

**부력 개념에 관한  
초등학교 교사들의 이해도 조사**

**이 형 철 · 이 순 자\***

부산교육대학교 과학교육과 · \*부산 해송초등학교

**An Investigation of Elementary School Teachers' Conceptions  
on Buoyancy**

**Hyeong-Cheol Lee · Soon-Ja Lee\***

*Busan National University of Education · \*Haesong Elementary School*

**ABSTRACT**

Elementary school teachers' understandings about buoyancy were investigated through the questionnaire method. The questionnaire was composed of 4 questions on hydraulic pressure and 8 questions on buoyancy. The questions on buoyancy asked about the correlation of buoyancy with following basic concepts, density of liquid, volume of submerged object and so forth. 295 teachers on the 22 elementary schools in Busan, Yangsan and Gimhae were selected through random sampling method. The results of this study were summarized as follows:

On the correlation of the magnitude and direction of hydraulic pressure with the depth of water, a large portion of the respondents had a scientific conception. But on the correlation of hydraulic pressure with density, the relatively small portion of them appeared to have a scientific conception. The respondents, on the whole, had a scientific conception about the correlation of buoyancy with density of liquid. But they seemed to have naive conceptions about the correlation of buoyancy with the volume of a submerged object and with the depth of water, the amount of water in container and the reduced amount of water by the object from container. We found that the respondents were context dependent and tended to search for solutions for the questions of buoyancy using the concept of pressure in the water.

From above results, we suggested that in the would-be revised elementary science text book, the contents of pressure in the water should be introduced after the concept of weight in the water was gained.

## 1. 서 론

### 1. 연구의 필요성과 목적

과학에 있어서 학생들의 수업 전 개념에 관한 연구는, 19세기 말에 열, 안개, 불과 같은 자연현상에 대한 아동들의 아이디어를 조사하는 것으로 시작되어 뼈아제의 획기적인 저작물들을 포함한 수백 편의 논문들이 발표되었다. 특히 1970년대 중반부터 과학과 수학에서 학생들의 수업 전 개념에 관한 연구가 붐을 이루기 시작하여 오늘날까지 이어지고 있으며 출판된 대부분의 논문들은 다양한 과학 내용 영역에서 학생들이 가지고 있는 개념에 관한 경험적 연구들을 포함하고 있다. 1980년대 중반부터 1990년도 초반까지 새로운 교수학습 접근법에 관한 연구도 시작되어 교사들이 가지고 있는 개념, 교수와 학습에 대한 개념, 과학에 대한 개념, 교사교육에 대한 새로운 접근법에 대한 연구가 많았다. 이러한 연구들은 교사가 가지고 있는 학습론적 방법뿐만 아니라 교사의 과학내용에 관한 지식이 학생의 학습에 큰 영향을 미친다는 것을 시사하고 있으며 교사들도 과학에 대한 다양한 오개념을 가지고 있음을 밝히고 있다. (유병길, 1998)

한편, 초등학교 제 7차 과학과 교육 과정의 개정된 내용 중, 6학년 1학기의 '5. 물 속에서의 무게와 압력' 단원에서 부력의 개념이 새로이 도입된다. 학생들에게 부력의 개념을 올바르게 지도하기 위해서는 무엇보다도 교사가 올바른 개념을 갖고 있어야 한다. 그러나 부력의 개념은 현재의 6차 교육과정뿐만 아니라 제 2차 교육과정 이후 약 30여년 간 초등학교 자연교과서에서는 다루어지지 않았던 내용으로서, 교사들은 이 개념에 관한 정규적인 공부와 준비가 거의 되어 있

지 않은 실정이며 단지 일상적인 경험으로부터 부력에 관한 지식을 갖추고 있을 뿐이다. 그리고 과학의 다른 개념에 비해서 부력에 대한 연구가 비교적 없고 특히 일선 초등교사를 대상으로 한 연구는 거의 없었다. 그래서 제 7차 교육과정의 과학과 교과서에 도입되어 초등학생들에게 가르쳐지기 전에, 교사들은 부력에 대해 어떻게 개념을 파악하고 있는지 살펴볼 필요가 있다.

본 연구는 수업과 부력의 크기를 결정하는 요소들을 찾아서 이 요소들과 관련이 있어 보이는 타 요인들을 유형별로 묶거나 세분하여 조사하고 분석하였다. 그 결과를 바탕으로 응답자가 가지고 있는 비과학적 사고 유형을 찾아내어서, 올바른 과학개념을 얻기 위한 교수전략을 세울 수 있는 기초를 마련하고자 한다.

### 2. 연구 내용

본 연구에서 알아보하고자 하는 것은 초등학교 교사들의 부력에 관한 이해도이다. 연구의 목적을 달성하기 위한 구체적인 연구문제를 정리하면 다음과 같다.

#### 1. 수업에 대한 이해

- 1) 물의 깊이에 따른 압력의 크기를 이해하는가?
- 2) 물의 양에 따른 압력의 크기를 이해하는가?
- 3) 물 속에서 물체에 미치는 압력의 방향을 이해하는가?
- 4) 액체의 밀도에 관련된 압력의 크기를 이해하는가?

#### 2. 부력에 관한 이해

- 1) 물에 잠기는 물체의 모양과 부력과의 관계를 이해하는가?
- 2) 물의 깊이와 부력과의 관계를 이해하는가?
- 3) 물의 양과 부력과의 관계를 이해하는가?
- 4) 물에 잠기는 물체의 체적과 부력의 크기와 관계를 이해하는가?
- 5) 액체의 밀도와 부력과의 관계를 이해하는가?
- 6) 물체의 의하여 밀려난 물의 무게와 부력의

크기와 의 관계를 이해하는가?

