

자기력선 그림을 통한 초등학생들의 자기장 개념 조사

권성기 · 신미성[†]

(대구교육대학교) · (대구상원초등학교)[†]

Elementary Students' Conceptions of Magnetic Field by Drawing Lines of Magnetic Field

Kwon, Sunggi · Shin, Misung

(Daegu National University of Education) · (Daegu Sangwon Elementary School)[†]

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine elementary students' conceptions of magnetic fields around various magnets by drawing tasks. A total of 105 elementary students from the 3rd and 6th grade levels were asked to draw how iron filings would arrange around magnets. We classified their drawings of magnetic field lines with some criteria to identify conceptions of magnetic forces and checked them through interviewing about their representative drawing.

Through analyzing drawings, we discovered that 40% of elementary students drew the correct arrangement of iron filings around a bar magnet. In the case of two bar magnets in opposite directions, 33% of them drew correct patterns of iron dust and around two magnets in the same direction only 20% did well. Only 2.9% and 7.6% of students presented the correct drawings of magnetic fields near a disc and a horseshoe magnet. While 3rd grade students were supposed to be poor in drawings of magnetic fields around a loose and a dense coil which was not learned about, only 31% and 23% of 6th grade students who have just studied electromagnetism properly drew patterns of iron dust. This shows that only one quarter of students understood the magnetic filed lines even after instruction of electromagnetism. Many of 6th grade students learned a solenoid becomes just as a permanent magnet, but very few of them correctly drew a magnetic field line could distinguish between the iron dust around a loose and dense coil.

After interviewing students, it is found that students consider magnetic forces to be existed only in parts of magnet because many of them drew magnetic field line of a specific areas around magnets. Students had misconceptions that magnetic forces exist only on the poles not in the middle around a horseshoe magnet. Also the disc-shape magnet made students to reveal various types of misconceptions: N- and S-poles are mixed in a whole magnet and right part of a disc-shape magnet is N-pole, left part is S-pole.

Students who had not studied magnetic fields of around a magnet and electromagnets could not draw the correct patterns of iron dust suggest that it is indispensable for students to teach how patterns of iron filings would represent a visual image of abstract magnetic fields in order to understand magnetic fields.

Key words : drawing, conception, magnetic field, elementary students

I. 서론

1. 연구의 필요성

구성주의 학습관에 의하면 학생들은 수업 이전에 일상의 다양한 경험과 주변 환경과의 자발적인 상호 작용을 통하여 학습과 관련된 개념을 나름대

로 형성하고 있다. 이와 같은 선개념은 학습의 효과를 좌우하며, 특히 당대의 과학적 지식과 다른 선개념, 즉 오개념일 경우에는 학습에 의해서 쉽게 변화하지 않으며, 과학적 지식의 습득을 방해하여 교수 학습에 심각한 어려움을 준다(권재술, 김범기, 1993). 그뿐 아니라 오개념은 학습에 의해서 아동들에게 특수한 체제로 발달되게 되어 관련 주제를 학습할 때 영향을 미친다(조희형, 2001).

학생들의 오개념에 대한 연구는 주로 중고등학생을 대상으로 이루어졌으며, 물리 영역의 개념에 대한 연구가 주종을 이루고 있다(양명민, 1992). 물리 영역에 대한 개념 연구는 빛과 소리, 힘과 운동, 열과 온도, 전류 등에서 많이 이루어졌으나, 자석이나 자기장에 대해서는 아직 연구가 그리 많지 않았다(Duit, 1991).

한편, 초등학교 과학교육과정에는 3학년 ‘자석 놀이’ 단원에서 자석 주위에 철가루 배열되는 장면을 관찰하는 활동을 학습하게 된다. 이 때 철가루의 늘어선 모습은 자기력선(패러데이가 1831년 “철가루에 의하여 그려지는 선을 의미한다”고 자기력선을 정의하였지만(홍성욱, 1986; Pocovi and Finley, 2002), 물리학의 장이론이 성공한 후에는 자기장선이 좀 더 적합한 물리 용어임에도 자기력선(장준성과 이재형, 2002)을 그대로 사용한다))을 나타내며, 이를 통하여 자석 주변에 자기장이 형성됨을 학습하도록 수업 활동이 제시된다. 초등학교에서 고등학교까지 교육과정을 살펴볼 때 자석에 관한 단원은 초등학교 3학년에서 다루지고 있을 뿐(정승호, 2001), 그 이후 자석에 관한 내용을 접할 기회가 전혀 없으며 자기장 개념으로 확장되어 학생들이 많은 오개념을 가질 수 있다(한명희, 1999; 도광석, 2000). 이런 상황에서 교과서에 제시된 자석 주위 자기장 개념에 대한 오개념을 알고 있다면 더욱 효과적인 교수·학습 전략을 세울 수 있을 것이다.

