

# ‘전형적 인식상황(TPS)’ 분석을 통한 6학년 학생들의 힘의 작용에 관한 생각 조사

정용재<sup>†</sup> · 송진웅

(서울탑동초등학교)<sup>†</sup> · (서울대학교)

## Investigating 6th Grade Students' Ideas about the Action of Force through an Analysis of their 'Typically-Perceived-Situation (TPS)'

Jung, Yong-Jae<sup>†</sup> · Song, Jinwoong

(Seoul Top-Dong Elementary School)<sup>†</sup> · (Seoul National University)

### ABSTRACT

For effective conceptual teaching (or learning) of physics, it needs to know more information about students' ideas related to specific topics. The purpose of this study was to investigate 6th grade students' various ideas about the actions of force, especially 'the situation where force is being acted', and 'the situation where force is not being acted', through the analysis of their 'Typically-Perceived-Situation (TPS)'. The TPSs of 152 6th grade students were collected with a drawing-and-explanation type questionnaire, and their TPSs about the action of force were categorized by the background, the subject, the object, the action, and the result of action, etc. It was found that most of students' ideas about 'force is being acted' were related to the situation where the impact by or on human body caused to the change of position in familiar everyday life scene. Thus their ideas were strong related to human body, including sensual factors such as 'pain'. And it also was found that most of students' ideas about 'force is not being acted' were in a strong relation to familiar everyday life situations there is no change of position because force was not given by a human body, or energy was not supplied. Most students thought that force is similar to energy which should be supplied from outside or generated by itself. These results suggest that the teaching strategies focused on familiar everyday life background including sensual factors and human body need to be explored in conceptual learning of physics.

**Key words :** Typically-Perceived-Situation, TPS, ideas about the actions of force, 6th grade students

### I. 서 론

전통적인 교수학습 방법으로는 학생들의 개념변화가 쉽게 일어나지 않음이 많은 연구자들에 의해 지적되어 왔다(Hashweh, 1986). 어떤 경우에는 자신의 생각과 반대되는 사례를 무시하거나 회피함으로써(Driver *et al.*, 1985; Duit, 1991; Wandersee *et al.*, 1994), 어떤 경우에는 경험에 근거를 둔 직관적인 사고로 일관함으로써(Hashweh, 1986; Stepan, 1991) 학생들은 자신의 생각을 고수한다. 예를 들어, Kuhn *et al.*(1988)은 학생들이 자신의 생각과 불일치하는 증거를 접할 때, 불일치하는 증거를 무시하거나 왜곡

함으로써 자신의 생각과 일치하게 해석하는 경향이 있음을 밝힌바 있다.

이러한 난점을 극복하기 위해 여러 가지 방안들이 제안되어져 왔는데, 학생의 선개념과 불일치하는 적절한 변칙사례의 제공이 그 중 하나이다. Strike & Posner(1982 & 1985)는 기존에 갖고 있던 선개념으로는 설명되지 않거나 해결되지 않는 변칙사례에 접하게 될 때, 해결을 위해 제안된 새로운 개념의 이해 가능성과 그럴듯함, 유용성이 고려되어 개념변화가 일어날 수 있다고 주장한 바 있다. 특히 적절한 변칙 사례의 제공이 이러한 조건을 만족하는 데 있어서 중요한데, “역사적으로 타당한 것보다는 학생이 이해

할 만해서 갈등이 일어날 수 있는 것을 선택하는 것이 필요”(Strike & Posner, 1982, p. 239)하다. 문제는 ‘학생이 이해할 만해서 갈등이 일어날 수 있는’ 사례를 어떻게 선택하여 제시할 수 있는가이다.

한편, 변칙사례 제공과 이에 따른 인지갈등에 의해 개념변화가 급진적으로 일어나기를 기대하는 관점을 비판하면서, 점진적인 변화 방안을 제시하는 연구자들도 많이 있다(Caravita & Hallden, 1994; Vosniadou et al., 2001; 박종원, 2003). 이들은 대체적으로 선개념의 폐기를 전제로 하는 조절보다는 정교성과 정합성의 증진을 강조하고, 주어진 상황과의 관계 맺음을 강조한다. 그리고 변칙사례 뿐만 아니라 학생의 생각을 강화시켜줄 수 있는 실례의 제공도 중시한다(Caravita & Hallden, 1994). 즉, 학생들의 개념은 주어진 상황과 관계 맺으면서 실례 및 반례와 반복적인 대면 속에서 점차 세련되어져 간다는 것이다. 그러나 이러한 관점 속에도 여전히 학생의 점진적인 변화를 유발할 수 있는 적절한 사례나 상황을 어떻게 선택하여 제시할 수 있는가 하는 문제는 남는다.

위 두 가지 방안 중 어느 쪽에 주목하던지 간에, 학생의 생각에 대한 파악과 이를 고려한 적절한 사례 혹은 상황의 제시가 중요하다는 것은 분명해 보인다. 그리고 이를 해결하기 위해서는 적어도 다음과 같은 것들이 선행되어야 할 것이다. 첫째, 학생들의 개념과 관련해 가능한 한 풍부한 정보를 얻는 것이 필요하다. 개념은 다른 수많은 개념과의 관계 속에서 의미 지어지며(Pines, 1985), 보기(exemplar)와 인상, 과거 경험과 같은 여러 개념 생태 요소 간 상호 경쟁 속에서 진화한다(Strike & Posner, 1985). 학생의 개념이 단독적으로 파악되기 보다는 그 개념과 관련하여 학생이 가지고 있는 다양한 생각이 함께 파악되어야 불일치 사례를 무시하거나 왜곡하게 되는데 영향을 미치는 요소들을 함께 고려할 수 있다.

둘째, 학생들의 직관적이고 습관적인 생각을 파악하는 것이 필요하다. 선개념들은 경험과의 상호작용 속에서 지속적인 사용을 통해 강화되는데(Hashweh, 1986), 이렇게 형성된 개념은 직관적이고(Andersson, 1986), 그 사용은 자동적이며 무의식적인 수준에서 일어난다(Newell & Simon, 1972; Andersson, 1986). 또, 학생들은 경험에 의해 형성된 파편화되고 직관적인 원형에 의해서 사고한다(diSessa, 1993). 따라서 학생들에게 적절한 변칙사례나 실례는 적어도 학생들의 초기 판단에 기여하게 되는 선개념, 즉 그들의 직

관적이고 습관적인 생각이 고려되어야 할 것이다.

셋째, 학생들의 개념과 관련된 상황이 함께 파악될 필요가 있다. 학생들의 개념은 상황에 의존적이다(Dreyfus & Jungwirth, 1980). 학생이 처해 있는 사회문화적 상황에 의존하기도 하고(Mori et al., 1974), 주어진 문제의 내용(Driver et al., 1985)에 의존하기도 한다. 따라서 적절한 변칙사례나 실례는 특정 상황 속에서 제시되어야 하며, 특정 상황 속에서 갖는 그 의미의 판단은 다시 학생들의 선개념이 어떤 상황과 관계되어서 형성되어 있는가에 영향을 받을 것이다. 학생들은 새로운 상황들을 자신이 알고 있거나 인식하고 있는 어떤 것으로 그려봄으로서 그 상황을 이해하려고 하기 때문이다(Driver, 1988). 따라서 적절한 변칙사례나 실례의 제공을 위해서는 학생들의 직관적인 생각을 포함하여 가능한 한 풍부한 정보를 상황과 함께 파악하는 것이 필요하다.