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 부력과 관련된 초등학교 자연과 교육과정의 변천

교수 요목기(1946.9.)로부터 제 7차 과학과 교육 과정에 이르기까지 부력과 관련되는 단원 및 내용을 조사한 결과(이순자, 2000), 교수 요목기와 제 1차(1954.4.), 제 2차(1973.2.) 자연과 교육 과정에서는 '부력'이란 용어를 도입하여 학생들에게 지도하였으나 새로이 개정되는 제 7차 교육 과정에서는 '부력'이라는 용어를 도입하지 않고 관련 내용을 지도하도록 되어 있음을 알 수 있었고, 제 3차(1973.2.)부터 6차(1992.9.) 교육 과정까지는 부력에 관련되는 단원이 자연교과서에 포함되지 않았다.

그리고 현행 중·고등학교 과학과의 교육 내용에도 부력에 관련되는 내용은 없으며, 단지 대학 교양과목이나 일반물리의 과정에서 아르키메데스의 원리와 함께 부력에 관한 소개와 학습이 있을 뿐이다. 따라서 초등교사가 부력의 개념이나 내용을 제대로 학습할 기회는 드물었다고 볼 수 있다.

### 2. 연구방법 및 절차

초등학교 교사들이 가지고 있는 부력에 관한 개념을 분석하기 위해서 본 연구에서 사용한 연구방법 및 절차는 다음과 같다.

#### 1) 연구대상 및 표집

연구대상은 부산광역시와 양산 및 김해시에 있는 초등학교 22개교의 일선교사 295명을 대상으로 임의로 표집하였다.

#### 2) 부력에 관한 평가 개념 선정 및 조사도구 개발 절차

자료 수집에 사용된 조사도구는, 제 7차 교육 과정에 관한 교육부 고시에 따른 과학과 교육과정 해설집의 과학과 6학년 '(5)물 속에서의 무게와 압력' 단원의 내용에 준하고, 일반물리학 서

적과 부력에 관한 논문 등을 참고로 하여 대부분 연구자가 직접 개발하였다.

최초로 작성된 문항은 과학교육 전문가의 1차 검토를 받은 뒤, 검토 결과를 바탕으로 예비조사 도구를 만들고, 조사도구의 적절성을 알아보기 위해 초등교사 15명을 대상으로 예비검사를 실시했다. 그리고 예비검사 결과를 분석하여 조사 도구를 수정 및 보완하고 2차 예비검사를 실시한 뒤, 이를 바탕으로 여러 차례의 수정과 과학 교육 전문가의 확인을 거쳐서, 최종적으로 조사 도구 문항을 확정하였다.

### 3. 조사 도구의 구성과 내용

부력의 개념에 대한 초등교사들의 이해도를 알아보기 위한 조사도구는 객관식 12문항으로 이루어져 있으며 각 문항의 답에 대해서 이유를 서술하는 식으로 되어 있다. 조사도구의 주요 내용과 구성은 <표 1>에 제시되어 있다.

### 4. 연구 결과의 처리 및 분석 방법

응답은 Vosniadou(1989)의 방법에 의하여 과학적 사고, 비과학적 사고로 분류하였으며, 비슷한 유형의 응답을 묶고 퍼센트(%)화해서 제시하였다. 과학적 사고는 과학자가 가지는 과학적 개념을 지니는 경우이고 비과학적 사고는 과학적 개념에 위배된 사고를 하는 경우이다. 서술한 내용 중 비과학적 사고로 처리된 것은 내용이 유사한 것을 묶어서 빈도가 높은 순으로 배열하였다. 응답자가 질문지에 응답을 하면서 개념의 교정이 이루어져 평소에 가지고 있던 개념으로 응답을 하는 것이 아니라 교정된 개념으로 응답을 하게 될 가능성을 고려하여, 질문지를 내용의 순으로 하지 않고 연구자가 의도적으로 문항을 분산시킨 것도 있다.

<표 1>부력 개념 조사도구의 내용과 구성

구분	문항의 관련 내용	번호	문항의 유형
수압에 대한 이해	물의 깊이	1	선다형 + 이유 서술형
	물의 양	5	
	압력의 방향	2	
	액체의 밀도	4	
부력에 대한 이해	물에 잠기는 물체의 모양	6	이유 서술형
	물의 깊이	7	
	물의 양	8	
	물에 잠기는 물체의 체적	11	
	액체의 밀도	9,10	
	물체에 의하여 밀려난 물의 무게	3,12	

번호	이유	응답자 수(%)	비고
(5)	수면으로부터의 깊이가 같기 때문에.	162(54.9)	과학적 사고
(2)	수면의 넓이가 넓어 수압 받는 면적이 넓다.	102(34.6)	
(3)	금붕어가 헤엄칠 수 있는 꽃병의 밑면이 넓으므로.	12(4.1)	비과학적 사고
(1)	물의 양이 가장 적으므로.	10(3.3)	
(4)	꽃병의 길이가 가장 길기 때문에.	9(3.1)	

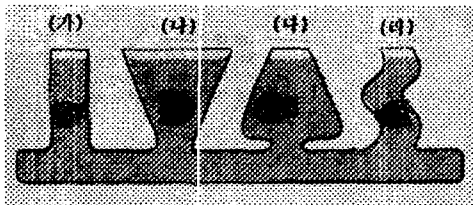
### III. 연구 결과 및 분석

다음은 질문지의 문항을 내용별로 묶어 적고 각각에 대해서 분석한 결과를 서술한다.

#### 1. 수압에 대한 이해

##### 1) 물의 깊이와 수압의 크기와의 관계

[문항 1] 다음 그림에서 연결된 꽃병들의 수면의 높이는 모두 같습니다. 각 꽃병 안에 있는 물고기들이 수면으로부터 같은 깊이에서 헤엄을치고 있다면, 어느 꽃병에 있는 물고기가 수압을 가장 크게 받겠습니까?



- (1)가 (2)나 (3)다 (4)라  
(5)모든 금붕어는 같은 수압을 받는다.

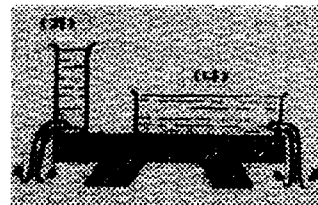
[문항 1]에 대한 응답률과 응답에 대한 이유 서술 내용을 <표 2>에 나타내었다.

