

교과서와 교사용 지도서에 제시된 소리의 성질 단원의 파동개념에 대한 초등 교사들의 이해도, 확신도와 친숙도 분석

정재훈 · 이지원[†] · 김중복[†]
(지행초등학교) · (한국교원대학교)[†]

A Study on Elementary School Teachers' Understanding of, Certainty in, and Familiarity with Wave Concepts in Textbook and Teacher's Guidebook

Jeong, Jaehun · Lee, Jiwon[†] · Kim, Jung Bog[†]
(Jihang Elementary School) · (Korea National University of Education)[†]

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze elementary school teachers' understanding, certainty, and familiarity with 13 key concepts of wave physics that are presented in textbook and teacher's guidebook. 123 elementary school teachers answered concept tests and questionnaires. In the results to these tests and questionnaires, teachers demonstrated a high level of understanding and high certainty in understanding with regard to the concepts of sound generation, effect of medium on wave, timbre, wavelength, and trough and crest of wave. For the topics of sound velocity, wave reflection and wave transmission, teachers demonstrated a high level of understanding but low certainty in understanding. With regard to sound propagation, teachers demonstrated a low level of understanding and an improperly high certainty in that low understanding. Teachers lacked knowledge, i.e., displayed a low level of understanding and low certainty in sound strength, sound frequency, constructive interference and destructive interference. In constructive and destructive interference, the teachers also displayed a low level of familiarity. We analyzed the differences in teacher's understanding, certainty, and familiarity according to teacher demographics defined by the teacher's gender, teaching experience with concepts of sound, career, curriculum track while in high school, and major in university. There were no significant differences in understanding, certainty, or familiarity as defined by gender, teaching experience, and career. However, these displays of knowledge were affected by the teacher's curriculum track in high school and their major. These results suggest that the teacher's understanding of, familiarity with, and certainty in wave physics concepts are more influenced by their learning experience than by their teaching experience. Therefore, we suggest additional learning opportunities for teachers (such as teacher training programs) in order to improve teacher knowledge and correct teacher misconceptions in wave physics.

Key words : certainty, familiarity, teacher's guide book, textbook, wave concept

I. 서 론

교사는 학생 성취 향상의 핵심 열쇠이다(NRC, 2007).

그렇다면 양질의 교사가 갖춰야할 지식은 무엇일까? 학자에 따라 교사 지식 분류가 상이하지만, 대부분 공통적으로 포함된 지식이 바로 교수내용지식(이하

본 논문은 정재훈의 2015년 한국교원대학교 석사학위 논문을 근거로 한 것임.

2016.2.2(접수), 2016.2.15(1심통과), 2016.10.25.(2심통과), 2016.11.2(3심통과), 2016.11.4(최종통과)

E-mail: jbkim@knue.ac.kr(김중복)

PCK)와 교과내용지식(이하 SMK)이라고 할 수 있다. 비록 학자에 따라 SMK를 PCK에 포함시키기도 하고(Barnett & Hodson, 2001; Hashweh, 2005), PCK와 SMK를 분리(Shulman, 1987; Magnusson *et al.*, 1999)하기도 하지만, SMK는 교사 지식을 이루는 중요한 축이라고 할 수 있다. SMK가 풍부한 교사들은 교사 재량을 이용하여 개성 있는 수업으로 재구성할 수 있는 여지가 큰 반면, SMK가 부족한 교사들은 획일화된 강의식으로만 수업을 진행할 가능성이 크다(Carlson, 1987; Lee, 2013). 따라서 교사가 잘 가르치기 위해선 풍부하고 정확한 내용 지식을 갖추어야 한다. 현장 교사들 또한 스스로 과학개념을 잘 알아야 한다는 필요를 강하게 느끼고 있다(Kwon, 2007). 교사들의 이러한 인식에는 여러 이유가 있을 수 있겠으나, 그 중 하나는 교사들이 항상 학생들의 예상치 못한 질문에 노출되어 있기 때문이라고 볼 수 있다. 답을 알려줄 수는 없더라도 최소한 답에 어떻게 도달해야 하는지는 알고 있어야 하기 때문에, 교사들은 가르쳐야 하는 내용에 대해 교과서에 제시된 내용보다 더 넓고 깊게 이해할 필요가 있다(McDermott, 2006).

하지만 초등 교사의 경우, 전 과목, 전 학년의 내용 지식을 풍부하게 갖추고 있기가 현실적으로 어렵다. 따라서 초등 교사가 내용지식을 얼마나, 어디까지 알아야 하는지 결정하는 것은 매우 중요하다. 2009 개정 교육과정에 따라 편찬된 교사용 지도서는 지도서 구성에 대해 설명하며, ‘배경지식’을 ‘차시에 들어가기 전 교사가 알아야 할 지식’으로 명기해 놓았다(MOEST, 2009, p2). 이 정의에 따르면 초등 교사는 교과서에 제시되어 있는, 학생들에게 가르쳐야 할 지식과 더불어, 교사용 지도서에 나오는 배경지식 또한 알고 있어야 한다. 물론 배경지식이 교수에 도움이 되는 것은 확실하지만, 직접적으로 학생들에게 가르치는 지식이 아니기 때문에, 초등 교사가 이를 필수적으로 알아야 하는가에 대해서는 논란이 있을 수 있다.

초등 교사가 과학 개념에 대해 어느 수준까지 알아야 하는가를 논하기에 앞서, 현재 초등 교사들이 교과서에 제시된 지식뿐 아니라, 교사용 지도서에 나오는 배경지식에 대해서 얼마나 아는지를 확인할 필요가 있다. 교과서에 제시된 내용임에도 불구하고, 교사가 모르는 것은 문제가 되기 때문에, 교과서에 나오는 지식에 대해 교사가 어느 정도 아는

지를 확인하는 것은 반드시 필요한 절차이다. 교사용 지도서의 배경지식을 아는 수준을 확인하는 것은 교사교육과 예비교사교육에서 학습 내용의 수준과 내용을 결정할 수 있을 뿐 아니라, 향후 교사용 지도서의 집필 내용과 수준을 결정하는데 시사점을 줄 수 있다는 점에서 유용하다. 지금까지 교사용 지도서 관련 선행연구들의 대부분은 각 교육과정별 교사들의 인식을 조사하는데 한정(Kweon, Chung & Kim, 2001; Kwon & Park, 2010)되어 있었으며, 교과서와 지도서에 기술된 내용 지식에 대한 교사의 이해에 대해 연구된 사례는 없었다.

이 연구에서는 소리 파동에 관련되어 교과서와 교사용 지도서에 실린 개념에 대한 교사의 지식수준을 알아보고자 하였다. 소리는 파동현상의 일부로서 고전물리와 현대물리의 가교 역할을 하는 개념이다(Hrepcic, Zollman & Rebello, 2010). 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 현상이지만, 이를 설명하기 위해서는 물리적 개념이 잘 정립되어야 하므로 오개념이 많이 나타나는 편이다(West & Wallin, 2013). 소리 파동개념과 관련된 선행연구를 살펴보면, 많은 초등 교사들이 교과서에 제시된 소리 개념에 대해 오개념을 갖고 있는 것으로 밝혀졌다(Lee, 1999). 파동 개념은 교사들뿐만 아니라, 어느 학년군에서나 오개념이 많이 나타나는 개념 중 하나이다(Kim, Kwon & Kim 1994; Kim *et al.*, 2007; Yang, 2002). 이러한 현상의 원인은 크게 세 가지로 생각해볼 수 있다. 개념 자체의 특성상 이해가 어렵거나, 초기 학습 때 잘못 이해된 오개념이 지속되거나, 혹은 두 원인이 복합적으로 나타난 것이라 볼 수 있다. 어떠한 원인에 의한 것이든, 여러 학년군에서 전반적으로 소리 파동 개념에 대해 오개념이 많이 나타나는 현상은 소리 파동 개념을 최초로 가르치는 초등 교사가 이 부분을 숙지한 후 주의 깊게 잘 가르쳐야 함을 시사한다.

일반적으로 ‘얼마나 알고, 또 얼마나 모르는가’를 알아보기 위해서 개념검사를 사용하지만, 개념검사만으로 무엇 때문에 모르는지, 그리고 어느 정도로 모르는지 알 수 없다. 이 때 확신도(Certainty)와 친숙도(Familiarity)는 왜 모르는지와 어느 정도로 모르는지에 대한 정보를 제공함으로써 대상이 가지고 있는 과학 개념의 구조와 수준을 이해하는데 도움을 준다. 문항을 틀린 경우, 그것의 후속 교정전략은 오답 원인이 지식 부족에 있는지, 오개념

에 있는지에 따라 서로 다르다고 할 수 있다. 오답 원인이 지식 부족인 경우, 후속학습을 통해 지식을 채워줄 수 있는 반면, 오개념인 경우는 오개념을 파악하고 인지 갈등을 일으켜 교정하는 전략을 사용해야 하기 때문이다. 지식 부족인 경우, 전혀 들어본 적이 없을 때와 개념에 대해 어느 정도 친숙하지만, 완전히 생소한 개념일 때의 전략 또한 달라진다.