그러나 지금까지 학생들이 가지고 있는 개념을 조사하기 위한 연구에서는 대체로 선다형 문항을 제시하여 선택하거나 선택한 후에 이유를 설명하는 형태의 검사 도구가 이용되었는데(송진웅 외, 2004), 초등학생에게 부적당할 수 있으며, 그 대안으로 철가루의 배열 모습을 그려보게 하는 과제(김대민, 1997)가 더 적절할 수 있다. 중학생에게 자석 주변에 철가루가 늘어 서는 모양을 그리게 하여 자기 관련 오개념을 조사한 연구(최경희와 장현숙, 2003)도 있었다. 따라서 본 연구에서도 자기장 개념을 조사하기

위하여 철가루의 늘어 선 모습을 그리도록 하는 방법을 고안하여 학생들의 다양한 개념을 파악하도록 하였으며, 면담을 통하여 자기장과 관련된 오개념을 찾아내고자 하였다.

2. 연구 문제

본 연구에서는 초등학생들의 자기장 개념을 조사하기 위해서 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

- 1) 초등학생들은 여러 가지 자석 주위 자기장을 자기력선으로 어떻게 표현하는가?
- 2) 전자석 단원을 배운 학생들의 자기장 개념은 그렇지 않은 학생들과 비교할 때 어떠한가?

II. 연구 방법

초등학교 학생들의 자기장 개념을 알아보기 위해 영구 자석 및 전자석 주위에 철가루가 늘어 서는 모양을 그림으로 그리고, 그런 이유를 설명하게 하였다. 또한, 대상 학생 중 13명을 선정하여 학생들이 가지고 있는 자기장에 대한 오개념을 좀 더 자세히 알아보기 위해 면담을 실시하였다. 본 연구를 통해 학생들이 학습 후에 자기장 개념을 얼마나 습득했는지 알아보고, 학년 간에는 어떠한 차이가 있는지 알아보하고자 한다.

1. 연구 대상 및 과정

본 연구의 대상(표 1)은 대구광역시에 소재한 A 초등학교 학생 105명을 표집한 학생들로서, 3학년 학생은 본 연구의 검사를 실시하기 전에 ‘2. 자석놀이’ 단원에서 자석과 철가루의 늘어 선 모양 등을 학습하였고, 6학년 학생들 ‘6. 전자석’ 단원에서 전자석에 대해 학습하였다.

2. 검사 도구 및 자료 분석

본 연구에서 자기장에 대하여 학생들이 가지고

표 1. 표집 대상

학년	성별			계
	남	여		
3학년	29	28		57
6학년	24	24		48
계	53	52		105

있는 개념을 알아보기 위하여 최경희, 장경숙(2003)의 연구에서 사용된 검사 방법을 보완하여 7개의 검사 문항을 만들었다. 이 검사지는 자석 주위의 자기력선을 그린 후에 그렇게 그린 이유를 진술하는 방식을 택하였다.

본 연구에서는 학생들이 그린 자기력선 그림을 변순예 외(2003)의 연구처럼 표 2의 그림 유형으로 분류하여 각 유형별 빈도수와 백분율을 알아보았다. 유형 분류 후, 각 유형별로 13명의 학생을 선정하여 면담을 실시하여 학생들이 가진 오개념을 알아보았다.

3. 연구의 한계

본 연구의 대상이 일부분의 지역에 국한되었고, 초등학교 3학년 학생과 6학년 학생의 자기장 개념의 종단적 변화를 파악하기는 더욱 어렵기 때문에 연구 결과를 해석하는데 주의를 기울여야 한다. 또한, 자기력선 그림 과제에서도 그 의미를 파악하기 위하여 각 유형에 속하는 학생들만을 일부 면담하였기 때문에 전체 분포보다는 그림을 분석하여 자기장 개념의 의미를 파악하려는데 주안점을 두었다.

III. 연구 결과

1. 자기력선 그림 유형 및 분석

각 자석 주변에 늘어 서는 철가루의 모양을 보고

학생들이 그린 자기력선의 유형을 표와 그림으로 나타내었다. 아래의 분류는 자기력선의 모양만으로 분류한 것으로 자기력선을 선으로 표시하지 않고 점선으로 그린 경우, 자기력의 세기를 고려하지 않고 자기력선의 간격을 그린 경우, 자기력선을 겹치거나 끊어지게 그린 경우는 구분하지 않았다.