<표 2> [문항 1]에 대한 응답 분석 결과표

물의 깊이에 따른 수압의 크기에 대한 응답 유형은, '일정한 깊이에서 수압은 같은 크기로 받는다.'라는 과학적 사고를 지닌 응답자들이 54.9%, '수면의 넓이(꽃병 입구)가 넓으면 수압을 크게 받는다.', '금붕어가 헤엄칠 수 있는 꽃병의 밑면이 넓으므로.', '물의 양이 가장 적으므로.', '꽃병의 길이가 가장 길기 때문에.' 등과 같은 비과학적 사고유형을 지닌 응답률은 모두 45.1%이었다. '수면의 넓이(꽃병 입구)가 넓으면 수압을 크게 받는다.'고 한 응답자가 비교적 많은 것은 수면의 넓이가 넓으면 물고기 위의 물의 양이 많게 되어 무게가 더 무거워질 것이라는 사고의 결과로 보여지며, 이것은 무게와 압력의 개념을 혼동하였기 때문에 비롯된 것으로 생각된다.

##### 2) 물의 양과 수압의 크기와의 관계

[문항 5] 오른쪽 그림과 같이 모양이 다른 두 비커에 물이 가득 차 있습니다. 두 비커의 바닥 근처에 같은 높이로 똑같은 구멍을 내는 순간, 어느 쪽의 물줄기가 더 멀리 나아갈겠습니까?



- (1)가 (2)나 (3) 둘 다 같은 거리만큼 나간다.

[문항 5]에 대한 응답률과 응답에 대한 이유 서술 내용을 <표 3>에 나타내었다.

<표 3> [문항 5]에 대한 응답 결과표

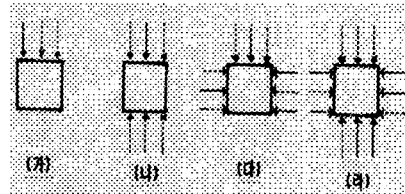
번호	이유	응답자 수(%)	비고
(1)	수면의 높이가 높아서 수압이 더 크다.	213(72.2)	과학적 사고
(2)	물의 양이 많은 쪽이 수압이 더 크다.	46(15.6)	비과학적
	공기 압력을 받는 부분이 넓기 때문에.	20(6.8)	
(3)	물이 새어 나오는 구멍의 높이가 같기 때문에.	16(5.4)	사고

‘수면의 높이가 높아서 수압이 더 크다.’는 과학적 사고 유형을 지닌 응답률은 72.2%이다. 비과학적 사고유형을 지닌 응답 중에서 ‘물의 양이 많은 쪽이 수압이 더 크다.’라는 답은 앞과 마찬가지로 무게와 압력의 개념 혼란에서 비롯된 것이라 보여지고, ‘공기 압력을 받는 부분이 넓기 때문에.’라는 응답은 압력과 면적의 곱이 힘의 차원이 됨을 인식하고 답을 한 것 같으나 이것 역시 힘과 압력의 개념 혼돈에서 나온 것이라 할 수 있다. 이런 잘못된 개념의 형성에는 압력(壓力)이라는 용어가 힘의 차원을 의미하는 듯이 보여지는 것도 한 몫을 하고 있다고 사료된다. ‘물이 새어 나오는 구멍의 높이가 같기 때문에’라는 응답은 높이가 같으면 중력 위치에너지가 같을 것이라는 사고에서 나온 응답인 것 같다.

또한 [문항 1]과 [문항 5]는 수압은 물의 깊이에만 의존한다는 원칙이 모두 적용되는 문항이므로 사실상 같은 개념을 묻는 것이다. 하지만 [문항 1]의 정답자는 54.9%이고, [문항 5]의 정답자는 72.2%으로서 두 문항의 정답률의 차이가 17%정도의 차이가 있으며, 두 문항을 모두 정확히 답한 응답자는 전체 응답자의 39.8%이었다. 같은 개념을 묻는 문항들임에도 불구하고 질문의 방법에 따라 다른 응답을 하는 응답자가 많은 것은, 물의 깊이에 따른 수압의 변화에 대한 적절한 사고가 확립되어 있지 않기 때문이라 생각한다.

3) 물 속에서 물체에 미치는 수압의 방향 [문항 2] 어떤 물체가 비커의 물 속에 잠겨 있습

니다. 물체에 작용하는 수압의 방향을 바르게 표시한 것은 어느 것입니까?



(1) 가 (2) 나 (3) 다 (4) 라

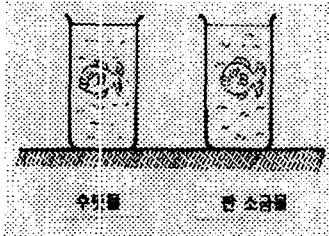
[문항 2]에 대한 응답률을 <표 4>에 나타내었다. 물 속에서 물체에 미치는 압력의 방향에 대한 교사들의 응답유형은 ‘압력은 모든 방향에서 받는다’라는 과학적 사고유형을 지닌 응답률은 80.7%이고 ‘수압이란 위에서만 누르는 압력이다.’, ‘위와 아래에서 작용한다.’등과 같은 비과학적 사고유형을 지닌 응답률은 모두 19.3% 이었다. 이 문항이 높은 정답률을 보인 것은 교사들이 자연교과서 5학년 1학기의 ‘공기’의 단원에서 ‘기체의 압력은 모든 방향에서 받는다’라는 관련된 내용을 지도한 경험이나 학습한 경험이 있기 때문인 것으로 생각되고 이것을 수압에 바르게 적용하고 있다고 분석하였다. ‘수압이란 위에서 누르는 압력이다.’의 응답은 무게(중력)의 방향에서 유추한 결과로 보여진다.