확신도와 친숙도에 대하여 좀 더 자세히 살펴보면, 확신은 대상이 어떤 것에 대해 알고 있는 정도에 대한 느낌이라고 정의를 내릴 수 있다(Koriat, 2000; Lee & Ha, 2011). 확신은 대상이 가지고 있는 과학 개념 수준을 보여주는데 중요한 역할을 한다(Odom & Barrow, 2007). Hasan *et al.*(1999)의 연구에 따르면 문제에 대해 틀린 응답을 하였을 때, 이 답에 대한 확신이 높을 경우 오개념을 가지고 있는 것으로 볼 수 있으나, 반대로 답에 대한 확신이 낮을 경우는 틀린 답의 원인이 지식 부족에 기인할 가능성이 크다. 이와 반대로 정답에 대한 확신이 높을 경우, 바른 과학적 개념을 갖고 있으리라 볼 수 있지만, 정답에 대한 확신이 적을 경우는 지식이 부족하지만 요행으로 맞췄을 가능성이 크다. 채점자가 육안으로 확인하기 힘든 이 요행의 존재는 정답을 맞힌 경우, 응답자의 지식수준을 과대평가하게 만들 수 있고, 틀린 경우는 그 원인이 지식부족인지 오개념인지 구별할 수 없게 만든다(Caleon & Subramaniam, 2010; Pesman & Eryilmaz, 2010). 친숙도는 ‘이전에 직면한 적이 있는 것 같다’라고 느끼는 개인적 인식이다(Mandler, 1980; Ngo *et al.*, 2010). 이는 개념을 깊이 이해하는 정도와 직접적인 관련이 없으나

(Mumba *et al.*, 2015), Van Driel *et al.*(1998)은 특정 주제에 대한 지식을 가지고 있을 때 친숙함을 느낄 확률이 높으므로 친숙함이 교수 경험과 서로 결합할 때 풍부한 PCK 형성에 긍정적 영향을 준다고 주장하였다.

이에 따라 이 연구는 다음 두 문제를 탐색하고자 한다.

첫째, 초등 교사들의 파동개념에 대한 이해도, 확신도, 친숙도를 조사하고자 한다. 이해도와 더불어 친숙도와 확신도를 조사하는 것은 소리 파동개념을 단순히 잘 안다, 잘 모른다는 넘어 이에 대한 구체적인 지식 상태를 점검함으로써 보다 더 많은 시사점을 도출해낼 수 있을 것이다.

둘째, 초등교사 하위집단(성별, 고교선택계열별, 교원양성기관 심화과정별, 소리 단원 지도 경험 유무별, 경력별) 간 이해도, 확신도, 친숙도 사이에 차이가 있는지 알아보하고자 한다. 하위집단별 특성에 따른 차이를 보는 것은 교원양성교육뿐 아니라, 교사 재교육 과정에도 시사점을 제공해 줄 수 있을 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 초등교사 123명을 대상으로 실시하였다. 온라인 설문지와 검사지 링크를 모바일 메신저와 이메일로 연구자가 개인적으로 알고 있는 교사들에게 1차 전송하고, 응답 완료한 교사들이 자기 주변의 교사들에게 2차 전송하는 눈덩이 표집 방식

Table 1. Background of responding teachers

Division		N (%)	Total (%)
Gender	Male	38 (30.9)	123 (100)
	Female	85 (69.1)	
Teaching experience	1~5 years	38 (30.8)	
	6~10 years	58 (47.2)	
	11+ years	27 (22.0)	
High school education	Liberal arts	58 (47.2)	
	Natural sciences	65 (52.8)	
Major deepening course	Science education	34 (27.6)	
	Non-science	89 (72.4)	
Having teaching experience of 'characteristic of sound' unit	Yes	40 (32.5)	
	No	83 (67.5)	

으로 연구대상을 정하고, 자료를 수집하였다. 눈덩이 표집 방식으로 대상을 모집하였기 때문에, 해당 교사가 어느 지역에서 근무하는지는 알 수 없으며, 이러한 점은 본 연구의 제한점이라고 볼 수 있다. 본 연구에 참여한 초등 교사들의 정보는 Table 1과 같다.

2. 측정 도구

먼저 2009 개정 교육과정 과학 교사용 지도서 배경지식 부분 중 초등 3학년 ‘소리의 성질’ 단원에서 파동개념 13개를 추출하였다. 추출한 개념과 각각의 개념 검사를 위한 문항의 출처는 Table 2와 같다. 먼저 개념에 대하여 살펴보면, 1~4번 개념은 교과서에 제시되어 있을 뿐 아니라, 지도서 배경지식에도 상술되어 있다. 5~13번 개념은 학생들에게 직접적으로 가르쳐야 하는 개념은 아니지만, 지도를 위해 교사가 알아야 할 개념으로써 교과서가 아닌 지도서 배경지식에만 제시된 개념들이다.

본 연구에서 개념검사지 제작을 위해 참고한 개념검사지는 SUPER(Sydney University Physics Education Research Group)에서 개발한 MWCS(Mechanical Wave Conceptual Survey), 영국의 SPACE(Science Processes And Concept Exploration) Project에서 사용한 소리개념검사, Fazio *et al.*(2008)이 사용한 파동개념문항, Eshach (2014)가 개발한 SCII(Sound Concept Inventory Instrument)이다. Tongchai *et al.*(2009)의 논문에서 실려 있는 MWCS를 Kim(2011)이 번안한 것을 활용하였으며, 본 연구

와 관련된 문항만 추출하여 사용하였다. SPACE Project 소리개념검사는 소리 개념과 관련된 선행연구(Watt & Russell, 1990; Park, 2005; Kim & Shin, 2013)에서 사용된 것으로 본 연구 검사지의 ‘소리의 발생’ 개념 검사 문항을 만들 때 참고하였다. Fazio *et al.* (2008)은 MWCS를 참고해 만든 파동개념검사문항으로 고등학생들의 파동 전달 모델에 관한 연구를 했다. 이를 Hwang(2013)이 번안한 것을 ‘소리의 전달’ 개념 검사 문항을 만들 때 참고하였다. Eshach (2014)는 중학생의 소리 개념을 파악하기 위해 소리개념검사도구(SCII: Sound Concept Inventory Instrument)를 제작하였는데, 71개의 진술문으로 된 SCII 검사지에서 본 연구에 적합한 문항을 선정한 후, 번안하여 활용하였다. 상기 개념검사에서 본 연구 목적에 적합한 문항이 없는 경우는 교사용 지도서 내용을 바탕으로 자체 제작하였다. 본 연구에서 사용한 파동개념검사는 선다형 13문항으로 구성되어 있으며, 과학전문가 2인이 참여하는 세미나에서 타당성을 검증받았다. 예비교사를 대상으로 한 예비 연구와 현직교사를 대상으로 한 현장 투입 결과, 신뢰도는 각각 .747과 .647이었다.

확신도 설문지는 선행연구(Hasan *et al.*, 1999; Ha & Lee, 2011)를 참고하여 제작하였다. 13개의 파동개념 이해도 검사 문항을 풀고 난 뒤, 각각의 문항에 대해 자신의 응답에 어느 정도 확신하는 지 4단계로 묻는 방식으로 구성하였다. 파동개념 친숙도 조사 설문지는 Mbewe(2012)와 Mumba *et al.*(2015)

Table 2. Multiple choice questions on wave concepts

No.	Division	Concepts	Sources of questions
1	Wave concepts in students' textbook and teachers' guide book	Sound generation	SPACE project (Watt & Russell, 1990; Park, 2005; Kim & Shin, 2013)
2		Sound propagation	MWCS (Tongchai <i>et al.</i> , 2009; Kim, 2011; Hwang, 2013)
3		Sound strength	MWCS (Tongchai <i>et al.</i> , 2009; Kim, 2011)
4		Sound frequency	MWCS (Tongchai <i>et al.</i> , 2009; Kim, 2011)
5	Wave concepts in teachers' guide book only	Velocity of sound	MWCS (Tongchai <i>et al.</i> , 2009; Kim, 2011)
6		Medium	SCII (Eshach, 2014)
7		Constructive interference	MWCS (Tongchai <i>et al.</i> , 2009; Kim, 2011)
8	Wave concepts in teachers' guide book only	Destructive interference	MWCS (Tongchai <i>et al.</i> , 2009; Kim, 2011)
9		Reflection and transmission	Self production
10		Timbre	Self production
11		Wavelength of wave	Self production
12		Trough of wave	Self production
13		Crest of wave	Self production

의 빛 개념 친숙도 조사 설문지를 참고하여 제작하였으며, 파동개념 각각을 보거나, 들어본 적이 있는지 없는지를 표시하도록 제작하였다.