1) 막대자석의 경우(표 3)

막대자석 한 개의 경우는 영구 자석 7문항 중 가장 높은 정답률을 보였는데, 40%의 학생들이 자기력선의 모양을 올바르게 그렸다. 학년별로 살펴보면 3학년은 17.5%, 6학년은 66.7%로 6학년의 정답률이 현저하게 높았다. 자석 극 부분의 자기력선을 잘못 그린 경우는 21.0%, 자석 가운데 부분의 자기력선 모양을 잘못 그린 경우는 14.3%였고, 자석의 극과 가운데 부분을 모두 잘못 그린 경우도 16.2%로 높은 비율을 차지했다. 막대자석 두 개를 마주 보게 놓은 경우에는 막대자석 한 개의 경우보다는 줄어든 전체 학생의 33%가 자기력선을 바르게 그렸다. 학년별로 살펴보면 3학년(26.3%)보다 6학년(41.7%)들이 더 올바르게 그렸다. 이 중에서는 자석의 가운데 부분을 잘못 그린 경우가 36.2%로 가장 많았는데, 이 경우의 학생들도 자석의 N극과 S극 사이의 철가루가 이어지도록 그렸는데, 자석의 다른 극끼리는 서로 당기기 때문에 그렇게 그렸다고 이유를 바르게 쓴 학생이 많았다. 마지막으로 막대자석 두 개를 나란히 놓은 경우는 20.0%의 정답률

표 2. 문항의 자석 형태와 자기력선 그림 분류 유형

문항 및 자석 형태	자기력선 그림 분류 유형 및 기준
1. 막대자석 한 개	유형 1. 자기력선의 모양을 올바르게 그린 경우
2. 막대자석 두 개를 반대로 놓은 경우	유형 2. 자석 극 부분의 자기력선 모양을 잘못 그린 경우
3. 막대자석 두 개를 나란히 놓은 경우	유형 3. 자석 가운데 부분의 자기력선 모양을 잘못 그린 경우
6. 에나멜선을 성기게 감은 전자석	유형 4. 자석의 극과 가운데 부분 모두 잘못 그린 경우
7. 에나멜선을 촘촘하게 감은 전자석	유형 1. 자기력선의 모양을 올바르게 그린 경우
4. 원형 자석의 경우	유형 2. 자석 주변으로 뻗어나가는 모양의 자기력선을 그린 경우
	유형 3. 자석 주변에 동심원 모양으로 자기력선을 그린 경우
	유형 4. 기타
	유형 1. 자기력선의 모양을 올바르게 그린 경우
5. 발굽자석의 경우	유형 2. 자석의 일부분에만 자기력선 모양을 그린 경우
	유형 3. 자석모양 혹은 원모양의 자기력선을 그린 경우
	유형 4. 기타

을 보였는데, 3학년은 22.8%, 6학년은 16.7%의 학생들이 자기력선을 바르게 그렸다. 막대자석 두 개를 나란히 놓은 경우는 반대로 놓은 경우(33.3%)보다 적은 학생들(20.0%)이 자기력선을 바르게 그렸는데, 이것은 학생들이 자석의 인력보다 자석의 척력에 대해 더 어려워한다는 Barrow (1987)나 Selman 등(1982)의 연구 결과와 일치하였다.

2) 원형 자석의 경우

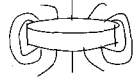
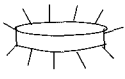





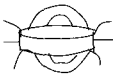

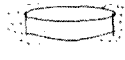
원형 자석의 경우, 원형 자석에도 윗면과 아랫면

에 N극과 S극이 있어서 막대자석의 경우와 같은 그림이 될 것이라고 응답한 학생은 3% 밖에 되지 않았다. 자석 주변으로 뻗어나가는 모양의 자기력선을 그린 경우가 27.6%로 가장 많았고, 자석 주변에 동심원 모양으로 자기력선을 그린 경우가 23.8%였다. 기타 의견 중에는 자석 표면에 철가루들이 모두 붙는다는 유형이 19.0%로 가장 많았다. 기타 의견으로 원형 자석 좌우에서 자기력선이 뻗는 그림이 있었는데, 이 유형의 학생들은 원형 자석의 좌우에 N극과 S극이 존재하는 것으로 생각한다고 볼 수 있다.

표 3. 학생들이 그린 자기력선의 유형 및 각 유형에 따른 학년별 인원수 및 비율 (%)

유형	막대 자석이 한 개			마주 보는 두 개의 막대자석 주위			나란한 두 개의 막대자석 주위		
	3학년	6학년	합	3학년	6학년	합	3학년	6학년	합
자기력선의 모양을 올바르게 그린 경우	10 (17.5)	32 (66.7)	42 (40.0)	15 (26.3)	20 (41.7)	35 (33.3)	13 (22.8)	8 (16.7)	21 (20.0)
자석 극 부분의 자기력선 모양을 잘못 그린 경우	16 (28.0)	6 (12.6)	22 (21.0)	2 (3.5)	3 (6.3)	5 (4.8)	3 (5.3)	10 (20.8)	13 (12.4)
자석 가운데 부분의 자기력선 모양을 잘못 그린 경우	10 (17.5)	5 (10.4)	15 (14.3)	27 (47.4)	11 (23.0)	38 (36.2)	21 (36.8)	3 (6.3)	24 (22.9)
자석의 극과 가운데 부분 모두 잘못 그린 경우	13 (22.8)	4 (8.3)	17 (16.2)	12 (21.1)	11 (23.0)	23 (21.9)	17 (29.8)	24 (50.0)	41 (39.0)
무응답	8 (14.0)	1 (2.1)	9 (8.6)	1 (1.8)	3 (6.3)	4 (3.8)	3 (5.3)	3 (6.3)	6 (5.7)
총합	57	48	105	57	48	105	57	48	105