<표 4> [문항 2]에 대한 응답 결과표

번호	이유	응답자 수(%)	비고
(4)	압력은 모든 방향에서 받는다.	238(80.7)	과학적 사고
(1)	수압이란 위에서만 누르는 압력이다.	26(9.8)	비과학적
(2)	위와 아래에서 작용한다.	23(7.8)	
(3)	아래에서 위로는 작용하지 않는다.	8(1.7)	사고

4) 액체의 밀도와 압력의 크기와의 관계

[문항 4] 모양과 크기가 같은 두 비커의 한 쪽에는 수돗물이, 다른 한 쪽에는 짙은 소금물이 같은 양만큼 들어 있습니다. 두 비커의 수면으로부터 같은 깊이에서 물고기가 헤엄치고 있을 때, 어느 비커의 물고기가 수압을 더 받았습니까?



(1) 수돗물 (2) 짠 소금물 (3) 두 물고기는 같은 수압을 받는다.

[문항 4]에 대한 응답률을 <표 5>에 나타내었다. 액체의 밀도에 관련된 수압의 크기에 관한 교사들의 응답은 '소금물의 밀도가 크기 때문에 바닷물에서 수압이 더 크다' 라는 과학적 사고 유형을 지닌 응답률은 32.9%이고, '소금물의 부력이 커지므로 수압을 감소시키기 때문에', '물의 종류는 상관없다.', '물고기에 같은 물의 양으로 작용했으므로'와 같은 비과학적 사고유형을 지닌 응답률은 모두 67.1%나 되었다. '소금물의 부력이 커지므로 수압을 감소시킨다.'라는 응답이 정답보다 더 많이 나온 것은 응답자들의 일상생활 경험에서 '바닷물에서 부력을 더 많이 받아 몸이 잘 뜬다'는 사실을 인식하고 '소금물의 부력 즉 떠올리는 힘이 더 커지므로 누르는 힘(?)인 수압이 약해진다'고 사고한 결과로 보여진다. 이는 앞의 [문항 2]에서의 높은 정답률을 무색하게 하는 결과로서, 부력이라는 것을 '액체에 의한 떠올리는 힘'으로 인식하면서 동시에 압력이란 '아래 방향으로 작용하는 힘'이라는 상대적인 사고가 유발되어 나온다는 것은 앞서 지적한 바와 같이 압력이라는 개념에 대해서 적절한 사고가 확립되어 있지 않아 상황이 달라지면 사고를 달리할 수 있음을 보여주는 단적인 예라 할 수 있다.

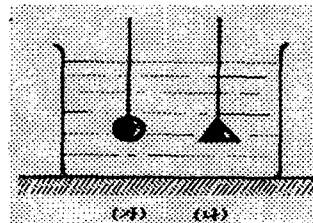
<표 5> [문항 4]에 대한 응답 결과표

번호	이 유	응답자 수(%)	비고
(2)	소금물의 밀도가 크기 때문에 바닷물에서 수압이 큼.	97(32.9)	과학적 사고
(1)	소금물의 부력이 커지므로 수압을 감소시킨다.	122(41.4)	
(3)	물의 종류는 상관없다. 수압은 같은데 농도가 달라서 물체가 소금물에 뜬다. 물고기에 같은 물의 양으로 작용했으므로.	76(25.7)	비과학적 사고

2. 부력에 대한 이해

1) 부력의 크기와 물에 잠기는 물체의 모양과의 관계

[문항 6] 다음의 그림에서, (가)의 구와 (나)의 원뿔은 체적이 같습니다. 이 두 물체를 매달아서 물이 담긴 비커 속에 같은 깊이가 되도록 넣었습니다. 각 물체가 받는 부력은 어느 쪽이 크다고 생각하십니까?



(1) (가)쪽이 크다. (2) (나)쪽이 크다. (3) 똑같다.

[문항 6]은 같은 크기의 물체라도 모양이 다를 때, 각 물체가 받는 부력의 크기가 어떻게 달라지는가를 묻는 문제이다. 이에 대한 응답의 결과를 <표 6>에 나타내었다. '모양과 관계없이 체적이 같으므로 받는 부력의 크기가 똑같다.'라는 과학적 사고유형을 지닌 응답률은 41.4%이었고, '세모형의 밑면이 넓기 때문에 받는 부력이 크다.'는 43.1%로서 정답보다 더 높은 비율을 차지했다.

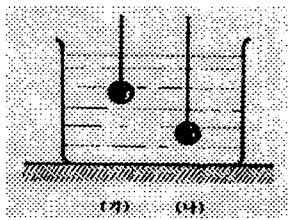
<표 6> [문항 6]에 대한 응답 결과표

번호	이유	응답자 수(%)	비고
(3)	모양과 관계없이 체적이 같으므로	122(41.4)	과학적 사고
(2)	세모형의 밑면이 넓기 때문에	127(43.1)	
(1)	구가 다른 도형보다도 표면적이 넓어 수압을 많이 받기 때문에 수압은 사방에서 받으므로 구가 더 크다.	46(15.5)	비과학적 사고

이것은 응답자들이 부력은 밑에서 위로 떠올리는 힘이라는 것에 집착하여 밑면이 더 커 보이는 원뿔형의 물체가 부력을 더 크게 받는 것이라 생각한 것 같다. 그리고 '구(球)가 다른 도형보다도 닿는 표면적이 넓어 수압을 많이 받기 때문에'라는 서술은 같은 체적일 경우 구가 가장 표면적이 작다는 사실을 착각한 것 같다. 이러한 결과들은 응답자들이 과학의 기본 개념에 대해 깊게 사고하기보다는 직관적인 판단력에 의존하여 응답한 것에서 비롯된 것으로 생각된다.

3) 부력의 크기와 물의 깊이와의 관계

[문항 7] 두 개의 똑같은 쇠 구를 오른쪽과 같이 물이 담긴 비커에 각기 다른 높이로 넣었습니다. 각 쇠 구가 받는 부력의 크기는 어느 쪽이 더 크겠습니까?



(1) (가)쪽이 크다. (2) (나)쪽이 크다.

(3) 부력의 크기는 똑 같다.