학생의 개념 파악에는 정의와 특성을 쓰게 하는 방법, 개념도를 그리게 하는 방법, 주어진 보기에서 선택 한 후 설명하게 하는 방법 등을 비롯해서, 여러 방법들이 사용되고 있지만(박종원, 2001), 본 연구에서는 ‘전형적 인식상황(TPS: Typically-Perceived-Situation)’을 분석하는 방법을 사용하였다. TPS는 ‘사물, 감정, 개념, 상황 등과 같은 어떤 대상에 대해서 혹은 그와 관련해서 생각할 때 즉시적이고 자동적으로 떠오르는 상황’을 말하는데, 앞서 언급한 세 가지 선행되어야 할 점들을 고려할 때, 학생의 개념을 파악하는 한 방법으로서 비교적 적합하다고 할 수 있다. TPS는 학생들의 직관적이고 습관적인 생각을 반영하고 있으며, 특정한 개념과 관련지어 떠올리는 구체적인 상황에 대한 정보를 포함하여 학생들의 생각에 관한 풍부한 정보를 제공해 줄 수 있기 때문이다(Jung & Song, in press).

한편, 힘의 작용에 관한 개념은 물리 분야에서 가장 기초적인 개념 중 하나로서, 이미 많은 연구들에서 조사된 바 있다(예를 들어, 김익균, 1989; Bliss et al., 1989; Twigger et al., 1994). 최근에는 국내에서 7, 8, 9학년 및 과학고 학생들 총 3943명을 대상으로 한 대규모 조사(김익균, 2004)가 이루어지기도 하였다. 그러나 적어도 국내 연구에서는 학생들이 생각하는 구체적인 상황이나 직관적인 생각이 포함된 정보 제시가 거의 없다. 즉, 학생들에게 힘의 작용과 관련된 적절한 변칙사례나 실례를 제공하고자 할 때, 학생들이 어떤 상황을 힘이 작용하고 있는 상황이라고, 혹

은 힘이 작용하고 있지 않은 상황이라고 직관적으로 생각하는지에 대해 구체적인 정보를 제시하는 연구를 찾아보기 쉽지 않다. 따라서 TPS 분석을 통해 학생들의 생각을 상황과 관련지어 좀더 풍부하게 파악하는 것이 필요하다.

힘의 작용에 관련된 내용은 3학년의 '자석놀이', 4학년의 '수평잡기', '용수철 늘이기', 5학년의 '물체의 속력', 6학년의 '물속에서의 무게와 압력', '편리한 도구' 등에서 현상 위주로 다루어지고 있다(교육부, 1997). 그리고 힘에 대한 명확한 정의와 힘의 작용에 관한 상세한 내용은 7학년 '힘' 단원에서 본격적으로 다루고 있다. 6학년 학생들은 본격적으로 힘의 작용에 관해 학습하기 바로 전 해의 학생들이다. 따라서 6학년 학생들의 생각은 당해연도의 학습은 물론, 7학년에서 이뤄지는 본격적인 학습을 위해 적절한 방안을 탐색하는 데에도 시사하는 바가 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 힘의 작용에 관한 6학년 학생들의 TPS를 조사하고, 그 분석을 통해 힘의 작용에 관한 학생들의 생각을 상황과 관련지어 조사하였다.

## II. 연구 방법

본 연구는 서울에 소재한 한 초등학교의 6학년 학생 152명을 대상으로 실시하였다. 학생들의 힘의 작용에 관한 생각은 두 가지로 나뉘어 조사되었는데, 하나는 '힘이 작용함'에 관한 생각이고, 또 하나는 '힘이 작용하지 않음'에 관한 생각이다. TPS 조사 도구는 연구자들이 개발한 것으로 주어진 상황과 관련하여 가장 먼저 떠오른 상황을 그림으로 나타내고 설명을 덧붙이도록 구성하였다(부록 참조). 다음은 조사 도구에서 제시된 구체적인 질문이다.

'물체에 힘이 작용하고 있다'라는 말을 들었을 때, 가장 먼저 떠오른 상황은?

'물체에 힘이 작용하고 있지 않다'라는 말을 들었을 때, 가장 먼저 떠오른 상황은?

학생들에게 먼저 그림을 그리게 한 후 그렇게 생각하는 이유를 쓰게 하였다. 그리고 이를 다시 하위 단위 별로 나누어 쓰게 하였다. 하위 단위란 TPS를 이루고 있는 보다 기본적인 하위 수준의 구성 요소를 말한다. 본 연구에서는 하위 단위를 일반적인 육

하원칙 요소와 힘의 작용에 있어 인과 관계를 결정짓는 데 필요한 요소를 가감하여 설정하였다. 힘이 작용하는 상황인 경우에는 '배경', '작용주체', '작용대상', '작용', '작용결과' 등을 하위 단위로 설정하였다. 예를 들어, "실험실에서 사람이 역학수레를 밀어서 움직이게 되는 상황"이라면, 실험실이라는 '배경'에서 사람이라는 '작용주체'가 역학수레라는 '작용대상'에게 밀기라는 '작용'을 가해 미끄러져 간다(위치가 바뀐다)라는 '작용결과'를 초래한 상황으로 볼 수 있다. 힘이 작용하지 않는 상황인 경우에는 '작용하지 않는다'라는 특성 때문에, '작용주체'는 '원인제공자'로, '작용'은 '원인'으로, '작용결과'는 '결과'로 대체하여 설정하였다.

한편, TPS가 어떤 대상이나 주제에 관해 생각할 때 즉시적이고 자동적으로 떠오르는 상황임을 고려할 때, 학생들에게 가능한 빠르게 응답하도록 할 필요가 있다. 또, 학생의 자위적인 응답을 유발할 소지가 있는 부담을 최소화할 필요가 있다. 본 연구에서는, 조사의 결과가 학생들의 성적과는 전혀 관련이 없음을 설명하고, 옳고 그름에 상관없이 순간적으로 가장 먼저 떠오른 것을 응답하도록 충분히 숙지시킨 후 조사를 실시하였다. 또, 엄격히 시간제한을 두지는 않았지만, 연구자가 응답 시간을 재고 있음을 알려주고 대상 학생들 간의 경쟁을 유발시킴으로써 가능한 빨리 응답 할 수 있도록 유도하였다.

TPS의 분석은 조사지에 응답한 학생들의 응답을 하위 단위 별로 유형화하는 방법을 사용하였다. 유형화는 학생들의 응답에서 공통적인 요소를 뽑아 수행하였는데, 이때 응답 내용을 가급적 구체적이고 충실하게 기술하기 위하여 유형 명칭도 가능한 한 구체적이고 일상적인 용어로 진술하였다. 예를 들어, 작용대상으로 축구공을 응답한 경우, '운동기구'나 '놀이기구' 유형과 구분지어 '공과 같은 것'이라는 유형으로 분류하였다. 이러한 분류는 축구공이 운동기구나 놀이기구로 분류될 수 있음에도 불구하고, 응답 학생의 생각과 관련된 구체적인 정보를 가급적 그 특징을 살려 충실하게 표현하기 위해 시도된 것이었다. 이와 비슷하게 '상자 같은 것'과 '학용품', '고무줄 같은 것' 등도 구분지어 분류하였다. 전체 152명의 응답자 중 불성실한 응답을 제외하고, 힘이 작용하는 상황의 경우에는 130명, 힘이 작용하지 않는 상황의 경우에는 120명의 응답을 분석하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. '힘이 작용함'에 대한 생각

각 학생들의 TPS는 전체적인 장면 및 배경, 작용 주체, 작용대상, 작용, 작용결과 등의 하위 단위 별로 몇 가지 유형으로 분류될 수 있었다. 그리고 작용의 원천으로서 힘에 대한 생각도 몇 가지 유형으로 분류될 수 있었다.