3. 자료 분석

이해도 검사 문항은 정답 유무에 따라 0점과 1점으로 부여한 뒤 백분율 점수로 환산하였다. 4단계 척도로 구성된 확신도 설문지는 낮은 확신에서 높은 확신 순서로 1점에서 4점을 부여하였다.

확신도를 사용한 응답원인분석은 Hasan *et al.* (1999)이 오답 원인이 지식 부족 때문인지 혹은 오개념 때문인지를 분석하기 위해 개발한 CRI(Certainty of Response Index)를 활용하였다(Table 3). 본 연구에서는 문항 응답원인을 파악하기 위해 정답 확신도 평균 점수와 오답 확신도 평균점수를 각각 산출하였다. 정답 확신도 평균 점수의 경우, 정답에 대한 확신도를 모두 더한 후 정답자 수로 나누어 산출하였으며, 이와 같은 방법으로 오답 확신도 평균 점수도 산출하였다.

친숙도 설문지는 ‘보거나 들은 경험’ 유무에 따라 0점과 1점으로 부여한 뒤 백분율 점수로 환산하였다.

Table 3. Certainty of response index (Hasan *et al.*, 1999)

	Low certainty (<2.5)	High certainty (>2.5)
Correct answer	Lack of knowledge (lucky guess)	Correct concept
Wrong answer	Lack of knowledge	Misconception

III. 연구 결과 및 논의

1. 초등교사의 파동개념에 대한 이해도, 확신도, 친숙도

소리의 개념에 대한 이해도와 확신도, 친숙도를 교과서에 나오는 개념과 지도서에 나오는 개념으로 나누어 살펴보았다.

1) 교과서에 나오는 개념

Table 4는 교과서에 제시된 4개의 파동개념에 대한 초등 교사들의 응답과 정답 유무를 빈도 분석하여 비율로 나타낸 것이다. 교과서에 나오는 4개의 개념, 즉 소리의 발생, 소리의 전파, 소리의 크기, 그리고 소리의 높낮이다. Table 4를 살펴보면, 소리의 발생 개념은 이해도가 높지만, 나머지 개념의 이해도는 50%에 미치지 못하는 것을 볼 수 있다. 4가지 개념의 정답 확신도는 모두 중간값 이상이었으나, 오답 확신도의 경우 소리의 발생 개념을 제외하고는 모두 중간값 이하였다. 네 문항 모두 친숙도는 90%를 넘거나 90%에 가까웠다. 교과서에 제시된 개념이기 때문에, 이해도가 높거나 낮은 것에 관계없이 친숙도가 높은 것으로 생각된다.

문항별로 초등 교사들의 응답을 자세히 살펴보면 다음과 같다. 선택지 중에서 과학적 개념은 *표시와 굵은 글씨체로 표시하여 다른 선택지와 구분하였다.

문항 1은 소리가 나는 이유를 아는가에 대한 문항이다. 71.5%의 교사들은 공기 분자가 진동하는 것이 소리 발생 원인이라는 것을 잘 알고 있었다. 정답을 선택한 이들의 확신도 평균은 3.07로, 답에 대해 높은 확신을 보이는 것을 알 수 있다. 즉, 정답을 한 교사들은 바른 과학적 개념을 갖고 있다고 볼 수 있다. 이에 비해 2번 선택지와 4번 선택지를 선택한 27.6%의 교사들은 소리 입자라는 개념으로 소리 발생 원인을 이해하고 있었다. 즉, 일부 교사들은 소리가 물질 특성이 있는 것으로 생각하는 것으로 알 수 있다. 이들의 오답 확신도 평균은 2.89였다. 오답을 한 일부 교사들 또한 자신의 개념에 대

Table 4. Teachers' understanding, certainty and familiarity on textbook wave concepts (N=123)

No.	Concepts	Understanding (%)	Average certainty- Correct answers (1~4)	Average certainty- Wrong answers (1~4)	Familiarity (%)
1	Sound generation	71.5	3.07	2.89	88.6
2	Sound propagation	12.2	3.07	2.57	91.9
3	Sound strength	42.3	2.85	2.30	90.2
4	Sound frequency	28.5	3.17	2.20	89.4
	Mean (SD)	38.63 (25.13)	3.04 (0.14)	2.49 (0.31)	90.03 (1.41)

우리는 일상생활에서 주변의 여러 소리를 들을 수 있습니다. 이러한 소리가 발생하는 이유는 무엇입니까?				
응답지	응답수(%) (N=123)	친숙도 (%)	정답 확신도 평균 (1~4)	오답 확신도 평균 (1~4)
① 물체가 공기 분자를 진동시키기 때문에*	88 (71.5)			
② 물체가 소리 입자를 만들어내기 때문에	1 (0.8)	88.6	3.07	2.89
③ 물체가 공기 분자를 사방으로 밀어내기 때문에	1 (0.8)			
④ 물체가 공기 중 소리 입자를 진동시키기 때문에	33 (26.8)			

Fig. 1. Understanding, certainty and familiarity on sound generation (Q1)

해 높은 확신을 갖고 있는 것으로 보아, 응답 원인이 소리가 물질 특성이라고 생각하는 오개념에 기인하고 있을 가능성이 크다고 할 수 있다. 소리가 발생하는 이유에 대한 친숙도는 88.6%로 비교적 높은 편이었다.

문항 2는 소리의 전달 관련 문항이다. 문항 2와 비슷한 문제 상황이 촛불 앞에서 큰 북을 치는 상황으로 교과서에 제시되어 있다. 91.9%라는 높은 친숙도에 비해, 12.2%의 교사들만이 먼지가 제자리에서 앞뒤(↔)로 움직인다는 바른 응답을 하였다. 이들의 정답 확신도 평균은 3.07로, 정답에 대하여 높은 확신을 가지고 있었다. 그에 반해, 물결모양(∩)의 선택지를 고른 교사 수가 59.3%(N=73)에 이르는 것으로 보아, 대부분의 교사들이 소리를 종파가 아닌 횡파로 잘못 알고 있거나, 종파임을 알지라도 스피커 앞의 먼지라는 구체적 현상에 적용을 잘 하지 못함을 보여준다. 스피커에서 먼지 입자가 멀어지는 것과 관련된 선택지(2번, 5번, 7번)를 고른 교사는 65%(N=80)인데, 이들은 소리가 물체를 밀 수 있다(pushable)고 보는, 이른바 소리가 물질 특성을 갖고 있다는 견해를 갖고 있었다. 이와 유사하

게, 먼지 입자가 물결모양으로 멀어지다 서서히 잦아든다는 7번 선택지를 고른 29.3%의 교사들은 소리를 소비 가능(consumable)한 것으로 생각한다고 해석할 수 있다. 이러한 오답에 대한 확신도 평균은 2.57로, 높은 확신도를 보였다. 즉, 교사들이 틀리게 응답한 원인이 오개념에 기인하고 있을 가능성이 크다. 높은 오답률과 오답의 원인이 오개념이라는 점은 교사들이 소리의 전달에 대한 개념 이해가 더 필요하다는 것을 보여준다.

문항 3은 소리의 크기가 진폭과 관련 있는 것을 아는가에 대한 문항이다. 복수응답 선택지로서 정답은 1번과 3번이다. 소리가 큰 것(1번)과 진폭이 큰 것(3번)을 모두 선택한 교사는 42.3%이었다. 정답 확신도 평균이 2.85로, 정답을 고른 교사들은 답에 대해 다소 높은 수준의 확신을 보이는 것을 알 수 있다. 오답을 고른 교사들은 소리의 크기를 진폭이 아닌 진동수, 파장과 관련하여 생각하고 있거나 진폭과 관련하더라도 진동수, 파장과 함께 연관지어 생각하고 있었다. 하지만 오답 확신도 평균이 2.30으로, 오답에 대해 비교적 낮은 확신을 갖고 있는 것으로 확인되었다. 따라서 문항 3의 오답 원인

2. 스피커 앞에 먼지 입자 1개가 뚝뚝 떠 있습니다. 스피커가 작동해서 일정한 높이와 크기의 소리가 발생하고 있습니다. 먼지는 어떻게 움직일까요?				
응답지	응답수(%) (N=123)	친숙도 (%)	정답 확신도 평균 (1~4)	오답 확신도 평균 (1~4)
① 원운동을 할 것이다	1 (0.8)			
② 직선(→)으로 멀어질 것이다	7 (5.7)			
③ 움직이지 않고 제자리에 있을 것이다	2 (1.6)			
④ 제자리에서 앞뒤(↔)로 움직일 것이다*	15 (12.2)	91.9	3.07	2.57
⑤ 물결모양(∩)으로 움직일 것이다	37 (30.0)			
⑥ 제자리에서 위아래(↓)로 움직일 것이다	25 (20.3)			
⑦ 물결모양(∩)으로 멀어지다 서서히 잦아들면서 직선(→)으로 멀어질 것이다	36 (29.3)			

Fig. 2. Understanding, certainty and familiarity on sound propagation (Q2)

3. 철수와 영희가 똑같은 피아노로 동일 곡을 연주하고 있습니다. 철수는 건반을 세게, 영희는 약하게 누르면서 치고 있습니다. 두 학생의 연주 소리에 대한 설명으로 옳은 것을 **모두** 선택해 주십시오.