표 4. 원형 자석의 경우, 학생들이 그린 자기력선의 유형 및 각 유형에 따른 학년별 인원수 (%)

유형	3학년	6학년	합	그림 유형
자기력선의 모양을 올바르게 그린 경우		3 (6.3)	3 (2.9)	
자석 주변으로 뻗어나가는 모양의 자기력선을 그린 경우	10 (17.5)	19 (39.6)	29 (27.6)	 
자석 주변에 동심원 모양으로 자기력선을 그린 경우	20 (35.1)	5 (10.4)	25 (23.8)	  
기타	15 (24.6)	13 (27.1)	28 (26.7)	   
무응답	12 (21.1)	8 (16.7)	20 (19.0)	
총합	57	48	105	

3) 말굽자석의 경우

말굽자석의 경우에도 자기력선의 모양을 바르게 그린 경우는 7.6%로 매우 적었다. 자석의 일부분에만 자기력선 모양을 그린 경우가 29.5%였고, 자석 모양 혹은 원 모양의 자기력선을 그린 경우는 8.6%였다. 말굽자석도 원형 자석처럼 무응답이 많았는데 17.1%에 달했다. 말굽자석의 경우에는 막대자석 한 개의 경우보다 극 부분에만 자기력선을 그린 유형이 많은 비율을 차지했는데, 이 유형의 학생들은 말굽자석의 극 부분에만 자기력이 있고 가운데 부분에는 자기력이 없다고 생각한다고 볼 수 있다.

4) 코일 모양의 전자석

에나멜선을 성기게 감은 전자석의 경우(표 6의 d)는 자기력선을 바르게 그린 경우(그림 3의 유형 1)가 전체 학생의 15.2%였다. 3학년의 경우는 전자석에 대해 배우지 않았기 때문에 올바르게 그린 학생이 한 명뿐이었고, 무응답이 70.2%에 달했지만, 6학년에서 올바르게 그린 학생은 31.3%뿐이었다. 6학년에서도 무응답이 35.4%로 영구자석(2.1%)에 비해 그리지 못하는 학생이 많았다. 이런 결과는 전자석 단원을 학습하였음에도 자기장 개념이 충분히 형성되지 않았다고 볼 수 있다.

표 5. 말굽자석의 경우, 학생들이 그린 자기력선의 유형 및 각 유형에 따른 학년별 인원수 (%)

유형	3학년	6학년	합	그림 유형
자기력선의 모양을 올바르게 그린 경우	1 (1.8)	7 (14.6)	8 (7.6)	
자석의 일부분에만 자기력선의 모양을 그린 경우	17 (35.1)	14 (29.2)	31 (29.5)	
자석 모양 혹은 원 모양의 자기력선을 그린 경우	6 (7.0)	3 (6.3)	9 (8.6)	
기타	25 (43.9)	14 (29.2)	39 (37.1)	
무응답	8 (14.0)	10 (20.8)	18 (17.1)	
총합	57	48	105	

표 6. 에나멜선을 감은 전자석의 경우, 학생들이 그린 자기력선의 유형 및 각 유형에 따른 학년별 인원수(%)

유형	성긴 전자석 주위(d)			촘촘한 전자석 주위(e)		
	3학년	6학년	합	3학년	6학년	합
자기력선의 모양을 올바르게 그린 경우	1 (1.8)	15 (31.3)	16 (15.2)	1 (1.8)	11 (22.9)	12 (11.4)
자석 극 부분의 자기력선 모양을 잘못 그린 경우	0	5 (10.4)	5 (4.8)	0	1 (2.1)	1 (1.0)
자석 가운데 부분의 자기력선 모양을 잘못 그린 경우	2 (3.5)	3 (6.3)	5 (4.8)	1 (1.8)	2 (4.2)	3 (2.9)
자석의 극과 가운데 부분 모두 잘못 그린 경우	15 (24.6)	8 (16.7)	23 (21.0)	2 (3.5)	8 (16.7)	10 (9.5)
에나멜선을 성기게 감은 것과 똑같이 그린 경우				9 (15.8)	9 (18.8)	18 (17.1)
무응답	40 (70.2)	17 (35.4)	57 (54.3)	44 (77.2)	17 (35.4)	61 (58.1)
총합	57	48	105	57	48	105