표 1은 학생들의 TPS를 전체적인 장면으로 분류한 결과이다. 조사 대상 학생들의 TPS는 '매 등으로 야단맞거나 싸우는 장면(13.1%)'이 가장 많았다. '장난감으로, 혹은 놀이공원에서 놀이하는 것과 관련된 장면(11.5%)', '움직이면서 운동하는 장면(10.8)', '전기제품의 사용과 관련된 장면(9.2%)', '제자리에서 물체를 누르거나 늘이는 장면(9.2%)' 순으로 응답하였다.

'힘이 작용한다'는 상황을 떠올릴 때 폭력적인 장

면을 가장 많이 떠올리고 있다는 것은 6학년 학생들이 자신의 신체에 감각적인 변화를 가져오는 것으로 힘을 생각하고 있음을 보여주는 것으로서, 힘의 작용에 관한 기존의 오개념 연구 결과들(김익균, 2004)에서는 잘 드러나지 않았던 결과이다. 이는 또, 6학년 학생들에게 있어 힘은 물리학적 의미와 함께 나에게 피해나 아픔을 주는 것이라는 정서적인 의미도 함께 가지고 있음을 보여 준다. 한편 40명의 교육대 학생들을 대상으로 한 연구(정용재와 송진웅, in press)에서 20%의 빈도를 보였던 '자동차와 같은 수레가 움직이는 장면'은 7.7%에 지나지 않았다. 이와 같은 차이는 TPS와 학생의 생각이 연령별로 다를 수 있음을 보여준다.

표 2는 TPS를 배경에 따라 분류한 결과이다. 배경 유형은 크게 실험실 배경, 일상생활 배경, 자연환경 배경으로 나눌 수 있었는데, 이중 일상생활 배경의

표 1. 힘이 작용하고 있는 상황에 대한 TPS 유형(장면 유형)

유형	빈도(%)	예
매 등으로 야단맞거나 싸우는 장면	13.1	엄마가 아이에게 회초리를 들고 있고 아이가 우는 장면
장난감으로, 혹은 놀이공원에서 놀이하는 것과 관련된 장면	11.5	풍차와 같은 놀이기구가 돌아가고 있는 장면
움직이면서 운동하는 장면	10.8	골대에 공을 차 넣는 장면
전기제품의 사용과 관련된 장면	9.2	코드가 뽑힌 선풍기가 돌아가는 장면
제자리에서 물체를 누르거나 늘이는 장면	9.2	양손으로 고무줄을 당기고 있는 장면
자동차와 같은 수레가 움직이는 장면	7.7	자동차가 움직이는 장면
음식이나 먹기와 관련된 장면	6.9	밥 먹는 장면(밥과 수저 등장)
제자리에서 물체를 드는 장면	6.2	굴 박스를 드는 장면
물체를 밀거나 끌어당겨서 움직이는 장면(수레 제외)	5.4	나무도막에 용수철을 걸어 당겨 움직이는 장면
자연현상과 관련된 장면	5.4	폭포가 떨어지는 장면
물체가 날아가는 장면	3.8	비행기가 사람을 태우고 나는 장면
물체가 가만히 있거나 버티는 장면	3.1	사람이 의자를 밀려는데 밀리지 않는 장면
글씨를 쓰거나 지우는 장면	3.1	종이에 연필로 글 쓰고 있는 장면
기타	4.6	수많은 방울이 터지는 장면

표 2. 힘이 작용하고 있는 상황에 대한 TPS 유형(배경유형)

유형	빈도(%)	예	
실험실	2.3	과학실에서 나무도막에 용수철을 걸어 당기니 움직이는 장면	
일상생활	신변일상	66.9	방에서 배개를 양손으로 누르는 장면
	운동일상	16.1	운동장에서 공을 발로 차는 장면
	상상일상	7.7	아이스크림이 먹히기 싫어 반항하는 장면
자연환경	지구환경	4.6	꽃밭에서 말이 움직이는 장면
	우주환경	1.5	우주에서 우주선이 불을 내며 날고 있는 장면
기타	0.8	수많은 방울이 터지는 장면	

표 3. 힘이 작용하고 있는 상황에 대한 TPS 유형(작용주체 유형)

유형	빈도(%)	예	
신체	신체(직)	46.9	손이 지점토에 힘을 가하므로 모양이 변한다.
	신체(간)	15.4	아빠가 시동을 걸어서
인공물	13.1	자석은 쇠를 붙게 하는 능력이 있어서	
자연물	6.2	바람에 의해 풍차가 돌아가는 장면	
에너지	18.5	코드가 꼽힌 선풍기가 돌아가는 장면	

빈도가 전체의 90.7%로 압도적으로 많았다. 반면 실험실 배경의 빈도는 2.3%로 매우 낮음을 볼 수 있다. 이는 6학년 학생들이 힘이 작용을 거의 모든 학생이 일상생활과 관련지어 생각하고 있음을 보여준다. 일상생활 배경은 다시 신변일상 배경과 운동일상 배경, 상상일상 배경으로 나뉘어 질수 있었는데, 신변일상 배경(66.9%)이 월등히 많았다. 이는 학생들이 힘의 작용을 특히 신변잡기적인 주변의 일상과 매우 밀접하게 관련짓고 있음을 보여준다.

한편, 장면 유형과 배경 유형을 종합해 볼 때, 선호되는 상황과 그 선택 이유에 관한 기존 연구(최정숙, 1994; Choi & Song, 1996)와는 다소 다른 결과를 보여준다. 최정숙(1994)의 연구에 따르면, 개념에 따라 다소 차이가 있기는 하지만 전체적으로 학생들은 스포츠, 전쟁무기, 일상생활, 생물체, 자연현상, 실험실 상황의 순으로 선호하고 있었다. 그러나 본 연구의 대상 학생들의 TPS는 일상생활과 관련된 것이 압도적이었다. 또, 최정숙(1994)의 연구에서 중간 이상의 선호도를 보였던 전쟁무기 상황을 본 연구에서는 찾아볼 수 없었다. 이러한 차이는 주어진 항목에서 선택하게 한 기존 연구의 조사 방법과 본 연구의 조사 방법 차이에 기인하는 바가 있을 것이다. 본 연구에서 조사 방법으로 선택한 TPS의 특성상(Jung & Song, in press), 잦은 경험 속에서 안정화 되어 있는 상황이 떠올랐기 때문에 호기심에 의해 '재미'를 느껴 선호하게 되는 것과는 다소 다른 결과가 나온 것으로 볼 수 있다. 더불어, 대상 학생의 연령과 학습 경험의 차이에도 기인하는 바가 있을 것이다. 정규 수업에서 힘의 작용과 관련된 실험을 경험해온 교육대학생들의 응답(정용재와 송진웅, in press)과 아직 실험을 경험하지 못한 초등학생의 응답에서 실험실 배경의 빈도가 32.5%와 2.3%로 큰 차이가 나는 것은 한편으로는 자연스러워 보인다.