응답지	응답수(%) (N=123)	친숙도 (%)	정답 확신도 평균 (1~4)	오답 확신도 평균 (1~4)
① 철수가 내는 소리가 더 크다*	52 (42.3)	90.2	2.85	2.30
③ 철수가 내는 소리의 진폭이 더 크다*				
① 철수가 내는 소리가 더 크다	12 (9.8)			
③ 철수가 내는 소리의 진폭이 더 크다	15 (12.2)			
④ 철수가 내는 소리의 파장이 더 길다	11 (8.9)			
⑤ 철수가 내는 소리의 진동수가 더 크다	4 (3.3)			
기타 응답	29 (23.6)			

Fig. 3. Understanding, certainty and familiarity on sound strength (Q3)

이 소리의 크기가 무엇과 관련이 있는지에 대한 지식의 부족에 기인하고 있음을 알 수 있다. 그에 비해 진폭 개념에 대한 친숙도는 90.2%로 비교적 높은 편이었다.

문항 4는 MWCS에서 발췌한 문항에 지도서 및 교과서에 제시된 기타 사진을 첨부하여 변형한 것이다. 소리의 높낮이가 진동수와 관련 있음을 아는가에 대한 문항으로 기타줄 잡는 길이를 변화시켜 튕겨보는 상황은 교과서에도 제시되어 있는 활동이다. 문항의 사진은 교과서에서 발췌하였다. 문항 3과 동일하게 복수응답 선택지로서 정답은 2번과 5번이다. 2번과 5번을 모두 선택한 교사들은 전체의 28.5%였다. 정답 확신도 평균이 3.17로 정답을 고른 교사들은 답에 대해 높은 수준의 확신을 보였다. 그 외 복수응답을 통틀어 1번, 즉 줄을 짧게 잡고 기타줄을 튕길 때 더 낮은 소리가 난다는 응답을 선택한 교사는 17.89%로, 줄 길이를 변화시키면서 튕길 때 음 높이가 어떻게 변하는지 제대로 알지

못하고 있었다. 나머지 교사들은 소리의 높낮이를 진동수만이 아닌 파장이나 진폭과도 연관 지어 생각하고 있었다. 오답 확신도 평균이 2.20으로, 교사들의 오답 원인이 지식 부족에 기인한 것임을 알 수 있었다. 친숙도는 89.4%로 문항 3과 비슷한 수준이었으나, 이해도가 30%에 못 미치므로, 소리의 높낮이와 진동수의 관계에 대한 개념 이해가 필요함을 알 수 있다.

2) 교사용 지도서에만 나오는 개념

Table 5는 교사용 지도서에만 제시된 9개 파동개념에 대한 초등 교사들의 응답과 정답 유무를 빈도 분석하여 비율로 나타낸 것이다. 교사용 지도서에 나오는 9개의 개념, 즉 소리의 속력, 매질, 보강간섭, 소멸간섭, 파동의 반사와 투과, 음색, 파장, 골, 마루이다. Table 5를 살펴보면, 보강간섭, 소멸간섭, 파동의 반사와 투과 개념의 이해도는 50%에 미치지 못하는 것을 볼 수 있다. 매질과 파장 개념을 제

4. 철수와 명수가 동일한 기타줄 하나를 같은 세기로 각각 튕기고 있습니다. 철수는 기타줄을 길게 잡고, 명수는 짧게 잡고 튕기고 있습니다. 두 학생의 기타 소리에 대한 설명으로 옳은 것을 **모두** 선택해 주십시오.

응답지	응답수 (%) (N=123)	친숙도 (%)	정답 확신도 평균 (1~4)	오답 확신도 평균 (1~4)
② 명수가 내는 소리가 더 높다*	35 (28.5)	89.4	3.17	2.20
⑤ 명수가 내는 소리의 진동수가 더 크다*				
① 명수가 내는 소리가 더 낮다	10 (8.1)			
② 명수가 내는 소리가 더 높다	16 (13.0)			
③ 명수가 내는 소리의 진폭이 더 크다	10 (8.1)			
④ 명수가 내는 소리의 파장이 더 길다	3 (2.4)			
⑤ 명수가 내는 소리의 진동수가 더 크다	4 (3.3)			
기타 응답	45 (36.6)			

Fig. 4. Understanding, certainty and familiarity on sound frequency (Q4)

Table 5. Teachers' understanding, certainty and familiarity on wave concepts (N=123)

No.	Concepts	Understanding (%)	Average certainty- Correct answers (1-4)	Average certainty- Wrong answers (1-4)	Familiarity (%)
5	Velocity of sound	52.0	2.30	2.00	79.7
6	Medium	52.8	2.88	2.69	83.7
7	Constructive interference	18.7	2.52	2.08	44.7
8	Destructive interference	21.1	2.00	2.03	43.9
9	Reflection and transmission	48.8	2.20	1.52	73.2
10	Timbre	55.3	2.59	1.96	87.0
11	Wavelength of wave	72.4	2.74	2.00	92.7
12	Trough of wave	54.5	3.01	1.86	70.7
13	Crest of wave	65.0	2.76	1.84	69.1
Mean (SD)		48.96 (18.01)	2.56 (0.33)	2.00 (0.31)	71.63 (17.30)

외한 모든 개념의 확신도가 중간값보다 낮았다. 이를 통해 교과서에 제시된 개념에 비해, 교사용 지도서에만 나오는 개념은 친숙도가 다소 낮다는 것을 알 수 있다. 특히 보강간섭과 소멸간섭은 친숙도가 50% 이하로 나타났다. 즉, 전체 응답자의 반 이상이 교사용 지도서에 제시된 보강간섭과 소멸간섭이라는 개념들에 대해 들어본 적이 없다고 응답하였다.

각 문항별로 초등 교사들의 응답을 살펴보면 다음과 같다.

문항 5는 소리의 속력과 관련된 문항이다. 소리의 속력은 진동수나 파장, 진폭과 관계없이 매질의 상태에 의해 결정된다는 것에 대한 문항으로 바르게 응답한 교사는 52.0%이었다. 하지만 정답 확신도 평균이 2.30으로 중간값을 밑돌기 때문에 이 문항에 바르게 답한 교사들이 운 좋게 정답을 맞혔을 가능성이 크다는 것을 알 수 있다. 한편, 오답의 경우, 4번 선택지 다음으로 교사들이 많이 선택한 것

이 5번 선택지(29.3%)로서 식 $v = f\lambda$ 로 인해 진동수가 커지면 소리 속력이 빨라진다고 잘못 생각하고 있었다. 오답 확신도 평균이 2.00으로, 오답에 대한 낮은 확신은 오답 원인이 지식 부족에 기인하고 있음을 알 수 있다. 교사용 지도서에도 소리의 속력이 매질의 특성과 관련이 있다고 설명이 되어 있지만, 교사들이 식으로 인해 소리의 속력 개념을 오인하지 않도록 좀 더 명확하게 제시할 필요가 있을 것이다. 이 식과 관련해 Kim *et al.*(2007)은 학생들에게 소리의 속력이 매질의 밀도나 특성에 따라 달라진다는 것을 확실하게 가르친 후, 이 식을 접하게 할 것을 제안한 바 있다.

문항 6은 매질에 대해 묻는 문항이다. 소리는 파동현상으로서 매질이 있어야만 전달될 수 있다. 따라서 문항 6과 같이 진공 상태에서는 압력 변화를 전달하는 공기가 없으므로 소리를 들을 수 없다. 바른 개념인 2번 선택지를 고른 교사는 52.8%이었다. 정답 확신도 평균은 2.88로 비교적 높은 수준의

5. 철수와 영희는 서로 100m 떨어져서 동시에 서로를 향해 “야”라고 외쳤습니다. 영희 목소리가 철수 목소리보다 더 높은 소리였다면 철수와 영희 중 소리를 먼저 듣는 사람은 누구일까요? (단, 소리 크기는 동일합니다.)				
응답지	응답수 (%) (N=123)	친숙도 (%)	정답 확신도 평균 (1-4)	오답 확신도 평균 (1-4)
① 소리의 속력은 진폭이 결정하므로 철수가 먼저 듣게 될 것이다	9 (7.3)			
② 높은 소리가 더 천천히 이동하므로 영희가 먼저 듣게 될 것이다	5 (4.1)			
③ 진폭이 큰 소리가 더 천천히 이동하므로 영희가 먼저 듣게 될 것이다	9 (7.3)			
④ 소리의 속력은 공기의 특성이 결정하므로 동시에 소리를 듣게 될 것이다*	64 (52.0)	79.7	2.30	2.00
⑤ 소리속력=진동수×파장이므로 소리의 속력은 진동수가 결정하므로 철수가 먼저 듣게 될 것이다	36 (29.3)			