더욱이 에나멜선을 촘촘히 감은 전자석의 경우 (표 6의 e)는 자기력선을 바르게 그리고 에나멜선을 성기게 감은 경우보다 선을 조밀하게 그린 경우만 정답으로 인정하였는데, 11.4%만이 올바르게 그린 것으로 나타났다. 이번 문항에서도 3학년은 바르게 그린 경우는 한 명 뿐이었고 무응답은 77.2%였다. 그리고 에나멜선을 성기게 감은 경우와 똑같이 그린 경우도 17.1%였는데, 이들은 에나멜선을 성기게 감았을 때와 촘촘하게 감았을 때 자기장의 차이를 알지 못한다고 볼 수 있다. 6학년의 경우, 에나멜선을 성기게 감은 경우는 정답률이 31.3%였는데 비해 22.9%만이 자기력선을 바르게 그렸는데, 8.3%의 학생은 자기력선의 모양은 바르게 그렸지만 에나멜선을 성기게 감은 경우와의 차이는 모르고 있었다.

2. 자기력선 그림 유형별 면담 조사

자석 주변의 자기력선 그림을 표 2의 기준에 따라서 4 가지 유형으로 구분한 후 각 유형에 속하는 초등학생만을 일부 면담하였다. 면담 내용은 학생마다 약간의 차이는 있었지만 대체로 자기력선을 그릴 모양으로 그린 이유, 자석 주변에 철가루가 늘어 서는 이유, 자석의 가운데 부분에 자기력이 존재하는가, 자석에서 자기장이 존재하는 곳은 어디인가, 원형 자석의 극은 어떠한가 등을 질문하였다. 이런 면담 결과의 내용만을 탐색적으로 분석하여 자기장에 대한 개념을 확인하였고, 아래의 결과는 각 유형의 그림들이 보여주는 자기장에 대한 개념을 정리한 것이다.

1) 막대자석 한 개의 경우

자석의 가운데 부분에 자기력이 있는가 라는 질문에 그림 1의 유형 1, 유형 2의 학생들은 대부분 “자기력이 있다” 혹은 “자기력이 있지만 약하다”라고 대답했지만, 자석의 극부분에만 자기력선을 그린 유형 3의 학생은 “자기력이 없다”고 대답했다. 이것은 막대자석의 그림이 유형 1이면 자석의 중간에도 자기력이 있음을 이해하고 있음을 보여 준다. 또, 자석의 힘이 미치는 공간은 어디인가라는 질문에 유형 1의 학생들은 “N, S극 주변이 특히 강하고 가운데는 약하다”, “선이 있는 부분에만 존재한다”, “자석의 끝부분에 존재한다”라는 다양한 응답이 있었지만, 유형 3의 학생들은 “자석의 극 부분에만 존재한다”라는 대답이 많았다. 유형 1의 그림을 그린

학생일수록 자기력이 극부분이 강하며, 가운데는 약하다고 과학적으로 이해하고 있음을 보여주며, 반대로 자석의 중간에 자기력선을 그리지 않은 그림에는 자석 중간에 자기장이 없다는 개념을 나타내 주는 것을 알 수 있었다.

2) 막대자석 두 개를 마주보게 놓은 경우

학생들에게 철가루가 막대자석 두 개를 마주보게 했을 때 그림 2와 같은 자기력선을 그렸으며, 철가루가 늘어 서는 이유를 물어봤을 때, 유형 1의 학생들은 “다른 극끼리는 서로 끌어당겨서”, “N극과 S극이 서로 철가루를 끌어당겨서”라는 응답이 많았다. 유형 2의 학생들 중에는 “N극과 S극은 서로 붙는 성질이 있어서”, “두 자석의 자기장이 겹쳐져서” 등의 대답이 있었는데, 대부분의 학생들이 자석의 다른 극끼리는 서로 당긴다는 사실을 알고 있었다.