표 3은 TPS를 작용주체 유형에 따라 분류한 결과이다. 크게 신체, 인공물, 자연물, 에너지로 분류되었

고, 신체는 다시 신체가 힘을 작용하는 '신체(직)' 유형, 신체가 간접적으로 힘을 작용하는 '신체(간)' 유형으로 분류되었다.

대상 학생들의 경우, 작용주체는 신체(62.3%)가 월등히 많았으며, 특히 신체가 직접 힘을 작용하는 경우(46.9)가 많았다. 이는 많은 초등학생들이 힘의 작용을 사람이 직접 힘을 주는 상황과 관련지어 생각하고 있음을 보여준다. 한편, 힘의 작용 주체를 '에너지'로 하는 TPS가 18.5% 이었는데, 이는 학생들이 힘을 에너지와 혼동하고 있으며 외부에서 공급되어지는 것으로 생각하고 있음을 보여준다.

표 4. 힘이 작용하고 있는 상황에 대한 TPS 유형(작용대상 유형)

유형	빈도(%)	예
신체	21.5	나, 엉덩이, 사람
가전	8.5	선풍기, 전구, 컴퓨터
수레 같은 것	8.5	승용차, 버스, 전동차
공 같은 것	6.9	축구공, 야구공
운동기구	6.9	역기, 아령, 샌드백
놀이기구	6.9	장난감, 로봇, 인형
자연물	6.9	말, 돌, 물
고무줄이나 풍선 같은 것	4.6	고무줄, 풍선, 봉지
학용품	4.6	연필, 지우개, 지점토
상자 같은 것	4.6	굴 박스, 상자, 사각기둥
주방용품	3.8	가스렌지, 수저
병 같은 것	3.8	병, 페트병, 캔
자석(쇠)	2.3	자석, 쇠붙이
비행기 같은 것	2.3	비행기, 우주선
주사기	1.5	주사기
기타	6.2	도시, 물방울

표 4는 작용대상 유형에 따라 분류한 것이다. 분류한 결과, 신체(21.5%)가 가장 많았다. 이 역시 초등학생들이 힘의 작용을 사람의 신체와 깊게 관련지어

생각하고 있음을 보여준다. 가전(8.5%), 수레 같은 것(8.5%), 공 같은 것(6.9%), 운동기구(6.9%), 놀이기구(6.9%), 자연물(6.9%) 등이 비교적 높은 빈도를 보였다. 이러한 대상들은 역시 일상생활 속에서 쉽게 접할 수 있는 대상들이었다. 한편 '수레 같은 것'과 '공 같은 것'이 비교적 높은 빈도를 보이는 것은 힘의 작용과 관련하여 가장 먼저 떠오르는 물체에 대한 교육대학생들의 응답에서도 각각 20.0%, 17.5%를 보였다(정용재와 송진웅, in press). 이는 힘의 작용과 관련하여 '수레와 같은 것'이나 '공 같은 것'이 비교적 연령에 상관없이 학생들이 가장 전형적으로 생각하는 대상 물체임을 시사하고 있다.

표 5. 힘이 작용하고 있는 상황에 대한 TPS 유형(작용 유형)

유형	빈도(%)	예
충격	24.6	때리기, 차기
공급	23.1	전기가 공급되어서, 사람의 힘이 들어가서
밀거나 끌어당기기	9.2	돌 밀기, 줄 당기기
누르거나 늘리기	8.5	상자 누르기, 고무줄 당기기
흔채	6.9	폭파
스위치	6.2	리모콘 작동시키기, 시동걸기
들기	5.4	역기 들기, 아령 들기
버티기	3.8	사람이 밀어도 의자가 버틴다.
불기	3.1	풍선 불기
돌리기	3.1	놀이기구가 사람을 태우고 돌아가는 장면
기타	5.4	방울이 터지는 것

표 5는 작용 유형에 따라 분류한 결과이다. 분류한 결과, '때리기', '차기' 등의 충격(24.6%) 유형이 가장 많았는데, 주로 신체가 직접 관여된 경우였다. 두 번째로 많은 유형은 '전기가 공급되어서', '사람의 힘이 들어가서' 등의 공급(23.1%) 유형이었다. 공급 유형은 6학년 학생들이 힘을 외부에서 공급될 수 있는 어떤 것으로 생각하고 있음을 보여준다. 힘이 외부에서 공급될 수 있다는 생각은 학생들이 힘을 이동이 가능한 일종의 실체로 보고 있음을 보여준다. 이 밖에 밀거나 끌어당기기(9.2%), 누르거나 밀기(8.5%) 등의 사람의 신체와 관련된 작용이 비교적 많았다.

표 6은 결과 유형에 따라 분류한 결과이다. '움직임 변화 관련(43.8%)', '상태 변화 관련(27.7%)', '모양 변화 관련(14.7%)' 순으로 많았다. 이는 초등학생들이 힘이 작용하면 결과가 움직임의 변화가 생긴다고 생각하는 경우가 많음을 보여준다. 흥미로운 것은 힘이 작용한 전형적인 결과로 모양의 변화 보다는 소리나 색깔, 느낌 등의 상태변화를 더 많이 떠올린다는 것이다. 예를 들어, '맞아서 아프다'와 같은 경우도 힘이 작용한 결과로 보고 있었다.

한 가지 흥미로운 것은, 움직임 변화와 관련하여 전혀 움직임이 없는 '버터낸다'도 힘의 작용으로 생각하고 있는 경우가 3.8% 있었다는 것이다. 의자를 들려고 하는데 의자가 버텨서 안 들리고 있는 상황이 그 한 예이다. 이는 물체가 외부의 힘에 버티기 위해서는 스스로 힘을 내어야 한다는, 다소 물활론적인 관점의 생각을 가지고 있는 것으로 볼 수 있다.

한편, TPS의 분석을 통해 학생들이 생각하는 '작

표 6. 힘이 작용하고 있는 상황에 대한 TPS 유형(작용결과 유형)

유형	빈도(%)	예	
움직임 변화 관련	날아간다	11.5	비행기가, 축구공이 날아간다
	돌아간다	10.0	선풍기가 돌아간다
	흔채	10.0	폭발한다
	굴러서 간다	7.7	자동차가 간다
	미끄러져간다	5.4	돌을 끌었더니 끌려온다
	버터낸다	3.8	의자가 버텨서 안 들린다
	기운다	3.1	핀치 기계가 넘어간다
	올라간다	2.3	들었다
모양 변화 관련	14.7	페트병이 눌린다. 고무줄이 늘어난다	
상태 변화 관련	27.7	빛이 난다. 끓는다. 아프다.(소리, 색깔, 느낌 등의 변화)	
기타	3.8		

표 7. 힘이 작용하고 있는 상황에 대한 TPS 유형(작용의 원천 유형)

