련한 반응을 많이 나타냈기 때문에 여겨진다. 즉 북소리의 경우는 다른 상황과 비교하여 모든 연령에서 소리의 전달보다는 소리의 발생과 관련한 인식을 많이 나타내고 있음을 알 수 있었다.

둘째, 소리의 전달과 실의 역할 및 깔때기의 역할에 대한 아동의 개념은 만 10세와 만 7세

가 비슷한 수준이며 만 5세보다 높은 수준임을 알 수 있었는데, 소리의 전달과 실의 역할에 대한 아동의 개념은 만 5세가 가장 낮고 만 7세와 10세가 비슷하며, 소리의 전달과 깔때기의 역할에서는 만 5세가 가장 낮고 만 10세가 가장 높게 나타났다. 실전화 상황에서 소리의 전달과 실의 역할에 대한 연령별 반응은 모든 연령에서 소리를 전달하는 것으로 인식하는 것이 높았는데, 만 5세는 ‘실이 소리를 잘/크게 들리게 한다’는 반응을 가장 많이 나타냈고, 만 7세와 만 10세는 ‘실이 소리를 연결/전달/이동한다’는 반응을 가장 많이 나타냈다. 깔때기 상황에서 소리의 전달과 깔때기 역할에 대한 연령별 반응은 만 5세는 소리의 전달을 깔때기의 모양과 크기와 관련하여 가장 많이 인식하였고, 만 7세와 만 10세는 소리를 크게 울리게 하거나 소리를 모아주는 것에 가장 많이 인식하고 있음을 알 수 있었다. 실전화 상황의 경우 실이 종이컵에 연결되어 있어서 소리의 전달을 시각적으로 지각할 수 있기 때문에, 아동이 소리의 전달과 매질의 관계를 보다 쉽게 인식할 수 있었고, 매질의 언급이 다른 상황보다 많이 나타난 것으로 볼 수 있다.

본 연구에서 나타난 소리발생의 상황에 따른 소리의 전달에 대한 아동의 개념과 소리의 전달과 매질의 관계에 관한 아동의 개념의 연구 결과는 Watt와 Russell(1990)의 연구 결과와 부분적으로 일치하고, 만 5, 7, 10세 모두 상황에 영향을 받았으며, 모든 연령에서 주변의 소리, 북소리, 고무줄 소리 상황에서는 자기중심적 유형이 많았지만, 실전화 상황에는 합성적 정신 모형을 많이 나타내고 있음을 알 수 있었다. 따라서 본 연구 결과는 Mazens와 Lautrey(2003)의 제안처럼, 과학 개념이 점진적으로 형성되어가는 모습을 보여주는 것으로, 연령이 높아질수록

Hrepic, Zollman와 Rebello(2010)의 정신적 초기 모형 중 합성적 모형을 갖고 있음을 알 수 있다.

그동안 아동 대상의 소리에 관한 과학 개념 연구들은 발음체 및 공기의 진동 유무를 인식하는지 혹은 비과학적 요소로 인식하는지, 혹은 개념과 오개념으로 구분하여 분석해 온 경향이 있어서 소리 개념에 대한 과학적 특성을 밝히는데 한계가 있었다. 아동의 소리에 관한 개념의 특성을 보다 질적으로 분석하기 위하여 상황에 따른 소리 전달 개념을 Hrepic, Zollman와 Rebello(2010)의 정신 모형 이론으로 분석한 결과, 소리의 전달에서는 만 5세, 만 7세, 만 10세에서 자기중심적 개념이 많기는 하였지만, 실전화 상황에서는 모든 연령에서 합성적 정신 모형인 매질의 진동을 인식하고 있음을 알 수 있었고, 깔때기 상황에서는 만 7세에서 소리/공기로서 전달의 초기적 정신 모형을 가장 많이 인식하고, 만 10세에서는 공기의 진동/언급의 합성적 정신 모형을 가장 많이 인식하고 있음을 알 수 있었다. 실전화 상황에서는 소리가 매질인 실로 전달/실의 진동 등을 언급하는 반응이 많아서 합성적 정신 모형이 많이 나타난 것으로 볼 수 있었다. 또한 소리의 전달과 매질의 관계에 대한 개념은 만 5세, 7세, 10세 모두에서 매질이 소리를 전달하는 특징으로 인식하는 아동이 많았고, 공기 혹은 공기의 진동으로 전달한다고 인식하는 아동은 만 5세와 만 7세에서 매우 소수에 불과하고 만 10세에서는 나타나지 않은 것으로 보아, 만 5세, 7세, 10세 모두에서 소리는 실제로 존재한다고 인식하는 특성이 있음을 보여주고 있었다.