3) 막대자석 두 개를 나란히 놓은 경우

그림 3처럼 막대자석 두 개를 나란히 놓은 경우

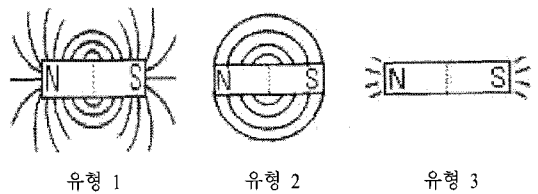


그림 1. 막대자석 한 개의 경우

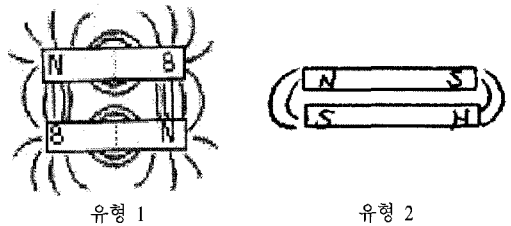


그림 2. 막대자석 두 개가 마주 보는 그림

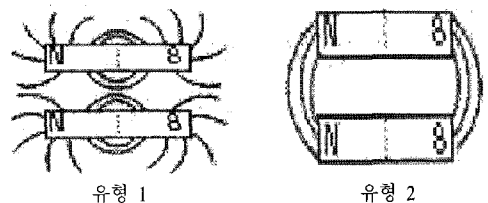


그림 3. 막대자석 두 개를 나란히 놓은 그림

에 철가루가 그렇게 늘어 서는 이유에 대해서 “서로 같은 극끼리는 밀어낸다”, “자석의 같은 극끼리는 붙지 않아서”, “서로 다른 극이라서 철가루를 밀어내서” 등의 응답이 있었다. 유형 2로 그린 이유 중에는 “같은 극끼리는 서로 붙기 때문”이라고 대답하였고, 이것으로 자석의 인력과 척력 개념을 바르게 알지 못한다고 알 수 있었다. 또, 유형 2처럼 다른 학생은 “자석의 같은 극끼리는 서로 밀어내기 때문에 그렇게 그렸다”라고도 대답했다. 이것으로부터 그림 3의 유형 2의 그림은 자석의 인력과 척력 개념을 이해하지 못할 수 있다고 볼 수 있다.

4) 원형 자석의 경우

학생들에게 원형 자석의 자기력선을 그린 이유를 물었을 때, “윗면과 아랫면이 N, S극이라서 막대 자석의 경우처럼 그렸다”(표 5의 유형 1), “N극과 S극이 섞여 있어서 곳곳에 구분없이 달라붙었다”(표 5의 유형 2)라는 응답이 있었고, “등근 자석은 모양이 둥글어서 그런 모양이 될 것이다”(표 5의 유형 3)와 같은 응답이 있었다. 원형 자석의 극에 대한 질문에 유형 1의 학생은 “막대자석처럼 윗면이 N극, 아랫면이 S극일 것이다”라고 대답했고, 유형 2의 학생은 “N, S극이 섞여 있을 것이다”라고 대답했다. 또, 유형 3의 학생은 “등근 자석 전체가 하나의 극으로 되어 있고, 자석 가장자리 부분이 셀 것이다”라는 응답을 하였고, 따라서 자석에서 N극과 S극이 항상 같이 존재한다는 사실을 모르고 있다는 것을 알 수 있다. 유형 4처럼 그린 학생은 “등근 자석의 좌, 우가 N, S극이기 때문에 그렇게 그렸다”고 응답하기도 했다. 이처럼 표 5의 유형 1과 유형 4는 등근 자석에도 N극과 S극이 있음을 이해하는 경우에 그리는 그림이며, 유형 2를 그리는 학생은 N극과 S극이 섞여 있다는 오개념을 가진 것으로 보이며, 유형 1은 등근 자석이 한 가지 극으로 되어 있음을 보이는 그림이라고 볼 수 있었다.

5) 말굽자석의 경우

말굽자석의 경우에는 자석 주변의 자기력선을 바르게 그린 경우는 극히 적었고, 말굽자석의 일부분에만 선을 그린 학생이 많았다. 그림을 그린 이유를 물었을 때, “극부분이 강하고 등근 부분은 약해서”(표 6의 유형 1)라는 응답이 있었고, “다른 극끼리는 서로 끌어당기기 때문에”(표 6의 유형 3),

“말굽 모양과 비슷한 모양이 될 것 같다”(표 6의 유형 4)라는 응답도 있었다. 자기력이 존재하는 공간을 물었을 때, 유형 1처럼 자기력선을 바르게 그린 학생은 “N극과 S극 쪽이 강하고 등근 부분은 자기력이 약하다”고 응답했다. 유형 2와 유형 3처럼 자석의 극부분에만 자기력선을 그린 경우에는 “N극과 S극 쪽에만 자기력이 있고, 가운데 부분에는 자기력이 없을 것이다”라는 응답이 많았다.

6) 에나멜선을 성기게 감은 전자석

에나멜선을 감아서 만든 전자석 주위에 철가루가 늘어 서는 모양을 그리게 한 경우, 학생들은 그림 4의 4가지 유형으로 그렸으며, 그 이유를 물었더니, “전지의 방향을 보면 N, S극을 알 수 있고, 모양은 막대자석과 같을 것이다”(유형 1)라고 응답하는 경우가 올바른 자기장 개념으로 보인다. 그러나 “전자석은 자석과 비슷한 성질이 있어서”(유형 1)라고 응답하거나 “자기장이 못 주위에 생겨서”(유형 2), “에나멜선에 전류가 흐르기 때문에 에나멜선 쪽에 철가루가 몰림”(유형 3), “못의 뾰족한 부분에 전류가 잘 흘러 한 쪽이 셀 것이다”(유형 4)라고 응답을 보면, 이런 유형의 그림들은 모두 에나멜선 주위의 자기장에 대한 오개념을 나타낸다고 볼 수 있다.