유형	빈도(%)	예
자신 에너지 발휘	35.4	물체가 힘이 있기 때문에 사람을 태우고 날 수 있다. 자동차를 밀어도 안 움직이는 장면
에너지 외부 에너지 공급	31.5	고무줄을 잡아당겨서 고무줄 안으로 힘이 들어간다. 전기가 전구에 넣어지면 빛이 나기 때문
저장 에너지 발휘	4.6	공을 차서 공의 힘으로 날아가서
외부 힘	28.5	손이 지점토에 힘을 가하므로 모양이 변한다 물체에 힘을 가하면 평 소리가 나니까

용의 원천'이 파악될 수 있었는데(표 7 참조), 이는 힘이 작용하는 상황과 관련하여 학생들이 가지고 있는 힘 자체에 대한 생각을 보여준다. 물체에 힘이 작용하는 상황에서, 작용을 유발하는 원천으로 학생들이 떠올린 것은 크게 '에너지'와 '외부 힘'으로 분류되었다. 이중 '에너지' 유형에 해당하는 경우가 71.5%로 훨씬 많았다. 이들은 '에너지와 비슷한 어떤 것이 공급(31.5%)'되거나, '스스로 에너지를 만들어 발휘(35.4%)'하거나, '저장해 두었던 에너지를 소비하면서 발휘(4.6%)'하는 TPS에서 드러났다. 이는 많은 학생들이 힘을 '에너지와 같은 것'으로 생각하고 있음을 보여준다. 힘을 에너지와 혼동하고 있고, 공급되거나 만들어질 수 있다고 보는 이러한 학생들의 생각은 기존의 연구들(Bliss *et al.*, 1989; Solomon, 1992; 권성기, 2004)에서도 나타난다.

2. '힘이 작용하지 않음'에 관한 생각

각 학생들의 TPS는 전체적인 장면 및 배경, 원인 제공자, 대상, 원인, 결과 등의 하위 단위 별로 몇 가지 유형으로 분류될 수 있었다.

표 8은 전체 장면 유형에 따라 TPS를 분류한 것

이다. 물체가 원래부터 가만히 있는 장면(26.7%)이 가장 많았고, 물체에 줄 힘을 안줘서 변화가 없는 장면(24.2%), 사람이 잠을 자거나 아무 일도 안하는 장면(15.8%) 등이 비교적 많았다. 이들은 모두 움직임이나 변화가 없는 상황이다. 즉, 학생들은 물체에 움직임이나 변화가 없으면 그 물체에 힘이 작용하지 않는 것으로 생각하고 있는 것이다. 그런데, 움직임이나 변화가 없는 상황도 약간씩 그 의미가 차이가 있었다. 예를 들어, 원래부터 움직이지 않는 상황과 원래는 움직이는 것인데 줄 힘을 주지 않아서 움직이지 않고 있는 상황은 힘을 작용하는 주체의 존재를 고려하느냐, 또 고려한다면 누구(무엇)라고 생각하느냐에 따라 다소 차이가 있다. 전자는 힘의 작용 주체가 고려되지 않고 있는 경우이다. 반면에 후자는 작용 주체가 있으며, 그 작용 주체가 쥐야할 힘을 주고 있지 않는 경우이다. 후자와 같은 생각은 힘을 안줘서 변화가 생기는 장면(11.7%), 사람이 잠을 자거나 아무 일도 안하는 장면(15.8%)에서도 드러난다. 두 상황 모두 힘을 작용하는 주체를 언급하고 있으며, 이 주체가 힘을 작용하고 있지 않는 상황을 힘이 작용하고 있지 않는 상황으로 보고 있다. 이는 학생

표 8. 힘이 작용하고 있지 않는 상황에 대한 TPS 유형(장면 유형)

유형	빈도(%)	예
물체가 원래부터 가만히 있는 장면	26.7	학교가 가만히 서 있는 장면
물체에 줄 힘을 안줘서 변화가 없는 장면	24.2	선풍기가 안돌아가고 있는 장면 상자가 놓여 있고 손이 떨어져 있는 장면
사람이 잠을 자거나 아무 일도 안하는 장면	15.8	누워서 잠자는 장면 엄마가 앉아서 TV보고 있는 장면
힘이 약하거나 없어서 움직이지/버티지 못하는 장면	12.5	자동차가 구덩이에 빠져 움직이지 못하는 장면 건물과 전봇대가 무너지는 장면
물체에 주던 힘을 안줘서 변화가 생기는 장면	11.7	야단맞다가 멈춰진 장면 비행기가 날다가 추락하는 장면
힘을 주어도 물체에 변화가 없는 장면	6.7	무거운 역기가 놓여져 있는 장면 괴물이 핵폭탄을 맞아도 끄덕 없는 장면
무중력 상태에서 벌어지는 장면	1.7	우주비행사가 떠 있는 장면
기타	0.8	바람이 부는 장면(자기가 알아서 가기 때문)

표 9. 힘이 작용하고 있지 않은 상황에 대한 TPS 유형(배경유형)

유형	빈도(%)	예
실험실	2.5	과학실(양팔저울이 수평을 이루고 있는 장면)
일상생활	78.3	집, 놀이공원(책상, 치킨)
	5.8	운동장(축구공이 가만히 놓여 있는 장면)
	6.7	비행기가 날다가 추락하는 장면
자연환경	5.0	잔잔한 바닷물
	1.7	우주
기타	0.8	수많은 방울이 터지는 장면

들이 힘이 작용하고 있지 않음을 생각할 때 상황의 전체를 보지 못하고 주체에 국한해서 판단하는 경향이 있음을 보여준다.

또 한 가지 흥미로운 것은 힘이 약하거나 없어서 움직이지/버티지 못하는 장면(12.5%), 물체에 주던 힘을 안줘서 변화가 생기는 장면(11.7%)을 응답한 경우도 비교적 많았다는 것이다. 이들은 물체에 움직임이나 변화가 있어도 힘이 작용하고 있지 않은 상황이라고 학생들이 생각하고 있음을 보여준다. 이는 초등학생들이 힘을 '어떤 상태를 유지하거나 버티는 능력'으로 생각하고 있으며, 그러한 능력을 상실한 상태를 힘이 작용하고 있지 않은 상태로 생각하고 있음을 보여준다. 반면, 반대로 힘을 주어도 물체에 변화가 없는 장면(6.7%)은 학생들이 '힘을 주었다'라는 원인 제공보다는 '변화가 없다'라는 결과에 주목하고 있음을 보여준다. 이 역시 상황의 전체 모습을 고려해 판단하지 않는 경향을 보여준다.

전체적으로 학생들은 힘이 작용하고 있지 않은 상황으로 대상에 변화가 없는 경우뿐만 아니라, 변화가 있는 경우도 생각하고 있었으며, 상황의 일부에만 주목하는 경향을 보여주었다. 또, '어떤 상태를 유지하거나 버티는 능력'이 사라진 경우도 전형적으로 생각

하고 있었다.

표 9는 배경 유형에 따라 TPS를 분류한 것이다. 힘이 작용하고 있지 않은 상황에 대한 TPS의 배경은 일상생활 유형이 90.8%로 압도적으로 많았다. 그리고 일상생활 유형 중에서도 신변잡기적인 신변일상 유형이 78.3%으로 대부분을 차지하였다. 일상생활에서 힘이 작용하고 있지 않은 상황은 찾는 것은 쉽지 않다. 왜냐하면 우리의 일상생활은 중력장 안에서 이뤄지는 것이기 때문이다. 그럼에도 일상생활 배경이 가장 많다는 것은, 학생들이 국소적인 변화나 혹은 변화하지 않음에 주목하고 있음을 추론케 한다. 여하튼, 학생들이 즉각적으로 떠오른 상황이 대부분 일상생활을 배경으로 하고 있다는 사실은 학생들에게 힘이 작용하고 있지 않음과 관련하여 적절하고 구체적인 실례나 반례를 비교적 풍부하게 제공할 수 있다는 가능성을 보여준다.