본 연구에서 살펴본 만 5세, 7세, 10세의 소리에 대한 개념의 발달 특성은 과학 교육과정의 내용에서 학년별 내용 수준을 선정할 수 있는 기초 자료를 제공할 수 있다. 물리 분야의 과학

교육과정 내용은 학년별 배치에서 배열형, 반복 심화형이 융합된 형태로 제시되는 경향이 있다 (Baek *et al.*, 2011). 즉, 학년이 올라감에 따라 일정기간동안은 물리 개념을 반복없이 배열한 후, 그 기간 이후에는 이미 학습한 개념들을 전체적으로 다시 반복하며 심화시키거나 일부 개념만 반복 심화시키는 방식을 따르는 경향이 있다. 이러한 특성을 반영하여 2009 개정 과학교육과정 및 내용표준의 개발연구자들은 파동광학 분야에서 소리 주제는 일상생활과 매우 친근한 상황이고 학습자가 흥미를 가질 수 있는 탐구활동이 많아 파동 개념을 도입하는 부분에서 소리의 성질 단원을 첨가하는 것에 합의하였고, 2009개정 과학교육과정에 3-4학년군에서 소리의 성질(소리의 전달, 악기와 소리), 5-6학년군에서 빛의 전달, 7-9학년군에서는 빛의 성질, 파동과 소리의 내용으로 연계되도록 구성하였다 (Shin, 2011). 그러나 초등 1-2학년과 유치원 과학 교육과정과는 내용이 연계되어 있지 않은 아쉬움이 있다. 본 연구는 소리의 전달이라는 한 가지 과학 내용의 개념만을 분석하기는 하였지만, 과학 교육과정의 내용의 구성에 있어서 발달적 특성에 근거한 연계의 필요성을 제안하고 있다는 점에서 의의가 있다.

그동안 한국 과학 교육과정에 제시되었던 소리에 대한 과학 내용을 살펴보면 다음과 같다. 제1차 교육과정에서는 1학년에서 소리듣기, 2학년에서 여러 가지 소리, 5학년에서 소리는 어떠한 것인가(여러 가지 악기, 소리의 전파, 소리의 속도, 귀의 구조)가 제시되었다. 제2차 교육과정에서는 1학년에서 전화놀이(실전화 만들어 놀기), 2학년에서 소리듣기(소리나는 장난감, 간단한 악기 만들기) 5학년에서 소리(소리의 발생, 소리의 성질, 악기, 귀, 성대, 소리의 전파)가 제시되었다가 제3차 교육과정에서는 5학년

에서만 에너지와 그 전환의 하위 내용으로 소리가 제시되었다. 제4차에서 6차까지는 2학년에서만 제시되어 있는데, 제4차 교육과정에서는 소리(소리내기, 악기 만들기, 실전화), 제5차 교육과정에서는 소리(여러 가지 소리, 소리내기, 실전화 놀이, 소리 전하기), 제6차 교육과정은 2학년에서 주위의 환경(소리내기), 공리하는 생활(실전화 만들어 놀이하기)에서 제시되었다. 제7차 교육과정에서는 3학년에서만 소리내기(다양한 소리내기, 실전화)가 제시되어 있고, 2007 개정 교육과정에서는 소리가 빠져 있다가, 2009개정 교육과정에서는 3-4학년군에서 소리의 성질이 제시되어 있다(Yun *et al.*, 2009; Baek *et al.*, 2011).

유아교육과정에서 소리 내용은 누리과정과 교사용 지침서에 표면적으로 나타나 있지 않지만, 미국 오하이오(2012) 주의 만 3-5세 과학 내용기준에는 에너지 탐구의 영역에서 ‘소리와 빛의 속성과 특성’으로 제시되어 있고, 펜실바니아(2009) 주의 만 5세의 과학 내용기준에는 ‘파동과 소리의 본성’ 영역에서 소리의 진동을 설명하고 증명한다(소리의 근원 확인, 소리의 높낮이, 크기, 다양한 소리를 만들기 위하여 다양한 힘을 가하기, 기타줄 혹은 북을 사용하여 소리날 때 진동 관찰하기)의 내용으로 제시되어 있다(<http://nieer.org/yearbook>). 즉 소리는 초등 학교와 유아교육의 내용기준에서 빛과 파동의 대영역에서 일상생활에서 쉽게 경험하는 가시적인 소리와 빛의 내용으로 분리되어 배열되다가 점차 고학년이 되면서 파동이라는 과학적 내용으로 연결되는 반복 심화형으로 제시되는 특성을 지니고 있다. 따라서 유아교육과정에서 소리는 생활 속의 소리 전달 현상을 다양하게 지각하고 탐구할 수 있는 내용과 활동으로 제공할 필요가 있다.

이상의 논의 및 결론을 토대로 후속 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 소리에 대한 아동의 개념 발달을 연구하였는데, 과학 교육의 내용에 관한 보다 다양한 개념 연구가 필요하다. 실제 과학 교육 현장에서는 아동의 개념에 대한 이해보다는 교수-학습법에 더 많은 관심을 갖고 있는데, 아동과학 교육의 출발은 아동의 지식 구조에 대한 정신 모형에 대한 이해가 필요하고, 이러한 특성을 고려한 과학교육의 내용이 선정될 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 소리에 대한 아동의 개념을 연령별로 분석하였는데, 자기중심적 특징, 초기적 정신 모형, 합성적 정신 모형의 특징에 대한 보다 심층적인 면담 연구가 필요하다.