[문항 7]은 같은 물체라 할지라도 물 속의 깊이에 따라 받는 부력의 크기가 어떻게 달라지는가를 묻는 문항이다. 물체에 작용하는 부력은 체적에만 관계하므로 물의 깊이에 관계없이 물체가 받는 부력의 크기는 같다. 이에 대한 응답들을 <표 7>에 나타내었다. 정답을 선택한 응답률

은 32.8%이고 그 이유는 대부분이 '같은 크기이므로 받는 부력의 크기는 같다.'라고 쓰고 있다. '깊은 곳의 수압이 크기 때문에', '수압이 세면 부력도 비례하여 세기 때문에' (나)쪽이 부력을 더 많이 받는다고 생각한 응답자는 41.4%로 정답을 선택한 응답자들보다 더 많았다. 이것은 수압과 부력의 관계를 잘못 사고하는 대표적인 예로서 수압을 하향력으로 부력을 상향력으로 대비시켜서, 깊은 곳에서는 수압이 크므로 물체에 작용하는 부력도 커야 물체의 위치가 유지된다고 생각한 결과이다. '물체 아래쪽의 물의 양이 많으므로.' (가)쪽이 부력을 더 많이 받는다는 응답도 25.8%로서 많은 비율을 차지하고 있는데 이런 응답은 물체 아래의 물의 양과 부력의 크기를 연결한 사고이다. '받는 수압이 작으므로.'라는 서술은 수압을 작게 받으면 상대적으로 부력을 많이 받을 것이라 사고한 것으로 수압과 부력을 상대적으로 대소가 결정되는 같은 차원의 물리량으로 생각한 결과라 할 수 있다.

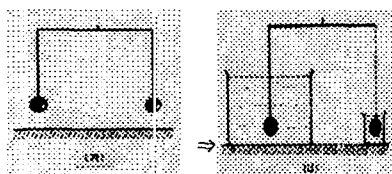
위의 질문에서 답을 선택하고 이유를 서술한 내용을 살펴볼 때 흥미로운 것은 부력의 크기 여부를 묻는 문항에서 응답자들이 거의 압력과 관련을 시켜서 응답의 이유를 적고 있다는 것이다. 궁극적으로 부력의 크기가 물체가 받는 압력과 관계가 있는 것은 사실이지만, 힘은 압력과 면적이 곱해진 차원의 물리량이라 엄연히 두 물리량은 차원이 다름에도 불구하고 부력을 상향력이라고 인식하고 압력을 하향력으로 대비시키는 잘못된 직관을 적용한 것으로 판단된다. 본 질문지의 경우는 초반부가 수압과 관련된 문항들이라 후반부의 물 속에서의 부력의 크기를 묻는 문항에서도 응답자들이 비교적 친숙해진 수압의 개념과 관련시켜 사고하는 것 같으며 이러한 응답 유형은 이후로도 계속되어진다.

<표 7> [문항 7]에 대한 응답 결과표

번호	이	유	응답자 수(%)	비고
(3)	같은 크기이므로.		97(32.8)	과학적 사고
(2)	깊은 곳의 수압이 크기 때문에. 수압이 세면 부력도 비례하여 세기 때문에.		122(41.4)	비과학적 사고
(1)	물체 아래쪽의 팔의 양이 많으므로, 받는 수압이 적으므로.		76(25.8)	비과학적 사고

4) 부력의 크기와 물의 양과의 관계

[문항 8] 똑같은 두 개의 쇠 구슬 (가)그림과 같이 막대기에 균형을 맞추어 매단 후, (나)그림과 같이 물이 많이 들어있는 큰 수조와 물이 적게 들어있는 작은 비커에 조심스럽게 담근다면 막대기는 어느 쪽으로 기울까요?



- (1) 수조 (2) 비커
- (3) 어느 쪽으로도 기울지 않는다.

[문항 8]은 물의 양이 부력을 이해하는 데 어떤 영향을 미치는가를 알아보는 문항이다. 이에 대한 응답률을 <표 3>에 나타내었다. '쇠 구슬이 밀어내는 물의 양이 같기 때문에 어느 쪽으로도 기울어지지 않는다'라는 과학적 사고유형을 가진 응답률은 38.0%이고, '물의 양이 적으면 받는 부력이 작으므로 비커에 있는 쇠구슬 쪽으로 기울다'는 33.9%, '수조의 물의 양이 많아 압력이 커져서 상대적으로 부력이 작아지기 때문에 수조에 있는 쇠구슬 쪽으로 기울다.'는 28.1%이었다. 이 문항도 총 오답률이 62.0%로서 큰 비율을 보이고 있다. 응답자 중의 약 34%가 물의 양의 많고 적음에 부력이 영향을 받는 것으로 사고하여 '물의 양이 많을수록 부력이 크다'고 인식하고 있었다. '수조 쪽의 물의 양이 많아서 압력이 커져서 상대적으로 부력이 작아지기 때문에.'는 단순히 물의 양과 수압을 관련시킨 것인지 수조에 담겨있는 쇠구슬이 비커에 담겨져 있는 것보다

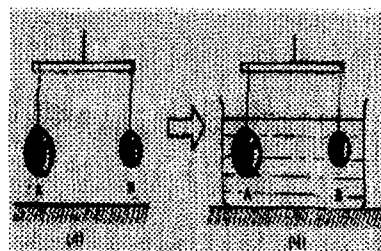
상대적으로 수면이하로 더 깊은 곳에 위치하고 있는 그림으로부터 판단하여 수압이 더 크다고 답을 한 것인지는 알 수 없으나 수압을 많이 받으면 부력이 약해진다는 즉, 수압과 부력을 같은 차원의 대비되는 개념으로 혼돈하여 두 물리량의 관계를 생각한 것임에는 틀림없는 것 같다.