표 10은 TPS를 원인제공자 유형에 따라 분류한 결과이다. 원인제공자란 물체에 힘이 작용하고 있지 않은 상황이 되게끔 원인을 제공한 것을 의미한다. 크게 신체, 인공물, 자연물, 에너지로 분류되었고, 신체는 다시 신체가 직접 힘을 작용하는 '신체(직)' 유형, 신체가 간접적으로 힘을 작용하는 '신체(간)' 유

표 10. 힘이 작용하고 있지 않은 상황에 대한 TPS 유형(원인제공자 유형)

유형	빈도(%)	예
신체	26.7	사람의 힘이 없으면 못 움직이니까
	4.2	시동을 켜더니 자동차가 가만히 있어서
인공물	1.7	안경을 쓸 때는 힘이 가하지 않을 것이다. 왜냐하면 안경은 무게가 별로 없기 때문에
자연물	5.0	눈이 많이 오는 날, 땅에 구덩이가 있었는데 바퀴가 빠져 움직이지 못하는 차
에너지	9.2	건전지가 있어야 움직이는데 빼어 놓아서
기타	2.5	마비 방울
응답 무	50.9	



형으로 분류되었다. 힘이 작용하고 있지 않는 상황의 특성상, 원인제공자를 언급하지 않은 학생이 50.9%이었다. 원인제공자를 언급한 경우에는 신체가 직접 원인을 제공한 경우가 26.7%로 가장 많았다. 즉, 사람이 직접 힘의 제공 원천을 제거하거나 혹은 사람 자체가 힘의 제공 원천인 경우이다. 원인제공자를 에너지로 보고 있는 학생(9.2%)도 비교적 많았는데, 이는 힘을 에너지와 혼동하고 있고, 그래서 에너지의 공급이 끊긴 상태가 힘이 작용하고 있지 않는 상황으로 떠올랐다고 볼 수 있다.

표 11. 힘이 작용하고 있지 않는 상황에 대한 TPS 유형(대상 유형)

유형	빈도(%)	예
신체	25.0	사람
가구나 건물	10.9	집, 학교, 책상
자연물	10.9	나무, 돌, 물
학용품	7.5	연필, 지우개
가전	6.7	선풍기, TV
고무줄이나 풍선 같은 것	5.8	풍선, 고무줄
상자 같은 것	5.0	상자, 나무도막
공 같은 것	4.2	축구공
놀이기구	4.2	로봇, 장난감
음식	3.3	아이스크림, 우유
수레 같은 것	2.5	승용차
병 같은 것	2.5	페트병
운동기구	1.7	역기, 골대
비행기 같은 것	1.7	비행기
주방용품	0.8	컵
기타	7.5	주변의 아무것

표 11은 TPS를 대상유형에 따라 분류한 결과이다. 신체, 가구나 건물, 자연물, 학용품, 가전 등의 순으로 많았다. 이는 많은 학생들이 힘이 작용하고 있지 않음을 자신을 비롯한 신체의 변화나 느낌과 관련짓고 있음을 보여준다.

표 12. 힘이 작용하고 있지 않는 상황에 대한 TPS 유형(원인 유형)

유형	비율(%)	예
힘 안줌	26.7	상자가 놓여 있고 손이 떨어져 있는 장면
제공 안함	10.0	끓던 물이 가스렌지를 끄니까 끓지 않는 장면
강제로 힘을 줌	6.7	자동차가 구덩이에 빠져 움직이지 못하는 장면
버텨	6.7	비행기를 밀어도 움직이지 않는 장면
힘이 빠지거나 약함	3.3	아이스크림이 역지로 먹히는 장면
무중력	1.7	우주 유명
기타	0.8	
무	44.2	

표 12는 TPS를 원인 유형에 따라 분류한 결과이다. 즉, 힘이 작용하고 있지 않는 상황이 되게끔 한 원인의 유형에 따라 분류한 것이다. 상황의 특성상 원인을 언급하지 않은 학생이 44.2%이었다. 응답을 한 경우에는 ‘힘을 안준 것이 원인(26.7%)’인 상황이 가장 많았고, ‘에너지와 같은 것을 제공하지 않아서(10.0%)’가 그 다음이었다. 이 경우는 앞서 힘이 작용하는 상황에서 나타났던 것처럼, 학생들이 힘을 공급되는 어떤 것으로 보고 있고, 공급이 끊겼을 때를 힘이 작용하고 있지 않는 경우로 생각하고 있음을 보여준다.

표 13. 힘이 작용하고 있지 않는 상황에 대한 TPS 유형(결과 유형)

유형	빈도(%)	예	
움직임 관련	움직임이 없다	60.8	상자가 가만히 있는 장면
	움직임이 변한다	7.5	비행기가 날다가 추락하는 장면
모양 관련	모양변화가 없다	6.7	고무줄이 늘어나지 않는 장면
	모양이 변한다	4.2	풍선에 바람이 빠지고 있는 장면
상태 관련	상태변화가 없다	3.3	스위치를 켜도 불이 들어오지 않는 장면
	상태가 변한다	1.7	끓던 물이 가스렌지를 끄니까 끓지 않는 장면
힘의 소비 관련 (힘의 소비가 없다)	15.0	잠자고 있어서 아무 힘도 안 들것 같아서	
기타	0.8		

한편 흥미로운 것은 '강제로 힘을 주어서'가 6.7%, '버티'가 6.7% 있었다는 것이다. 이러한 원인은 다음의 결과 유형과 맞물려서 학생들이 힘이 작용하고 있지 않는 상황을 힘의 세기와 관련짓고 있음을 보여주고 있다.

표 13은 TPS를 결과 유형에 따라 분류한 것이다. 즉, 힘이 작용하고 있지 않는 상황이면 어떤 결과가 초래되는가를 유형에 따라 분류한 것이다. 학생들의 응답은 '움직임 관련(68.3%)' 응답이 가장 많았으며, 특히 '움직임이 없다'가 60.8%로 대부분이었다. 학생들의 경우, 움직임이 없는 상황을 힘이 작용하고 있지 않는 전형적인 상황으로 보고 있다는 것이다. 두 번째로 많았던 '힘의 소비 관련(힘의 소비가 없다)(15.0%)'는 초등학생들이 힘을 소비되는 어떤 것으로 보고 있으며, 힘이 작용하지 않음을 힘이 소비되지 않음과 비슷하게 생각하고 있음을 보여준다.

흥미로운 것은 '움직임이 변한다(7.5%)', '모양이 변한다(4.2)', '상태가 변한다(1.7%)' 등, 변화가 생기는 것을 힘이 작용하고 있지 않는 상황으로 떠올린 경우이다. 이는 앞서 논의한 것처럼 '힘은 버티는 무엇이며, 버티지 못해서 변화가 생기게 되는 것은 그 힘이 작용하지 않는 것'이라는 학생들의 생각을 보여주고 있다. 즉, 학생들은 힘을 그것이 위치이던 길모양이던 혹은 상태이던 상관없이 '다르게 변화'시키거나 '그대로 유지'시키는 어떤 것으로 생각하고 있으며, 그러한 힘이 본래의 능력을 전혀, 혹은 충분히 발휘하고 있지 못하고 있는 상태를 힘이 작용하고 있지 않음으로 생각하고 있었다.