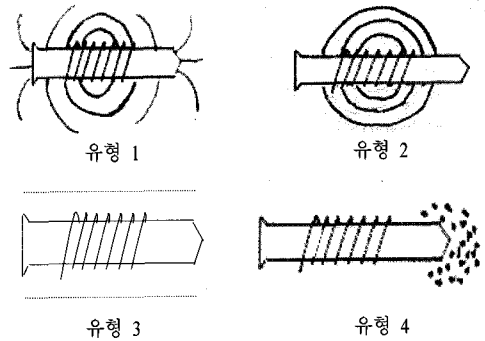


그림 4. 에나멜선을 성기게 감은 전자석

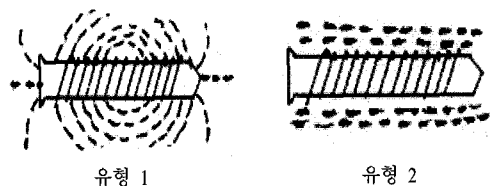


그림 5. 에나멜선을 촘촘히 감은 전자석

7) 에나멜선을 촘촘히 감은 전자석

마찬가지로 촘촘히 감은 전자석 주위에 철가루가 늘어 서는 모양을 그리고 그 이유를 물었을 때, 그림 5의 유형처럼 그린 학생은 “에나멜선을 많이 감아서”, “자석의 힘이 더욱 강해짐” 등의 응답을 하였고 올바른 자기장 개념을 갖고 있다고 볼 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구에서는 초등학교 3학년, 6학년 학생 105명을 대상으로 자석 주변에 늘어 서는 철가루의 모양을 그려보게 한 후 그림 유형에 따른 면담을 통해 자기력선에 대한 오개념과 자기장에 관한 개념을 조사하였다. 그 결과로 초등학생들은 여러 자석 유형 중 막대자석 한 개의 경우에 자석 주위의 철가루 그림을 올바르게 그린 학생이 40.0% 정도로 가장 많았다. 막대자석 두 개가 서로 마주보거나 나란히 있는 경우는 철가루의 그림을 올바르게 그린 비율이 줄어들었으며, 과학교육과정 상에서 접해보지 못한 말굽 자석과 원형 자석의 경우에는 초등학생의 7.6%와 2.9%만이 철가루 배열을 올바르게 그렸을 뿐이다. 전자석에 대해 배우지 않은 3학년은 전자석에서 자기력선 모양을 제대로 그린 학생은 거의 없었는데, 이러한 결과는 ‘전자석’ 주제가 3학년 학생들에게는 매우 어렵다는 것을 시사한다. 그러나 과학 수업에서 전자석을 학습했던 6학년 학생들도 자기력선 모양을 올바르게 그린 비율은 에나멜선을 성기게 감은 경우에 31.3%, 촘촘히 감은 경우에 22.9%에 그쳤다. 6학년 학생이 막대자석에서 자기력선을 그린 정답률이 66.7%이었던 것에 비하면, 학습한 후에도 전자석 주변의 자기장의 모습을 이해하는데 어려움을 갖고 있음을 알 수 있다.

자석 주변에 철가루가 늘어 서는 이유에 대해서는 각 유형별로 비슷하게 답변했는데, N극과 S극이 양쪽에서 철을 잡아당겨서라는 응답과 자석의 극에 철가루들이 모여서, 자기장 때문이라는 응답 등이 있었다. 막대 자석 두 개의 경우, 자기력선을 그렇게 그린 이유를 물었을 때, 학생들은 자석의 같은 극끼리는 서로 밀고 다른 극끼리는 서로 당긴다는 것을 알고 있으면서도 자기장 모양을 그리는 일에 어려움을 느끼고 있었다. 특히 학생들은 자석의 인

력보다 척력에 대해 더 어려워했다. 특히 말굽 자석의 경우에는 자석의 극 부분에만 자기력선을 그린 학생이 많았는데, 이 학생들 중에는 말굽자석의 극 부분에만 자기력이 있고 가운데 부분에는 자기력이 없다고 생각하는 학생이 대부분이었다. 원형 자석에서 자석의 극에 대해 묻는 질문에서는 매우 다양한 응답이 나왔는데 ‘자석의 위, 아래가 N, S극이다’, ‘자석 전체가 하나의 극이다’, ‘자석 전체에 N, S 극이 섞여 있다’, ‘둥근 자석 좌, 우가 N, S 극이다’ 등의 응답이 있었다. 전자석의 경우 6학년 학생들 중 자기장 모양을 제대로 그리지는 못했으며, 특히 에나멜선을 성기게 감았을 때와 촘촘하게 감았을 때 자기장의 모양의 차이를 모르는 학생이 많았다.