<표 8> [문항 8]에 대한 응답 결과표

번호	이	유	응답자 수(%)	비고
(3)	쇠 구슬이 밀어내는 물의 양이 같기 때문에.		112(38.0)	과학적 사고
(2)	물의 양이 적으면 부력도 작다.		100(33.9)	비과학적 사고
(1)	수조 쪽의 물의 양이 많아 압력이 커져서, 상대적으로 부력이 작아지기 때문에.		83(28.1)	비과학적 사고

5) 부력의 크기와 물에 잠기는 물체의 체적과의 관계

[문항 11] 두 물체 A와 B는 같은 무게이지만 부피는 A가 B보다 조금 더 큼니다. 두 물체를 (가)그림과 같이 막대기에 균형을 맞추어 매단 후, (나)그림과 같이 물이 많이 들어있는 큰 수조에 담근다면 막대기는 어느 쪽으로 기울까요?



- (1) A (2) B (3) 어느 쪽으로도 기울지 않는다.

[문항 11]에 대한 응답률과 이유 서술내용을 아래의 <표 9>에 나타내었다. 물체가 물 속에 잠겨있을 때 부력과 물체의 체적과의 관계에 대한 응답은 '부피만큼의 물의 무게의 크기로 부력을 받으므로'라는 과학적 사고 유형을 지닌 응답률은 35.6%이었다. (1)을 답한 응답 중에서 'B가 부피가 작아 부력을 적게 받으므로 A쪽으로 기울다'라는 응답은 사고는 정확히 했으나 결과적으로 발생하는 일에 대해서 착오가 있었던 것



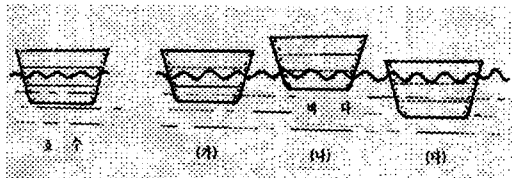
같다. 'A가 받는 압력의 면적이 넓어서 A쪽으로 기운다'는 압력의 방향을 아래로 생각한 결과이고, (3)를 답한 응답자들은 대부분 물 속에서의 높이가 동일하므로 같은 수압을 받게되어 어느 쪽으로도 기울어지지 않게 된다는 사고를 한 것으로 보인다. 이러한 이유 서술 내용들로부터도 응답자들이 부력의 개념으로 해결해야하는 상황에서 압력의 개념을 적용하여 문제를 해결하려는 경향이 많음을 확인할 수 있었다.

<표 9> [문항 11]에 대한 응답 결과표

번호	이	유	응답자 수(%)	비고
(2)	부피만큼의 물의 무게의 크기로 부력을 받으니까.		105(35.6)	과학적 사고
(1)	B가 부피가 작아 부력을 적게 받으므로		22(7.5)	비과학적 사고
	A가 압력 받는 면적이 넓어서. A가 무거우니까.		85(28.8)	
(3)	무게가 같고, 사방에서 작용하는 수압이 같아서, 기압을 받는 비율이 같기 때문에, 부피와는 상관없이 같은 높이이므로.		83(28.1)	과학적 사고

6)부력의 크기와 액체의 밀도와의 관계

[문항 9] 아래의 그림과 같이 호수 위에 작은 배가 한 척 떠 있습니다. 만약 이 배를 오른쪽 그림과 같이 잔잔한 바다 위에 띄워 놓는다면 배가 수면 위로 뜨는 정도는 어떻게 변할까요?



- (1) (가): 똑 같다. (2) (나): 약간 떠오르게 된다.
- (3) (다): 배가 조금 더 가라앉아서 뜬다.

[문항 9]에 대한 응답률을 <표 10>에 나타내었다. 액체의 밀도가 커지게 되면 그 위에 떠 있는 물체의 액체 속에 잠기게 되는 체적이 작아지는 것을 파악하고 있는지 묻는 문항이다. '소금물인

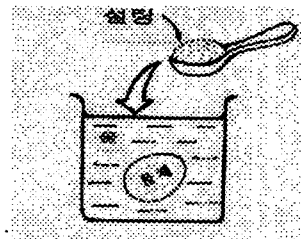
바닷물의 밀도가 커서 배가 약간 떠오르게 된다.'라는 과학적 사고유형을 지닌 응답이 85.4%로서 높은

정답률을 보이는 것은 응답자들이 민물보다 바다에서 몸이 잘 뜬다는 일상의 경험을 활용하여 답을 구하였기 때문이라 생각한다.

<표 10> [문항 9]에 대한 응답 결과표

번호	이	유	응답자 수(%)	비고
(2)	바닷물의 밀도가 커서. 부피와 무게 관계 때문에.		252(85.4)	과학적 사고
(1)	깊이가 같아서, 바다에서 부력이 더 크기 때문에, 배의 부피 비는 일정하기 때문에.		35(11.9)	비과학적 사고
(3)	바닷물은 무겁기 때문에.		8(2.7)	

[문항 10] 오른쪽 그림과 같이 비커에 담긴 물속에 달걀 모양의 물체가 잠겨 있습니다. 물 안에 설탕을 점점 많이 녹이게 되면 이 물체는 어떻게 될까요?



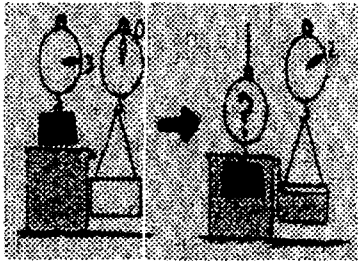
- (1) 떠오르게 된다. (2) 그대로 있을 것이다.
- (3) 더 가라 앉는다.