## IV. 결론 및 제언

### 1. 결론

전통적인 교수학습 방법으로는 학생들의 개념변화가 쉽게 일어나지 않는다는 난점을 극복하기 위한 하나의 방안으로 적절한 변칙사례나 실례를 제공하는 방안이 가능할 것이다. 그리고 이를 위해서는 학생들의 직관적인 생각을 포함하여 가능한 한 풍부한 정보를 상황과 함께 파악하는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는 '사물, 감정, 개념, 상황 등과 같은 어떤 대상에 대해서 혹은 그와 관련해서 생각할 때 즉시적이고 자동적으로 떠오르는 상황', 즉 '전형적 인식상황(TPS)'의 분석을 통해 6학년 학생들이 힘의 작용에 관해 가지고 있는 생각을 조사하였다.

TPS 분석을 통해 6학년 학생들이 힘의 작용에 관해 가지고 있는 생각을 알아본 결과, '힘이 작용함'과 관련하여 6학년 학생들은, 일상생활 배경(90.7%), 특히 신변잡기적인 주변의 일상 배경(66.9%)을 가장 많이 떠올리고 있었으며, 작용의 주체와 대상으로는 모두 신체(62.3%, 21.5%)를 가장 많이 떠올리고 있었다. 또, 작용의 유형으로는 '때리기', '차기' 등의 충격(24.6%) 유형과 '전기가 공급되어서', '사람의 힘이 들어가서' 등의 공급(23.1%) 유형을, 그리고 작용의 결과로는 '움직임 변화 관련(43.8%)', '상태 변화 관련(27.7%)' 유형을 가장 많이 떠올리고 있었다. 특히 전체적인 장면으로는 '매 등으로 야단맞거나 싸우는 장면(13.1%)'과 같이 폭력적인 장면을 가장 많이 떠올리고 있었다. 또, 작용의 원천으로서 힘에 대해서는 '에너지'와 '외부 힘'으로 분류될 수 있었는데, 이중 '에너지와 비슷한 어떤 것이 공급(31.5%)'되거나, '스스로 에너지를 만들어 발휘(35.4%)'하는 '에너지' 유형에 해당하는 경우가 71.5%로 훨씬 많았다.

'힘이 작용하지 않음'과 관련하여서는, 일상생활 배경(90.8%), 특히 신변잡기적인 주변의 '일상생활(78.3%)' 배경을 가장 많이 떠올리고 있었으며, 원인 제공자와 대상으로는 모두 '신체(30.9%, 25.0%)'를 가장 많이 떠올리고 있었다. 또, 원인 유형으로는 '힘을 안줌(26.7%)' 유형과 '(에너지 같은 것을)제공 안함' 유형을, 그리고 결과로는 '움직임이 관련(68.3%)' 유형을 가장 많이 떠올리고 있었다. 전체적인 장면으로는 물체가 원래부터 가만히 있는 장면(26.7%)이 가장 많았고, 물체에 줄 힘을 안줘서 변화가 없는 장면(24.2%), 사람이 잠을 자거나 아무 일도 안하는 장면(15.8%)을 비교적 많이 떠올리고 있었다. 그리고 힘이 본래 가지고 있다고 생각하는 능력을 다 발휘하지 못하는 상황을 힘이 작용하고 있지 않는 상황으로 생각하는 경우도 있었다.

이러한 결과로부터 다음과 같이 결론 내릴 수 있었다. 첫째, 학생들은 힘의 작용과 관련하여, 전체적으로 신변잡기적인 일상생활 배경에서 신체와 관련된 상황을 전형적으로 생각하고 있었다. 둘째, 학생들은 힘이 작용하는 경우와 관련하여, 충격과 움직임 변화가 나타나는 구체적 상황을 전형적으로 생각하고 있었으며, 폭력적인 장면과 같이 자신에게 아픔을 준다는 정서적 요소가 포함된 생각도 가지고 있었다. 셋째, 학생들은 힘이 작용하지 않는 경우와 관련하여, 힘을 안 주거나 에너지를 제공하지 않아 움직임에

변화가 없는 상황을 전형적으로 생각하고 있었으며, 힘이 본래 가지고 있을 것으로 생각되는 능력을 다 발휘하지 못하는 상황도 힘이 작용하고 있지 않는 상황이라고 보는 경우가 있었다. 넷째, 학생들은 전체적으로 힘을 에너지와 같은 것으로 생각하고 있었으며 외부에서 공급되거나 스스로 만들어질 수 있는 것으로 생각하고 있었다.

## 2. 제언

본 연구에서 드러난 결과들은 힘의 작용과 관련한 물리 개념학습에서 다음과 같은 학습지도 방안이 효과적일 수 있음을 시사하고 있다.

첫째, 학생들에게 제시될 변칙사례나 실례 상황은 가급적 일상생활과 신체의 작용, 충격, 움직임, 힘이나 에너지의 공급, 그리고 정서적인 요소 등이 복합적으로 고려된 구체적인 상황이 제시되어야 할 것이다. 본 연구의 결과는 학생들이 힘의 작용과 관련하여 일상적인 배경에서 신체가 관련되어 있는 상황, 그리고 힘이나 에너지가 공급되어 움직임과 관련된 결과를 유발하는 상황을 전형적으로 인식하고 있으며, 여기에는 정서적인 요소 등도 관련되어 있음을 보여주었다. 앞서 서론에서 논의한 바와 같이 학생이 전형적으로 떠올리는 상황은 그것이 자동적이고 습관적으로 떠올리는 상황이라는 특성 때문에, 주어진 상황에 대한 초기 판단에 관여할 것이라고 생각할 수 있다. 따라서 학생들에게 특정한 상황을 제시함에 있어서 학생들이 그 상황을 변칙사례 혹은 실례로 인식할 수 있기를 기대한다면, 본 연구에서 드러난 학생들의 전형적 인식 상황을 고려하여 상황을 제시하는 것이 개념학습 지도에 좀더 효과적일 수 있을 것이다.

예를 들어, '움직임이 없으면 힘이 작용하고 있지 않는 것'이라고 생각하는 학생에게는 거실 벽에 손으로 충격을 가했지만 벽에는 움직임이 없는 상황을 제시하거나 경험하게 함으로서 힘이 작용한 것인지 아닌지 여부를 생각해보게 할 수 있다. 이는 '움직임이 없으면 힘이 작용하고 있지 않는 것이다'와 '손으로 충격을 가하는 것은 힘이 작용하고 있는 것이다'라는 두 직관적인 생각의 갈등을 유발할 것이다. 즉, 자신의 생각과 불일치하는 생소한 사례 및 증거를 익숙한 직관적인 생각으로 무시하거나 왜곡하는 경향을 다소나마 줄일 수 있을 것이다.