대부분의 학생들이 자석의 다른 극끼리는 서로 당긴다는 사실들을 포함하여 자기장 개념을 과학적으로 이해하는 경우가 있었지만 자기력선 그림으로 알아낼 수 있는 자기장에 관한 오개념을 표 7처럼 정리할 수 있었다.

결론적으로 초등학생들은 교과서를 통해, 또한 직접 실험을 통해 자석 주변에 철가루가 늘어 선 모양을 관찰하였음에도 불구하고, 교과서에 제시된 것과는 다른 방식으로 자석과 자기력에 관련된 개념을 이해하고 있음을 알 수 있다. 초등학생들은 자석 주변에 철가루가 늘어 서는 모습을 자신의 방식대로 이해하여 자기력선의 모양을 그리며, 또한 그 그림에서 자기력선의 모습을 표현하고 있는데, 과학적인 자기장 개념과는 매우 다르며 일부 오개념을 드러냄을 알 수 있었다.

2. 후속 연구

본 연구에서는 자기력선 그림의 유형별로 일부의 아동만 표집하여 면담을 통해 정성적인 조사를

표 7. 자기력선 그림으로 알아낼 수 있는 자기장 오개념들

자석의 중간에 자기력선을 그리지 않은 그림에는 자석 중간에 자기장이 없다.
막대 자석 두 개를 나란히 놓았을 때 자석의 인력과 척력 개념을 이해하지 못한다.
둥근 자석에 N극과 S극이 섞여 있다. 둥근 자석이 한 가지 극으로 되어 있다.
에나멜선 주위의 자기장은 못의 뾰족한 부분에 전류가 잘 흘러 한 쪽이 세다.

했는데, 그림 유형별 오개념을 정량적으로 분석하는 연구가 필요하리라 본다. 아울러 자기장 개념의 학습에 효과적인 방법과 교수 학습 자료 개발 및 연구가 필요할 것이다. 더 나아가 그림을 그리는 방법으로 초등학생들의 과학 개념에 대한 조사를 심층적으로 수행할 필요가 있다.

참고문헌

- 권재술, 김범기(1993). 과학개념 오개념 편람. 한국교원대학교 물리교육 연구실.
- 김대민(1997). 초등학교 학생의 전류에 의한 자기장 개념, 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 도광석(2000). 초등학교 학생의 자기장 개념에 관한 연구, 부산교육대학교 석사학위 논문.
- 변순예, 조광희, 송진웅(2003). 고등학생의 자기력선을 이용한 자기장 표현의 유형. 한국물리학회 회보, 21(1), 169-170.
- 송진웅, 김익균, 김영민, 권성기, 오원근, 박종원(2004). 학생의 물리 오개념 지도. 북스힐.
- 양영민(1992). 증발과 응결에 대한 국민학교 학생들의 개념 조사. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 임보람(2002). 대학생들의 전기력선에 대한 이해도 조사. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 장준성, 이재형 역(2002). 대학물리학, 북스힐 (Young, H. and Freedman, R. (2000). *University physics with modern physics*: 10th ed.), 784-785.
- 정승호(2001). 자석에 관한 초등학교 예비교사들의 이해도 조사. 부산교육대학교 석사학위 논문.
- 조희형(2001). 과학교육총론. 교육과학사.
- 최경희, 장현숙(2003). 중학생들의 자기 관련 오개념 조사. 새물리, 47(4), 207-217.
- 한명희(1999). 중학생의 전기와 자기에 관한 개념 조사. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 홍성욱(1986). Michael Faraday에 있어서 자기력선 개념의 형성 과정에 대한 고찰, 한국과학사학회지, 8(1), 48-70.
- Barrow, L. (1987). Magnet concepts and elementary students' misconceptions, in J. Novak (ed.) *The proceedings of the second international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics*, 3, 17-22.
- Duit, R. (1991). Students' conceptual frameworks: Consequences for learning science, in S. M. Glynn, R. H. Yeany and B.K. Britton, *The psychology of learning science*, 65-85, Lawrence Erlbaum Associates(권성기, 임청환 역 (2000). 구성주의적 과학학습 심리학, 시그마프레스 71-95)
- Pocovi, M. C. & Finley, F. (2002). Lines of force: Faraday's and students' views. *International Journal of Science Education*, 11, 459-474.
- Selman, R. L., Krupa, M. P., Stone, C. R. & Jacquette, D. D. (1982). Concrete operational thought and the emergence of the concept of unseen force in children's theories of electromagnetism and gravity, *Science Education*, 66(2), 181-194.