[문항 10]에 대한 응답률을 <표 11>에 나타내었다. 액체의 밀도가 커지게 되면 같은 체적이 작용되는 부력의 세기가 더 커짐을 파악하고 있는지 묻는 문항이다. 이에 대한 응답은 '밀도가 커지니까 (부력이 더 세어지므로) 물체가 떠오르게 된다'라는 과학적 사고유형을 지닌 응답률은 77.3%였고, '설탕물의 농도는 (부력과) 상관없으므로 그대로 있을 것이다.'는 13.9%이었다. 이것은 바닷물에서 몸이 잘 뜨는 주된 요인을 액체의 밀도로 해석하지 않고 소금이라는 물질에 그 이유가 두고 생각하여 소금이 아닌 설탕이라는 다른 물질로 대치가 되면 부력의 크기에는 아무

런 영향을 미치지 못할 것으로 판단한 것 같다.  
 <표 11> [문항 10]에 대한 응답 결과표

번호	이유	응답자 수(%)	비고
(1)	밀도가 커지니까.	228(77.3)	과학적 사고
(2)	설탕물의 농도는 상관없다.	41(13.9)	비과학적 사고
(3)	설탕입자가 차지하는 부피 때문에.	26(8.8)	비과학적 사고

6)물체에 의하여 밀려나는 물의 무게와 부력과의 관계  
 [문항 3] 어떤 벽들의 무게가 공기 중에서 약 3kg입니다. 이 벽들을 물이 가득 담긴 비커에 넣었을 때 2kg의 물이 넘쳐흘렀습니다. 이때, 물에 잠겨있는 벽들의 무게는 얼마일까요?



(1) 1kg (2) 2kg (3) 3kg

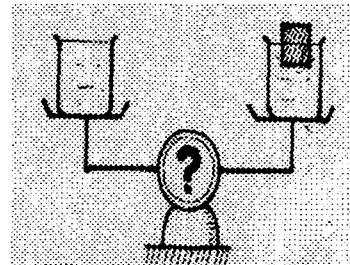
[문항 3]은 물체가 물 속에 잠겨있을 때, 물체에 의하여 밀려난 물의 무게와 부력과의 관계에 대하여 묻는 문항으로서 응답결과는 <표 12>에 나타내었다. '흘러나간 물의 무게만큼 벽들이 가벼워졌기 때문에', '물체의 부피만큼의 물의 무게만큼 부력을 받기 때문'이라는 과학적 사고 유형을 지닌 응답률은 61.8%이었다. (2)번을 선택한 '부력의 작용만큼 무게가 가벼워지기 때문에'는 바른 사고를 하고도 답을 오답으로 한 경우인데, 응답자가 질문의 의도를 부력의 크기를 구하라는 것으로 착각을 했을지도 모른다는 추측을 해본다. '부력에 의해 물이 넘치나 무게는 변함이 없기 때문에'라는 이유로 (3)의 답을 선택한 응답자는 용수철 저울에 나타나는 눈금은 중력과 부력의 상호작용의 결과라는 사실을 생각하지 못한 것 같다. 그리고 이 문항의 정답률이 높은

것은 아르키메데스의 목욕탕 일화를 통한 부력의 원리를 응답자들이 잘 이해하고 있기 때문이라 생각한다.

<표 12> [문항 3]에 대한 응답 결과표

번호	이유	응답자 수(%)	비고
(1)	물의 무게만큼 벽들이 가벼워졌기 때문에, 물체의 부피만큼의 물의 무게만큼 부력을 받기 때문.	182(61.8)	과학적 사고
(2)	부력의 작용만큼 무게가 가벼워지기 때문에.	37(12.4)	비과학적 사고
(3)	부력에 의해 물이 넘치나 무게는 변함이 없기 때문.	76(25.8)	비과학적 사고

[문항 12] 오른쪽 그림과 같이 물을 가득 채운 비커가 천칭의 왼쪽 접시 위에 놓여있습니다. 오른쪽 접시 위에는 물이 차 있는 똑같은 비커가 놓여 있는데 그 안에는 나무토막이 떠 있습니다. 천칭은 어느 쪽으로 기울게 될까요?



- (1) 물만 있는 비커 쪽으로 천칭이 기울다.
- (2) 나무토막이 떠 있는 비커 쪽으로 천칭이 기울다.
- (3) 천칭은 어느 쪽으로도 기울지 않고, 평형 상태를 유지한다.

[문항 12]는 물체가 떠 있는 경우, 물체에 의하여 밀려난 물의 무게와 부력과의 관계에 대하여 묻는 문항으로서 응답 결과는 <표 13>에 나타내었다.

<표 13> [문항 12]에 대한 응답 결과표

번호	이유	응답자 수(%)	비고
(3)	나무토막의 무게만큼 물이 줄어들었기 때문에.	98(33.2)	과학적 사고
(2)	나무토막의 무게가 있기 때문에. 공기중의 압력이 작용하는 면적이 넓기 때문에.	178(60.3)	비과학적
(1)	벽돌의 무게만큼 물이 미치지 부력이 없기 때문에.	19 (6.5)	사고

‘나무토막의 무게만큼 물이 줄어들었기 때문에 천칭이 어느 쪽으로도 기울지 않는다’라는 과학적 사고 유형을 지닌 응답률은 33.2%, 그리고 ‘나무토막의 무게가 있기 때문에’등의 이유로 60.3%의 오답률을 보였다. 앞의 [문항 3]은 유사한 질문임에도 불구하고 정답률이 매우 높은 반면 [문항 12]는 정답률이 매우 낮다. [문항 3]은 물체가 완전히 물 속에 잠겨있으며 물체의 무게는 물체가 받는 부력과 물체가 매달려있는 줄의 장력의 합이라 요구되는 답은 바로 줄의 장력의 값으로서 물체가 받는 부력보다 물체의 무게가 더 큰 경우이고, [문항 12]는 물체의 무게와 물체가 받는 부력의 크기가 같은 상황이다. 생각하기에 따라서는 [문항 12]의 상황이 비교적 간단해서 정답을 구하기가 더 쉬웠을 것 같은데 이렇게 높은 오답률을 보인 것은 물체의 무게만큼 물이 넘쳐흘렀음에도 불구하고 수면 위로 돌출해 있는 나무토막의 부피에 더 집중을 한 결과라고 생각한다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 초등학교 교사들의 부력에 관한 이해도를 알아보기 위하여 수압과 부력의 크기를 결정하는 요소를 구분하여 조사도구를 만들어서, 부산, 양산과 김해시에 근무하는 295명의 교사들을 대상으로 조사하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

압력과 관련된 요소들 중에서는 물의 깊이에 따른 수압의 크기, 수압의 방향 등에서는 높은 정답률을 보였으나 액체밀도 변화에 따른 압력

의 크기와 관련하여서는 정답률이 낮았다. 부력과 관련한 요소들 중에서는 액체밀도의 변화와 관련해서는 높은 정답률을, 물의 깊이, 물의 양, 물에 잠기는 물체의 체적, 물체에 의하여 밀려나는 물의 무게 등에 대해서는 평균이하의 낮은 정답률을 보였다. 그리고 흥미로운 것은 ‘바닷물에서 몸이 더 잘 뜬다’는 일상적인 경험은, 부력의 개념을 묻는 문항에서는 높은 정답률을, 압력의 개념을 묻는 문항에서는 오히려 낮은 정답률을 유도하였다.