Fig. 5. Understanding, certainty and familiarity on velocity of sound (Q5)

6. 진공병 속에 알람을 맞춘 자명종을 넣어두었습니다. 자명종은 병 바닥과 벽면에 닿지 않게 설치되어 있습니다. 알람 시각이 되었을 때 자명종 소리에 대한 설명으로 옳은 것을 선택해 주십시오.				
응답지	응답수 (%) (N=123)	친숙도 (%)	정답 확신도 평균 (1-4)	오답 확신도 평균 (1-4)
① 소리를 들을 수 있다. 소리는 공기와의 관련이 없기 때문이다	5 (4.1)			
② 소리를 들을 수 없다. 압력 변화를 전달하는 공기가 없기 때문이다*	65 (52.8)			
③ 만약 우리가 진공병 속에 들어간다면 소리를 들을 수 있을 것이다	4 (3.3)	83.7	2.88	2.69
④ 소리를 들을 수 없다. 소리 입자를 날라다주는 공기가 없기 때문이다	44 (35.8)			
⑤ 소리를 들을 수 없다. 종에서 생성된 소리 입자가 튀어나가지 못하기 때문이다	2 (1.6)			
⑥ 소리를 더 크게 들을 수 있다. 소리의 움직임을 방해하는 공기가 없기 때문이다	3 (2.4)			

Fig. 6. Understanding, certainty and familiarity on medium (Q6)

확신도를 보임을 알 수 있다. 정답 다음으로 높은 비중을 차지하고 있는 선택지는 소리입자와 관련된 4번(35.8%, N=44)이었다. Hrepic *et al.*(2010)의 파동정신모형 분류에 따르면 소리의 본질을 파동이 아닌 특정 물질 즉, 소리 입자라고 생각하는 정신모형을 실재(entity) 모형으로 명명하고 있다. 이 실재 모형은 독립 존재 모형과 의존 존재 모형으로 나뉘는데, 전자는 매질과는 별도로 소리 입자가 빈 공간을 지날 수 있다고 생각한다는 점에서, 후자는 매질이 소리 입자를 날라다 준다고 생각한다는 점에서 차이가 있다. 4번 선택지는 Hrepic *et al.*(2010)의 정신 모형 분류에 따르면 의존 실재(entity) 모형이라고 할 수 있다. 이러한 결과는 문항 1에서와 마찬가지로 소리를 소리입자와 같은 물질로 생각하는 경향이 일부 교사들에게 있다고 해석할 수 있을 것이다. 또한, 소리가 진공 속을 통과할 수 있다는 1번, 3번, 6번 선택지는 독립 실재(entity) 모형으로써 이들을 선택한 9.8%의 교사들도 소리를 물질 특성을 갖는 것으로 잘못 생각하고 있다고 해석할 수 있다. 오답 확신도 평균은 2.69로 비교적 높은 확신을 나타냈다. 이 같은 결과를 볼 때 문항 6의 오답 원인이 오개념에서 비롯된 것임을 알 수 있다. 즉, 매질이 소리 입자를 전달한다거나, 소리 입자는 매질과 상관없이 전달될 수 있다는 식의 오개념을 바로잡을 필요가 있음을 알 수 있다. 매질이라는 개념에 대한 친숙도는 83.7%로 비교적 높은 편이었다.

문항 7과 8은 각각 보강간섭과 소멸간섭에 대해 묻는 문항이다. 지도서 배경지식에 제시되어 있는 개념들이지만, 본래 고등학교 단계에서 가르치는 내용이라 초등 교사들을 대상으로 한 본 연구에서

이해도는 매우 낮은 편이었다. 문항 7과 8의 정답률은 각각 18.7%, 21.1%이었으며, 이러한 결과로 볼 때, 초등 교사들이 이들 개념에 대해 거의 이해하지 못하고 있다고 해석할 수 있다. 특히 문항 8의 경우, 정답 확신도 평균이 2.00으로 비교적 낮은 편인데, 이는 정답을 맞힌 교사들이 요행으로 맞췄음을 짐작할 수 있다. 또한 문항 7과 8 모두 오답 확신도 평균이 각각 2.08, 2.03으로 오답 원인이 지식 부족에 있음을 알 수 있다. 보강간섭과 소멸간섭의 친숙도가 다른 개념들에 비해 현저히 낮은 사실(보강간섭: 44.7%, 소멸간섭: 43.9%)도 이러한 해석을 뒷받침해준다.

문항 9는 파동의 반사와 투과에 대한 문항이다. 문항에서 사용한 그림은 교사용 지도서에서 발췌하였다. 밀도가 작은 줄에서 큰 줄로 파동이 진행하는 경우에는 반사파와 투과파의 위상이 서로 반대가 되며, 밀도가 큰 줄에서 작은 줄로 진행하는 경우는 위상이 같게 된다. 반면, 문항 9에서 바른 응답을 한 교사는 48.8%로, 절반이 넘는 교사들이 매질 경계면에서의 밀도가 변함에 따라 반사파와 투과파의 위상이 어떻게 변하는지에 대해 제대로 알고 있지 못하였다. 9번 문항(파동의 반사와 투과)의 경우, 정답과 오답 확신도 평균이 모두 중앙값이 2.5를 하회한다. 따라서 오답원인이 지식 부족에 기인하고 있음을 짐작할 수 있으며, 정답을 고르더라도 요행으로 맞춘 경우가 많은 것으로 생각할 수 있다. 파동의 반사와 투과 개념의 친숙도는 73.2%로 절반 이상의 교사들이 이 개념에 대해 보거나 들어보았다고 응답하였다. 즉, 개념에 대한 친숙도에 비해 개념 이해도는 비교적 낮은 수준이라 볼 수 있다.

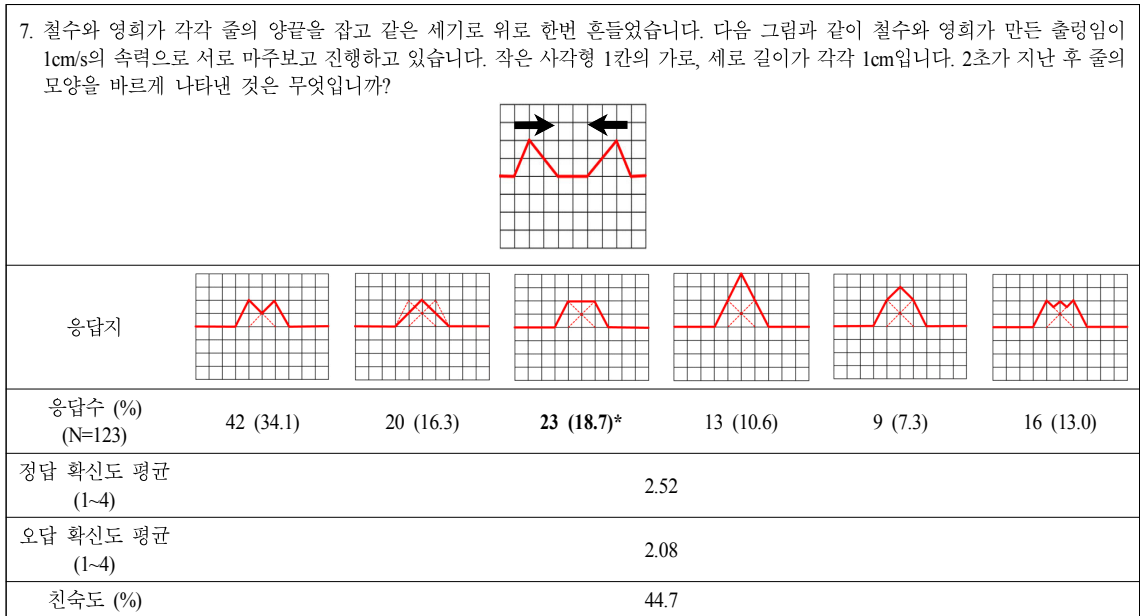


Fig. 7. Understanding, certainty and familiarity on constructive interference (Q7)