둘째, 일상생활 배경에서 신체를 활용할 수 있는

다양한 수업 자료가 개발되어야 할 것이다. 본 연구의 결과는 학생들이 힘의 작용과 관련하여 작용의 주체나 대상으로 신체를 가장 전형적으로 생각하고 있음을 보여주었다. 이는 다른 종류의 주체나 대상보다는 신체가 포함되어 있는 상황이 학생들의 관심을 유발하는 데 좀더 효과적일 수 있음을 시사하고 있다. 이러한 자료의 적절한 사용은 학생들에게 일상생활과 관련된 구체적인 상황을 제시하면서 동시에 학생의 신체를 부각시킴으로써 학생의 힘의 작용에 관한 직관적이고 습관적인 생각을 자극할 수 있을 것이기 때문이다. 또, 직관적이고 습관적인 생각의 자극은 주어진 상황에 대한 학생의 초기 판단에 영향을 미칠 수 있을 것이므로, 적절한 인지 갈등의 유발에 기여할 수 있을 것이다. 따라서 일상생활 배경에서 신체가 관련된 수업 자료가 개발될 필요가 있다. 예를 들어 몸물리 자료(송진웅, 2002), 즉 몸을 이용한 간단한 해보거나 몸 자체를 대상으로 하는 실험 등을 일상생활과 관련지은 자료와 같은 것이 가능할 것이다.

본 연구는 TPS 분석을 통해 학생들의 생각을 조사하는 데 주안점을 두고 수행되었다. 따라서 TPS 분석을 통해 드러난 학생들의 구체적이고 다양한 생각 및 관련 인식 상황을 어떻게 실제 수업에서 활용할 것이며, 또 그 효과는 어떠한 지에 대해서는 좀더 실험적인 추후 연구가 필요하다. 예를 들어, 위에서 제안한 학습 지도 방안을 구체화 하여 적용한 후 학습에 미치는 효과를 확인 할 수 있는 실험 연구와 같은 것이 필요할 것이다. 본 연구의 결과는 이러한 실험 연구를 비롯하여 학생들이 인식하고 있는 상황들에 기반한 구체적 학습지도 방안의 개발에 기초를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

## 참고문헌

- 권성기(2004). '열과 에너지'의 물리 오개념. 송진웅, 김익균, 김영민, 권성기, 오원근, 박종원(공저). 학생의 물리 오개념지도. 서울: 북스힐, 228-273.
- 교육부(1997). 제7차 과학과 교육과정(교육부 고시 제1997-15호). 대한 교과서 주식회사.
- 김익균(1989). 중학교 학생들의 역학개념 구조에 관한 연구. 물리교육, 7(1), 49-62.
- 김익균(2004). '힘과 운동'의 물리 오개념. 송진웅, 김익균, 김영민, 권성기, 오원근, 박종원(공저). 학생의 물리 오개념지도. 서울: 북스힐, 31-123.
- 박종원(2001). 학생의 물리 선개념. 박종원, 최경희, 김영민

- (공저). 물리 교육학 총론 I. 서울: 북스힐.
- 박종원(2003). 학생 개념의 연속적 세련화와 정교화를 통한 개념 변화과정-대학생 반응 분석-. 한국과학교육학회지, 23(3), 276-285.
- 송진웅(2002). 몸물리 활동을 통한 탐구 동기 유발. 한국물리학회 창립 50주년 기념 물리교육 심포지엄 발표 원고.
- 정용재, 송진웅(in press). 힘의 작용에 관한 교육대학생들의 '전형적 인식상황(TPS)' 분석. 새물리.
- 최정숙(1994). 과제상황에 따른 기초 역학 개념에 대한 학습 선호도. 대구대학교 석사학위논문.
- Andersson, B. (1986). The experiential gestalt of causation: a common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal of Science Education*, 8(2), 155-171.
- Bliss, J., Ogborn, J., & Whitelock, D. (1989). Secondary school pupils' common sense theories of motion. *International Journal of Science Education*, 11, 261-272.
- Caravita, S., & Hallden, O. (1994). Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 89-111.
- Choi, J.-S., & Song, J. (1996). Students's preferences for different contexts for learning science. *Research in Science Education*, 26(3), 341-352.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10(2 & 3), 105-225.
- Dreyfus, A., & Jungwirth, E. (1980). A Comparison of the 'Prompting effect' of out-of-school with of in-school contexts on certain aspects of critical thinking. *European Journal of Science Education*, 2(3), 301-310.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Open University Press: Milton Keynes, Philadelphia.
- Driver, R. (1988). Restructuring the science curriculum: some implications of studies on learning for curriculum development. In D. Layton (Ed.) *Innovations in Science and Technology Education (Vol. II)*. Unesco, 59-84.
- Duit, R. (1991). Students' conceptual frameworks: Consequences for learning science. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.) *The psychology of learning science*. Lawrence Erlbaum: NJ., 65-85.
- Hashweh, M. Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-249.
- Jung, Y.-J., & Song, J. (in press). An analysis of the features of 'Typically-Perceived-Situation (TPS)' for in-depth understanding of students' ideas: The case of four elementary school students' TPSs related to the action of force. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*.
- Kuhn, D., Amsel, E., & O'Loughlin (1988). *The Development of scientific thinking skills*. Academic Press: London.
- Mori, I., Kitagawa, O., & Tadang, N. (1974). The effect of religious ideas on a child's concept of time: a comparison of Japanese and Thai children. *Science Education*, 58(4), 519-522.
- Newell, A. & Simon, H. (1972). *Human problem-solving*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs: NJ.
- Pines, A. L. (1985). Toward a taxonomy of conceptual relations and the implications for the evaluation of cognitive structures. In L. H. T. West, & A. L. Pines (Eds.) *Cognitive structure and conceptual change*. Academic Press: Orlando, 101-116.
- Solomon, J. (1992). *Getting to know about energy - in school and society*. The Falmer Press.
- Stepans, J. (1991). Developmental patterns in students' understanding of physics concepts. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.) *The psychology of learning science*. Lawrence Erlbaum: NJ., 89-115.
- Strike, K. L., & Posner, G. J. (1982). Conceptual change and science teaching. *European Journal of Science Education*, 4(3), 231-240.
- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1985). A conceptual change view of learning and understanding. In L. H. T. West, & A. L. Pines (Eds.) *Cognitive structure and conceptual change*. Academic Press: Orlando, 211-231.
- Twigger, D., Malcom, B., & Draper, S. (1994). The conception of force and motion of students aged between 10 and 15 years old and interview study designed to guide instruction. *International Journal of Science Education*, 16, 215-229.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11, 381-419.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science education. In D. L. Gabel (Ed.) *Handbook of research on science teaching and learning*, Macmillan Publishing Company: New York, 357-387.

**【부록】 TPS 조사 도구(힘이 작용하고 있는 상황)**

이 설문은 여러분들의 성적과는 전혀 상관이 없습니다. 솔직하게, 가장 먼저 떠오르는 것을 답해주시기 바랍니다.

( )학년 ( )반 이름( )

1. “물체에 힘이 작용하고 있다”라고 했을 때 가장 먼저 떠오른 상황을 그려 주십시오.

[물체에 힘이 작용하는 경우 상황]

◎ 위와 같은 상황이 왜 “물체에 힘이 작용하고 있는 상황”이라고 생각합니까? 그 이유를 적으십시오.

◎ 위 상황을 다음과 같이 나누어 생각해 봅시다.

무엇이	무엇에게	어떻게 했더니	어떻게 되었다.	어디에서	언제