질문지의 전체적인 정답률은 약 54%정도로서, 평소 응답자들이 가지고 있는 수압과 부력에 관한 지식이 상당히 불완전함을 알 수 있었다. 분야별로 보면, 수압에 관한 분야 4문항에서는 정답률이 약 60%로서 수압의 크기에 영향을 주는 요소들에 대해서는 어느 정도 잘 이해하고 있었고, 부력에 관한 분야 8문항에서는 정답률이 평균 약 51%이었으나 바닷물과 아르키메데스의 일화와 관련된 3문항을 제외하면 대부분 40% 내외의 낮은 정답률을 보여, 현재의 초등교사들에게 부력은 아직 준비되어 있지 않은 개념이라 할 수 있겠다. 압력보다는 부력의 상황이 조금 더 복잡하고 복합적인 사고를 요구하기 때문에 정답을 쉽게 찾을 수 없다는 이유도 있지만, 응답자들은 수압에 적용한 원리를 그대로 부력에도 적용하고 있었으며 지속적으로 수압의 개념의 의존하여 부력의 문항에 응답함을 알 수 있었는데 이것도 낮은 정답률의 한가지 원인이 될 수 있다고 사료된다. 또한 응답자들은 ‘부력이란 압력이 물체에 작용한 결과로서 나오는 힘’임을 인식하지 못하고 부력과 압력을 같은 차원의 물리량으로 착각하여 두 물리량의 상호 가감의 결과로서 해답을 찾는 경향도 발견할 수 있었다.

교사들의 비과학적 사고는 곧 아동의 학습 지도에 지대한 영향을 미친다. 따라서 교사들의 이러한 비과학적 사고를 과학적 사고로 전환하기 위한 전략을 수립하는 것이 매우 중요하다. 본 연구의 결과를 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 부력에 관한 내용의 구성은 어떤 순서성을 가져야 하는가?

자연과 연수나 일반 연수 과정에서 부력에 관한 교사연수를 실시할 경우, 본 질문지의 내용 구성과 같이 부력에 관한 교육 내용의 구성이 '물의 압력'에 관한 내용을 학습한 후 '물에 의한 부력'을 다루게 된다면, '수압과 마찬가지로 부력은 수심이 깊을수록 크다'와 같은 잘못된 사고가 형성될 가능성이 있다. 이와 같은 오류를 범하지 않기 위해서는 교사들의 일반 연수나 자연과 연수과정의 교육내용의 구성에 있어서 '물 속에서의 무게' 단원을 먼저 학습하고 난 뒤에 '물 속의 압력' 단원을 지도하는 순서성을 가져야 하겠다. 과학학의 학습 내용이 되는 각 개념이 어떤 개념 구조 안에 놓여 있는가 하는 것은 개념 형성의 관점에서 볼 때 극히 중요한 문제이다.

둘째, 사고의 상황의존성과 학습내용 구성은 부력의 이해와 어떻게 연관시켜야 할까?

개별의 내용이나 개념에 대해서 이해를 잘 하고 있더라도 조금만 상황이 달라지면 전혀 별개의 현상으로서 사고하는 경우는 어떻게 교정하여야 하는가? 본 질문지에서도 같은 개념을 묻는 것임에도 불구하고 상황이 달라지면 정답률이 약 30-40%의 차이가 있었다. 적절한 개념의 형성과 확립을 위해서는 같은 개념이나 내용이 포함된 사례를 지도서나 참고서를 활용하여 많이 학습하도록 하는 것이 사고의 상황의존성을 극복하는 가장 중요한 방법으로 생각한다.

8. 국민학교 자연 6학년 교과서(1965) 105-110
9. 교육부(1998). 초등학교 교육과정 해설(Ⅱ). 65-70
10. 교육부(1998). 초등학교 교육과정 해설(Ⅳ). 99-154
11. 이순자(2000). 부력에 관한 초등학교 교사들의 이해도 조사. 부산교육대학교 석사학위논문.
12. Paul G. Hewitt(1994). 수학 없는 물리. 에드텍. 199-211
13. 채동현·백은미(1997). 초등학교 학생들의 기압에 대한 개념 조사. 한국과학교육학회지
14. Vosniadou, S.(1989). Knowledge Acquisition in Observational Astronomy(Technical report No. 468). (ERIC Document Processing Service No. ED 316-408)
15. Y.I. 페렐만(1994). 생활 속의 물리학. 이성과 현실. 121-167
16. 황도근(1995). 입체로 읽는 물리. 자작나무. 95-195
17. 쓰즈키 다쿠치(1990). 즐기면서 배우는 물리학 산책. 팬더 북. 149-165
18. 堀哲夫(1994). 理科 教育學とは 何か. 東洋館 出版社. 46-94

( 2000년 4월 접수 )

### 참 고 문 헌

1. 유병길(1998). 과학교육의 현 동향. 부산교육대학교 과학교육 교과 세미나.
2. 국민학교 자연 1학년 교과서(1958). 28-31
3. 국민학교 자연 2학년 교과서(1958) 52-55
4. 국민학교 자연 6학년 교과서(1958) 141-144
5. 국민학교 자연 1학년 교과서(1965) 32-35
6. 국민학교 자연 2학년 교과서(1965) 40-45
7. 국민학교 자연부도 2학년(1965) 54-60