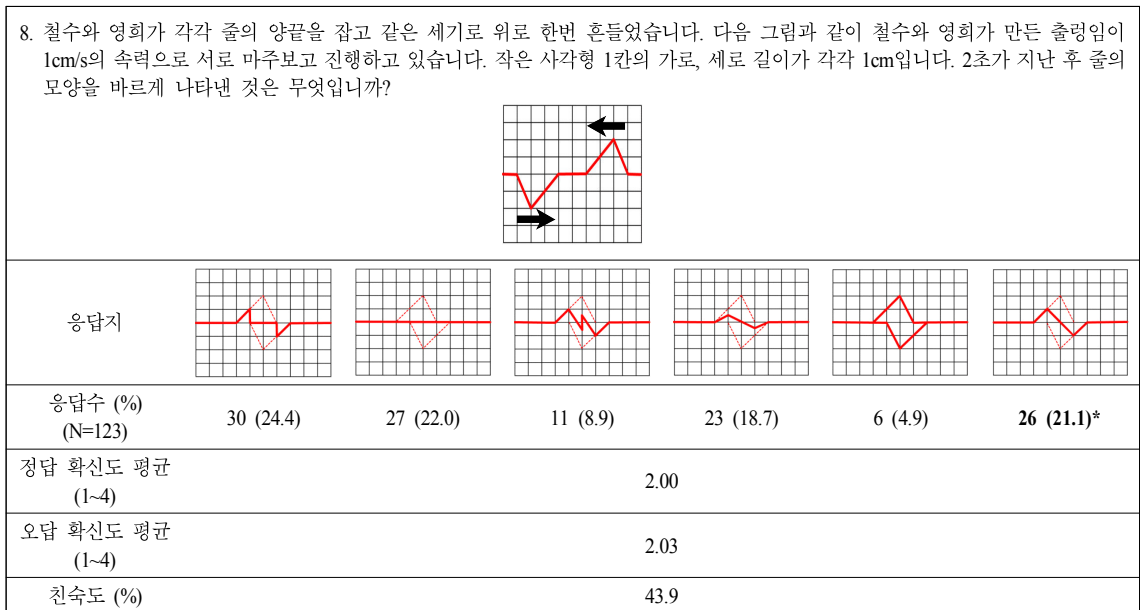


Fig. 8. Understanding, certainty and familiarity on destructive interference (Q8)

문항 10은 소리의 3 요소 중 음색에 대해 묻는 문항이다. 팬파이프 사진은 지도서에서 발췌하였다. 문항 속의 팬파이프 2개는 크기와 모양이 같아서 같은 크기와 높이의 소리가 나지만, 재질이 다르기 때문에 음이 다르게 들리게 된다. 55.3%의 교사들이 음색이 다르기 때문에 소리를 구별할 수 있다는

선택지를 골랐다. 문항 10의 정답 확신도 평균은 2.59로 비교적 높은 수준의 확신을 하고 있음을 알 수 있다. 선택지 3번과 4번은 소리입자와 관련된 것인데, 모두 합쳐 21.2%의 교사들이 선택하였다. 이러한 결과를 문항 1과 문항 6에서의 결과와 종합해 보면 약 20% 내외의 교사들이 소리가 물질 특성을

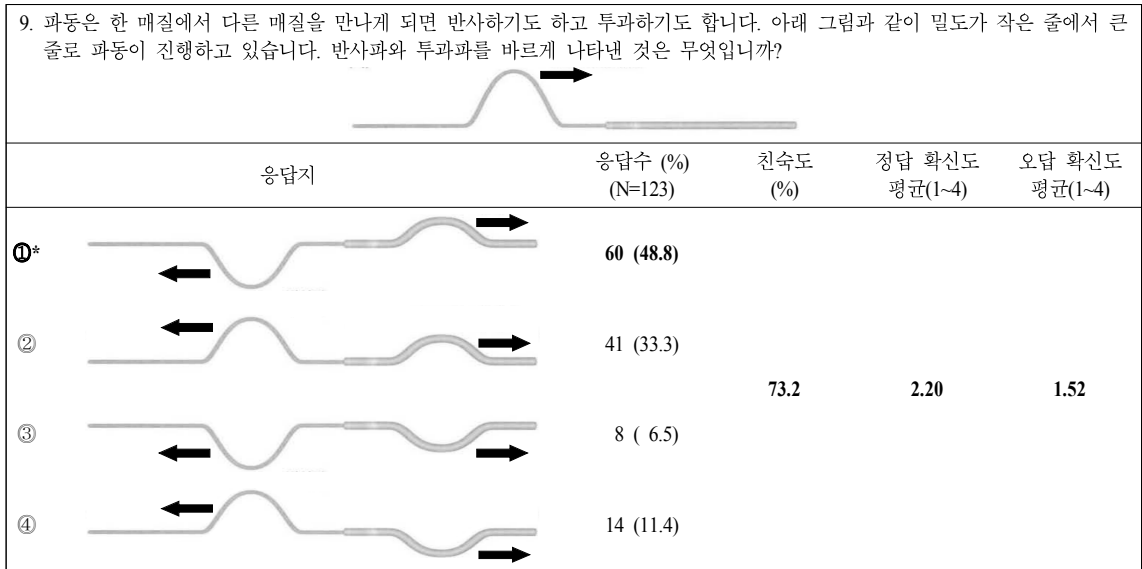


Fig. 9. Understanding, certainty and familiarity on reflection and transmission (Q9)

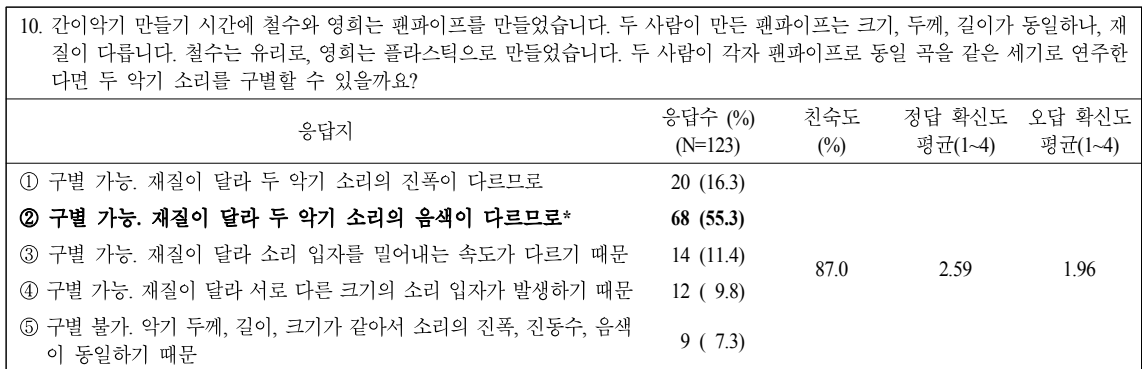


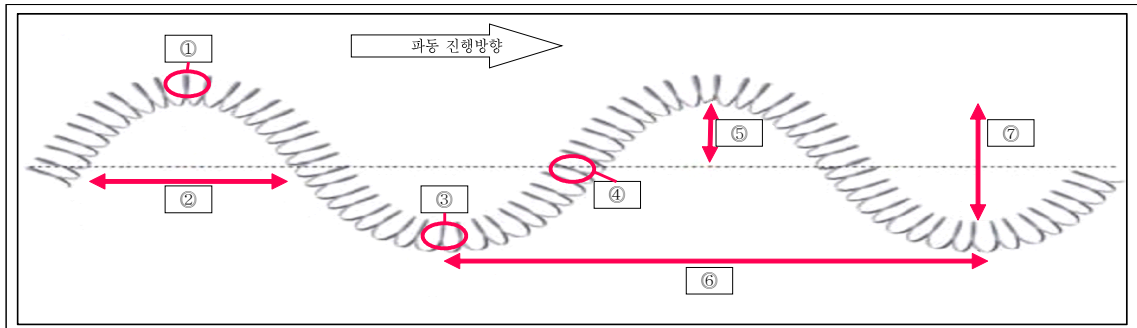
Fig. 10. Understanding, certainty and familiarity on timbre (Q10)

갖고 있는 것으로 생각하고 있다고 해석할 수 있다. 오답 확신도 평균은 1.96으로 오답에 대해 비교적 낮은 확신을 갖고 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 문항 10의 오답 원인이 지식 부족임을 말해준다. 음색 개념에 대한 친숙도는 87%로 비교적 높게 나타났다.

문항 11, 문항 12, 문항 13은 각각 파장, 골, 마루에 대해서 묻는 문항이다. 용수철 파동 그림은 지도서에서 발췌하였다. 각 문항의 정답률은 각각 72.4%, 54.5%, 65.0%로 초등 교사들은 다른 개념에 비해 파장, 골, 마루에 대해서 잘 알고 있었고, 정답 확신도 또한 세 문항 모두 중간값보다 높게 나타나, 답에 대한 확신을 가지고 있음을 보여주었다. 다만

일부 교사들은 파장을 골과 골, 마루와 마루 사이의 거리가 아닌 일부 지점이라고 생각하거나, 반대로 골과 마루를 일부 지점이 아닌 거리로 생각하고 있었다. 위 3문항의 오답 확신도 평균은 각각 2.00, 1.86, 1.84로 오답에 대한 낮은 확신을 보여주고 있었다. 따라서 문항 11~13의 오답 원인은 지식 부족에 기인하고 있음을 알 수 있다. 친숙도를 살펴보면, 파장 개념에 대한 친숙도는 92.7%로 매우 높은 수준임에 비해, 마루(69.1%)와 골(70.7%) 개념에 대한 친숙도는 상대적으로 낮게 나타났다.

총 13개 파동개념 문항의 이해도와 답에 대한 확신도를 분석한 결과를 Table 6에 나타내었다. 정답률이 50% 이상인 8개 개념의 정답에 대한 확신도



11. 위 그림에서 ‘파장’에 해당하는 곳의 번호를 고르세요.