References

- Ault, C. R. (1987). Interviews studies in teacher education : Examples from extraordinary contexts. In J. Novak(Ed.), *Proceedings of the second international seminar : Misconceptions and educational strategies in Science and Mathematics*, vol. II(pp. 25-29). Ithaca : Cornell University, N.Y.
- Baek, Y. S., Kim, Y. M., NO, S., Park, H. J., Jung, J. S., Yoo E. J., Lee, E. A., & Lee, D. W. (2011). 2011 Science Education Content Standards. Seoul : Korea Foundation for the Advancement Science Creativity.
- Choi, B. S., & Jung, J. S. (2012). A study on the developing achievement standards and achievement levels of Science Curriculum based on 2009 National Curriculum Reform. Seoul : Ministry of Education, Science and Technology.
- Coombs, E. C. (2007). *Investigating student understanding of sound as a longitudinal wave*. Electronic Theses and Dissertations. The University of Maine. <http://digitalcommons.library.umaine.edu>
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2002). Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics. *Science Education*, 86(1), 106-121.
- Hrepic, Z., Zollman, D. A., & Rebello, N. S. (2002). Identifying students' models of sound propagation. In S. Franklin, J. Marx & K. Cummings (Eds.), *Proceedings of 2002 Physics Education Research Conference*. Boise, Idaho : PERC Publishing.
- Hrepic, Z., Zollman, D. A., & Rebello, N. S. (2010). Identifying students' mental models of sound propagation : The role of conceptual blending in understanding conceptual change. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6, 020114-1~020114-18.
- Jeon, Y. W., & Soh, D. W. (2006). A study on sound wave and signal processing in enclosed space. *The Korean Speleological Society*, 70, 63-74.
- Kim, B. K., & Kim, Y. I. (1995). Learning effects of constructivist instructional strategies on children's conceptual changes about sound. *Elementary Science Education*, 14(1), 51-62.
- Kim, E. J. (2002). The effect of inquiry approach of science teaching-learning method on children's concept formation and process skills of inquiry about the sound. Unpublished

- doctoral dissertation, Duksung Women's University, Seoul, Korea.
- Kim, E. J., & Shin, E. S. (2012). The Development of Scientific Concepts on the Day-Night Cycle of Young Children. *Korean Journal of Child Studies*, 33(3), 131-148.
- Kim, E. J., & Shin, E. S. (2013). Young Children's Development of Scientific Concepts on Sound. *Journal of Future Early Childhood Education*, 20(2), 165-192.
- Kim, H. H. (1992). Korean children's conceptions on Light and sound. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea.
- Kim, H. H., Kwon, J. S., & Kim, B. K. (1994). Korean children's conceptions on sound. *Elementary Science Education*, 13(2), 107-118.
- Linder, C. J. (1993). University physics students' conceptualizations of factors affecting the speed of sound propagation. *International Journal of Science Education*, 15(6), 655-662.
- Mazensa, K., & Lautrey, J. (2003). Conceptual change in physics : Children's naive representations of sound. *Cognitive Development*, 115, 1-18.
- McIntyre, M. (1981). The sounds of Music. In M. McIntyre(1984). *Early childhood and science*. Washington, D.C. : National Science Teachers Association.
- National Research Council. (1996). National science education standards. Washington : National Academy Press.
- Nobes, G., & Panagiotaki, G. (2009). Mental models or methodological artefacts? Adults' 'naive' responses to a test of children's conceptions of the earth. *British Journal of Psychology*, 100, 347-363.
- Ohio (2011). Early learning and development standards. <http://nieer.org/yearbook>.
- Park, H. C. (2005). A survey of the elementary school students' concept change on the sound through the constructivist instruction. Unpublished master's thesis, Seoul National University of Education, Seoul, Korea.
- Pennsylvania (2009). Kindergarten learning standard for early childhood. <http://nieer.org/yearbook>.
- Piaget, J. (1931). The child's conception of physical causality. NY : Harcourt Brace.
- Piaget, J. (1950). The child's conception of the world. Totowa, NJ : Littlefield, Adams & Co.
- Piaget, J. (1971). Les explications causales. Paris : PUF.
- Siegler, R. S. (1998). *Children's thinking*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- Shin, L. S. (2011). A study on Science Curriculum based on 2009 National Curriculum Reform. Seoul : Korea Foundation for the Advancement Science Creativity.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth : A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day / night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.
- Vosniadou, S. (2007). Conceptual change and education. *Human Development*, 50, 47-54.
- Watt, D., & Russell, T. (1990). *Sound; Primary SPACE project research report*. Liverpool : Liverpool University Press.

Westa, E., & Wallian, A. (2011). Students' learning of a generalized theory of sound transmission from a teaching-learning sequence about sound, hearing and health. *International Journal of Science Education*. <http://mc.manuscriptcentral.com/tsed>.

Yun, H. J., Lee, J. B., Kim, Y. J., Paik, S. H., & Lee, K. Y. (2009). A study on the improvement of contents in science education-focusing on content-related issues in the science curriculum. RRC 2009-3-4. Seoul : Korea Institute for Curriculum and Education.

2013년 4월 30일 투고, 2013년 8월 2일 수정
2013년 8월 13일 채택