응답지	응답수 (%) (N=123)	친숙도 (%)	정답 확신도 평균(1~4)	오답 확신도 평균(1~4)
①	9 (7.3)			
②	6 (4.9)			
③	2 (1.6)			
④	3 (2.4)	92.7	2.74	2.00
⑤	3 (2.4)			
⑥*	89 (72.4)			
⑦	11 (8.9)			

12. 위 그림에서 ‘골’에 해당하는 곳의 번호를 고르세요.

응답지	응답수 (%) (N=123)	친숙도 (%)	정답 확신도 평균(1~4)	오답 확신도 평균(1~4)
①	11 (8.9)			
②	3 (2.4)			
③*	67 (54.5)			
④	2 (1.6)	70.7	3.01	1.86
⑤	21 (17.1)			
⑥	1 (0.8)			
⑦	18 (14.6)			

13. 위 그림에서 ‘마루’에 해당하는 곳의 번호를 고르세요.

응답지	응답수 (%) (N=123)	친숙도 (%)	정답 확신도 평균(1~4)	오답 확신도 평균(1~4)
①*	80 (65.0)			
②	11 (8.9)			
③	7 (5.7)			
④	5 (4.1)	69.1	2.76	1.84
⑤	11 (8.9)			
⑥	8 (6.5)			
⑦	1 (0.8)			

Fig. 11. Understanding, certainty and familiarity on wavelength, trough and crest of wave (Q11~Q13)

를 살펴본 결과, 소리의 발생, 매질, 음색, 파장, 골, 마루의 6개 개념은 확신도가 높으므로 과학적 개념을 통해 정답을 추론한 것이라 볼 수 있으나, 소리의 속도, 소리의 반사와 투과 개념에 대해서는 답

에 대한 확신도가 낮으므로 요행으로 맞추었을 가능성을 배제할 수 없다. 정답률이 50% 이하인 5개 개념의 오답에 대한 확신도를 살펴본 결과, 소리의 세기, 소리의 높낮이, 보강 간섭과 소멸간섭의 4개

Table 6. CRI and wave concepts

	Low certainty (<2.5)	High certainty (>2.5)
Correct answer (Percentage of correct answers ≥ 50%)	Lack of knowledge (lucky guess) Velocity of sound, Reflection and transmission	Correct concept Sound generation, Medium, Timbre, Wavelength of wave, Trough of wave, Crest of wave
Wrong answer (Percentage of correct answers < 50%)	Lack of knowledge Sound strength, Sound frequency, Constructive interference, Destructive interference	Misconception Sound propagation

개념은 확신도가 낮으므로 지식의 부족으로 인하여 오답을 선택하였을 확률이 높다. 특히 보강간섭과 소멸간섭은 친숙도 또한 낮은 것으로 나타났다. 소리의 전파 개념은 확신도가 높으므로 오개념에 의하여 오답을 선택하였을 것으로 생각된다.

2. 초등교사 하위집단 간 이해도, 확신도, 친숙도 차이

파동개념 친숙도, 이해도, 확신도가 초등교사의 성별, 고교선택계열별, 교원양성기관 심화과정별, 소리 단원 지도 경험 유무, 경력별로 차이가 있는지 알아보기 위해 독립표본 *t*-검증과 일원배치 분산분석을 실시하였다. 다만 확신도의 경우, 문항 응답 원인 분석이 목적이 아니라, 집단별 차이 분석이 목

적이므로 정답 확신도와 오답 확신도를 따로 나누지 않고 전체 확신도 평균으로 통계 분석하였다.

성별에 따른 이해도, 친숙도 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다(Table 7). 다만 남성과 여성의 확신도를 비교했을 때 남성의 정답 확신도 평균이 여성보다 유의미하게 높았으며, 오답 확신도의 경우 *p*-값(*p*=.056)도 본 연구에서 설정한 유의수준에 근접했다. 이러한 결과는 남성이 여성에 비해 과잉 확신하는 경향이 더 크다는 선행연구 결과와 어느 정도 맥을 같이 한다고 볼 수 있다(Lundeborg *et al.*, 1994).

고교선택계열별로 분석한 결과(Table 8), 자연계열 출신의 교사들이 인문계열보다 친숙도, 이해도, 확신도 수준이 통계적으로 유의미하게 높은 것으

Table 7. The result of independent *t*-test between teachers by gender

Variable	M		SD		<i>t</i>	<i>p</i>
	Male (N=38)	Female (N=85)	Male (N=38)	Female (N=85)		
Understanding	43.31	46.87	19.13	20.61	- .903	.368
Certainty-Correct answer	2.81	2.45	.94	.84	2.126	.036*
Certainty-Wrong answer	2.48	2.16	.91	.80	1.930	.056
Familiarity	76.31	77.73	27.02	23.29	- .297	.767

**p*<.05

Table 8. The result of independent *t*-test between teachers by discipline taking in their high school

Variable	M		SD		<i>t</i>	<i>p</i>
	Liberal arts (N=58)	Natural sciences (N=65)	Liberal arts (N=58)	Natural sciences (N=65)		
Understanding	38.46	52.30	18.84	19.19	- 4.029	.001**
Certainty-Correct answer	2.23	2.85	.78	.88	- 4.087	.000**
Certainty-Wrong answer	1.99	2.50	.68	.91	- 3.522	.001**
Familiarity	69.49	84.26	23.00	23.64	- 3.501	.001**

***p*<.01

로 나타났다($p<.05$).

Table 9는 교원양성기관 선택심화과정에 따른 차이를 분석한 표이며, 결과는 고교선택계열별로 분석한 결과와 유사하였다. 심화과정으로 과학교육을 선택한 교사들이 다른 교사들보다 각 변인 수준이 높았으며, 그 차이도 유의미하였다($p<.05$). 이와 같은 결과는 고교 자연계열과 교원양성기관 과학교육과를 졸업한 교사들이 파동개념을 접하고 배웠을 가능성이 더 크기 때문으로 생각된다.

소리 단원 지도 경험이 있는 교사와 없는 교사 간 차이를 알아보기 위해 t -검증을 실시하였다(Table 10). 분석 결과, 소리 단원 지도 경험 유무에 따른 친숙도, 이해도 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다. 초등 교사들이 지도서 배경지식을 제대로 읽어보지 않았거나, 읽더라도 제대로 이해하지 못했기 때문에 이러한 결과가 나왔으리라 생각된다. 다만 소리 단원 지도 경험이 있는 교사들의 오답 확신도 평균이 그렇지 않은 교사들보다 더 높은 것으로 나타났으며, 그 차이는 통계적으로 유의미하였다($p<.05$). 또한, 정답 확신도 평균의 경우도 p -값($p=.052$)이 본 연구에서 설정한 유의수준에 근접했다. 하지만 이해도의 차이가 없다는 상기 연구결과에 비추어볼 때 소리 단원 지도 경험이 있는 교사

들의 이러한 높은 확신은 과잉확신으로 짐작된다.

교육경력에 따라 초등교사들을 5년 이하, 6~10년, 11년 이상으로 나눈 뒤, 통계적으로 차이가 있는지 알아보기 위해 일원배치 분산분석을 실시하였다. 분석 결과, 친숙도와 확신도는 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

종합하면, 고교선택계열별, 교원양성기관 심화과정별로 이해도, 확신도, 친숙도의 차이는 있었으나, 성별, 소리 단원 지도 경험 유무, 경력별로는 유의미한 차이가 없었다. 즉, 소리 파동 개념의 이해는 교사가 된 이후의 교수 경험보다는 교사가 되기 이전의 학습에 의해 더 많은 영향을 받음을 알 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 교과서와 교사용 지도서 배경지식에 제시된 파동개념에 대한 초등 교사들의 이해도, 확신도, 친숙도를 분석하였다. 결론은 다음과 같다.

첫째, 조사 대상인 13개 파동 개념에 대해서 정답률이 50% 이상인 것이 8개 개념으로 나타났다. 정답률이 50%에 미치지 못하는 5개 개념 중 2개, 즉 보강간섭과 소멸간섭은 친숙도도 낮고, 지식의

Table 9. The result of independent t -test between teachers by major course deepening in university

Variable	M		SD		t	p
	Science (N=34)	Non-science (N=89)	Science (N=34)	Non-science (N=89)		
Understanding	56.56	41.65	17.75	19.60	3.866	.000**
Certainty-Correct answer	3.03	2.38	.81	.85	3.866	.000**
Certainty-Wrong answer	2.65	2.11	.90	.78	3.247	.002**
Familiarity	87.78	73.29	23.73	23.56	3.043	.003**

** $p<.01$

Table 10. The result of independent t -test between teachers by teaching experience as teacher

Variable	M		SD		t	p
	Yes (N=40)	No (N=83)	Yes (N=40)	No (N=83)		
Understanding	48.65	44.39	20.85	19.82	1.098	.274
Certainty-Correct answer	2.78	2.45	.81	.91	1.959	.052
Certainty-Wrong answer	2.64	2.08	.91	.75	3.381	.001**
Familiarity	79.80	76.08	24.98	24.17	.791	.431

** $p<.01$

부족으로 인해 오답을 선택한 것이나, 나머지 3개, 즉 소리의 전파, 소리의 세기, 소리의 높낮이는 교과서에 제시된 개념으로써 교사가 반드시 알아야 하는 개념이다. 그럼에도 불구하고 소리의 전파는 ‘소리 입자’라는 오개념으로 인해, 소리의 세기와 높낮이는 지식의 부족으로 인해 정답률이 낮게 나타났다. 따라서 교사용 지도서에 설명을 추가하거나, 교사 연수 등을 통해 이 부분에 대한 교사 재교육이 반드시 행해져야 함을 알 수 있었다. 교사용 지도서에 제시된 대부분의 개념은 정답률이 50% 이상이었지만, 소리의 속도, 소리의 반사와 투과 개념은 요행으로 맞추었을 가능성이 있으므로 이 또한 지도서에 부연설명을 추가하거나, 연수 내용에 포함되어야 함을 알 수 있다.

둘째, 하위집단 변인 중 과학교육을 더 많이 받았을 가능성이 큰 자연계열, 과학교육과 출신 교사들의 이해도, 확신도, 친숙도가 그렇지 않은 교사들보다 높은 것으로 나타났다. 그에 비해 성별, 소리 단원 지도 경험 유무, 경력별로는 유의미한 차이가 없었기 때문에, 소리 파동 개념은 교사가 가르치면서 이해하기보다, 학생으로서 학습한 것에 의해 더 큰 영향을 받았다고 할 수 있다. 따라서 앞서 교사들의 이해가 부족한 것으로 드러난 개념들에 대해서 교사용 지도서에 추가적인 설명을 기재하는 것뿐만 아니라, 예비교사 교육이나 연수 등의 교사 재교육의 장을 활용하여 올바른 과학 개념을 학습할 수 있도록 돕는 것이 효과적일 것이다.

이상의 결론을 바탕으로 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 일부 교사들은 소리를 공기 입자의 진동이 아닌 소리 입자라는 물질이 존재하는 것으로 혼동하고 있었다. 이는 일부 교사들이 과학적 정신모형이라고 할 수 있는 파동모형이 아닌 실재모형과 같은 비과학적 정신모형을 갖고 있을 것이라고 예상할만한 근거라고 할 수 있다. 본 연구에서는 선다형 문항을 통해 파동개념의 이해도를 알아보았지만, 교사들이 파동개념에 대해 어떤 형태의 정신모형을 많이 갖고 있는지 좀 더 구체적으로 알기 위해서는 면담 형태로 진행되는 연구도 필요하리라 생각된다.

둘째, 파동개념 외에 현장에서 다루는 다른 과학 개념들에 대한 이해도와 확신도를 조사할 필요가 있다. 과학개념에 대한 광범위한 이해도와 확신도 조사를 통해 현직 교사들의 해당 개념에 대한 오답

원인이 지식 부족인지, 오개념인지 알 수 있으며, 이는 교원양성교육을 할 때 해당 개념을 어떠한 전략으로 가르칠 것인지를 결정할 때 시사점을 제공해 줄 수 있기 때문이다.

참고문헌

- Barnett, J. & Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education*, 85(4), 426-453.
- Caleon, I. S. & Subramaniam, R. (2010). Do students know what they know and what they don't know? using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40(3), 313-337.
- Carlsen, W. S. (1987). Why do you ask? the effects of science teacher subject-matter knowledge on teacher questioning and classroom discourse. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Washington, DC.
- Eshach, H. (2014). Development of a student-centered instrument to assess middle school students' conceptual understanding of sound. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 10(1), 10-102.
- Fazio, C., Guastella, I., Sperandio Mineo, R. M. & Tarantino, G. (2008). Modelling mechanical wave propagation: Guidelines and experimentation of a teaching-learning sequence. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1491-1530.
- Ha, M. S. & Lee, J. K. (2011). Exploring the inter-relationships among self-efficacy, the degree of certainty, and knowledge of photosynthesis in multiple-choice and open-response assessments. *Secondary Education Research*, 59(3), 617-641.
- Hashweh, M. Z. (2005). Teacher pedagogical constructions: A reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching*, 11(3), 273-292.
- 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(2), 20-114.
- Hwang, M. S. (2013). Mental model changes of pre-service physics teachers in peer instruction about propagation velocity of waves. Doctor's thesis, Korea National University of Education. Chung-Buk, South Korea.

- 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, G. S. (2011). Effects of epistemological beliefs, learning strategies and cognitive conflicts on university students' wave conceptual changes by tutorial. Doctor's thesis, Korea National University of Education. Chung-Buk, South Korea.
- Kim, H. H., Kwon, J. S. & Kim, B. K. (1994). Korean children's conception on sound. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 13(2), 107-118.
- Kim, J. B., Kim, E. T., Nam, K. H. & Kwon, S. S. (2007). Does sound wave go faster in more dense matter?. *The Korean Society for School Science*, 1(2), 51-57.
- Kim, K. D., Kim, J. N., Kim, K. S. & Han, B. R. (2007). Analysis of misconceptions about sound waves of pre-service teachers. *Sae muli*, 55, 397-408.
- Koriat, A. (2000). The feeling of knowing: Some meta-theoretical implications for consciousness and control. *Consciousness and Cognition*, 9(2), 149-171.
- Kweon, J. M., Chung, W. H. & Kim, Y. S. (2001). Teachers' perception and improvement on the elementary science teacher's guide. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 20(1), 75-89.
- Kwon, C. S. & Park, B. T. (2010). The teacher's recognition and utilization for subject of new science teacher's guide in the elementary school. *The Journal of Korea Elementary Education*, 21(2), 247-260.
- Kwon, N. J. (2007). The differences between physicists' expectations and teachers' representations about the primary physics concepts in elementary schools. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(5), 535-550.
- Lee, J. K. & Ha, M. S. (2011). Exploring the certainty of knowledge and learning experience related to pre-service teachers' knowledge about brain science. *Journal of Science Education*, 36(1), 77-86.
- Lee, K. Y. (2013). An analysis of the association between subject matter knowledge and pedagogical content knowledge for science teachers: The case of earth science teachers' lesson on atmospheric pressure. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33(6), 1219-1236.
- Lundeberg, M. A., Fox, P. W. & Punčochaf, J. (1994). Highly confident but wrong: Gender differences and similarities in confidence judgments. *Journal of Educational Psychology*, 86(1), 114.
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borke, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. *Examining Pedagogical Content Knowledge*, 95-132.
- Mandler, G. (1980). Recognizing: The judgment of previous occurrence. *Psychological Review*, 87(3), 252.
- Mbewe, S. (2012). Middle school teachers' familiarity with, interest in, performance on, and conceptual and pedagogical knowledge of light. Doctor's thesis, Southern Illinois University Carbondale. USA.
- McDermott, L. C. (2006). Preparing K-12 teachers in physics: Insights from history, experience, and research. *American Journal of Physics*, 74(9), 758-762.
- Ministry of Education and Science Technology (2009). Teacher's guidebook of 3rd grade elementary school science, 2.
- Mumba, F., Mbewe, S. & Chabalengula, V. M. (2015). Elementary school teachers' familiarity, conceptual knowledge, and interest in light. *International Journal of Science Education*, 37(2), 185-209.
- Ngo, C. T., Brown, A., Sargent, J. & Dopkins, S. (2010). Effects of conceptual processing on familiarity-based recognition. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 64(1), 67.
- NRC. (2007). Rising above the gathering storm. National Academies Press.
- Odom, A. L. & Barrow, L. H. (2007). High school biology students' knowledge and certainty about diffusion and osmosis concepts. *School Science and Mathematics*, 107(3), 94-101.
- Park, H. C. (2005). A survey of the elementary school students' concept changes on the sound through the constructivist instruction. Master's thesis, Seoul National University of Education. Seoul, South Korea.
- Pesman, H. & Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23.
- Tongchai, A., Sharma, M. D., Johnston, I. D., Arayathanitkul, K. & Soankwan, C. (2009). Developing, evaluating and demonstrating the use of a conceptual survey in mechanical waves. *International Journal of Science Education*, 31(18), 2437-2457.
- Van Driel, J. H., Verloop, N. & de Vos, W. (1998).

- Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.
- Watt, D. & Russell, T. (1990). Sound: Primary SPACE project research report. Liverpool University Press.
- West, E. & Wallin, A. (2013). Students' learning of a generalized theory of sound transmission from a teaching-learning sequence about sound, hearing and health. *International Journal of Science Education*, 35(6), 980-1011.
- Yang, E. S. (2002). Middle school students' concepts on mechanical wave before and after instruction. Master's thesis, Korea National University of Education. Chung-Buk, South Korea.