

수학과 과학을 통합 지도한 초등학교 ‘물체의 속력’ 수업에서 학생의 학습 성취 분석

정하나 · 전영석
(서울교육대학교)

An Analysis on the Students' Achievement in the ‘Speed of Objects’ Chapter based on the Integrated Science and Mathematics Classes for Elementary School Students

Jung, Hana · Jhun, Youngseok
(Seoul National University of Education)

ABSTRACT

Mathematics and science are very closely related. Among the science areas, physic is strongly linked with mathematics. As the related mathematics skills were allotted later than the science contents in the national curriculum, students often suffer from science classes. Accordingly, an opinion have been claimed to teach the related mathematics skills prior to the science classes. However, it would be hard to arrange all science and mathematics contents in order. Instead of that, in this research, we taught students mathematics contents that are crucial for learning speed through science classes. We called that teaching strategy an integrated science and mathematics class. Then, we examined students' achievement in science as well as skills of mathematics to know the effectiveness of the strategy. We found that the average mathematics score of the whole class went up meaningfully. We also found that their science achievement was above than basic level. Moreover, the homeroom teacher of the students observed 3 aspects which showed the students were better than previous students. Finally, we divided the students into 4 groups by their science and mathematics achievement score and interviewed each group. As a result, we knew that interesting and confidence in science and mathematics quite exerted influence on their achievement.

Key words : integrated science and mathematics class, speed of object, analysis on achievement

I. 서 론

수학과 과학은 매우 밀접한 관계에 있다. 수학은 자연세계의 규칙성을 효과적으로 표현하는데 유용하며, 자연현상을 양적으로 이해하는데 중요한 역할을 한다. 과학의 많은 개념이 식으로 표현되고, 관련 문제들이 수학적으로 해결된다. Ziman(1991)은 과학적 의사소통을 위한 가장 이상적인 언어는

수학이라고 하였다. 학문으로서의 연계성뿐만 아니라, 교육과정 측면에서 보았을 때도 과학의 전 영역에서 수학 교과와 학습내용이 폭넓게 활용되고 있는데, 이 점은 학생들이 과학을 어려워하는 이유가 되고 있다(Suh *et al.*, 2008). 특히 물리 영역은 수학과 연계성이 높고(Kim, 2009; Yong, 2010), 수학적 능력을 많이 요구하기 때문에 학생들의 어려움이 가중되고 있다(Kim & Lee, 2006; Lim & Lee,

2013).

학생들이 물리 학습을 하기에 앞서 관련된 수학 내용을 미리 학습하지 않은 경우 과학 학습에 곤란을 겪는다. 한 예로 초등학교 4학년 1학기 ‘무게계기’ 단원에서 용수철이 늘어난 길이를 계산하기 위해서는 소수의 뺄셈을 할 수 있어야 하는데, 수학에서 ‘소수의 뺄셈’은 4학년 2학기에 배정되어 있기 때문에 어려움을 겪는 학생들이 많다(Park & Jhun, 2014). 과학 내용보다 관련된 수학 내용이 더 이후에 제시되었을 때 생기는 어려움이 없도록 교육과정을 조정하는 방안을 생각해 볼 수 있으나, 초등학교에서부터 고등학교까지의 수학과 과학 내용이 순차적으로 연계되도록 교육과정을 조정하는 일에는 매우 복잡한 작업이 요구된다. 또한 수학을 먼저 배운다고 해도 학생들이 학습한 내용을 모두 이해하여 과학 학습에 적용할 수 있다는 보장이 없고, 학습한 내용을 이 후 단원이나 학년에 지속적으로 사용하지 않으면 수학으로 인한 과학 학습의 어려움은 해소되지 않는다(Suh et al., 2008). 5학년 2학기의 ‘물체의 속력’ 단원의 경우 이 단원을 이해하기 위해 비와 비율, 소수 몫이 나오는 자연수의 나눗셈 학습이 선행되어야 하지만, 단원 순서상 ‘물체의 속력’ 단원보다 더 늦게 다뤄질 수 있을 뿐만 아니라, 5학년 1학기나 4학년 때 학습했던 약분, 꺾은선 그래프와 같은 수학 개념도 요구되므로 어려움을 겪는 학생들이 많다(Jung & Jhun, 2014).

수학으로 인해 과학 학습에 어려움을 겪는 학생들을 위해 수학과 밀접한 과학 단원의 경우, 적절한 시기에 학생들에게 수학적 도움을 제공할 필요가 있다. 과학 내용에 앞서 수학 내용을 먼저 가르쳐야 한다고 생각할 수 있지만, 발상을 전환하여 과학 학습을 통해 수학을 함께 가르치는 방향도 생각해 볼 수 있다. 추상적이고 형식적인 사고능력이 약하여 수학을 잘 못하는 학생도 구체적인 실제 세상의 사례를 다루는 과학을 통해서 오히려 수학을 쉽게 학습할 수도 있다. 가드너(Gardner, 2006)는 사람은 여러 가지 지능을 함께 가지고 있고, 강점 지능과 약점 지능이 서로 다르며, 강점 지능을 활용한 수업으로 약점 지능을 신장시킬 수 있다고 하였다.

과학과 수학을 통합하여 지도한 선행연구가 다소 있다. Shin(2005)의 연구에서 학생들은 물체의 등속 운동을 탐구하면서 일차함수가 발생하는 과정

을 이해하고, 그래프의 기울기가 가지는 의미를 해석할 수 있었다. Yeom(2007)의 연구에 참여한 학생들은 용수철 늘이기 실험 후, 대응표와 그래프를 직접 작성해보므로써 일차함수 개념에 용이하게 접근할 수 있었다. 또한 과학 학습의 이해도도 높아졌다. Lee et al.(2010)의 수업에서 학생들은 속도와 가속도 같은 물리 개념을 토대로 현상을 탐구하고, 변화율, 도함수와 같은 수학 개념을 학습하였으며, 중력 가속도를 체험할 수 있다.

위 연구들은 과학 활동이 수학 학습을 할 수 있는 실제적인 맥락을 제공하며, 학습한 수학 내용을 기반으로 과학 성취가 이루어짐을 보여준다. 하지만 국내의 수학과학 통합교육은 주로 중학교와 고등학교 수준에서 연구되고 있으며, 함수와 그래프 영역에 치우쳐 있다(Park & Koh, 2011). 초등학교에서는 정규 교과 수업보다는 주제 중심 통합 프로그램 개발과 적용에 대한 연구가 있다(Hong, 2009). 본 연구에서는 함수와 그래프 영역뿐만 아니라, 수와 연산 영역과도 관련이 매우 높은 초등학교 5학년 2학기 ‘물체의 속력’ 단원을 선택하여 수학과학 통합수업을 실시한 후, 학생들의 성취를 분석하였다. 그리고 성취도별로 학생을 그룹 짓고 그룹별 특징도 분석하였다. 이를 통해 첫 번째로 수학과학 통합수업이 수학 학습과 과학 학습에 주는 효과를 알아보았다. 두 번째 수학과학 통합수업에서 수학 성취와 과학 성취 사이에 어떤 관계가 있는지 알아보았다. 마지막으로 어떤 학생들이 수학과학 통합수업에 더 큰 영향을 받는지 살펴보았다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 2014학년도에 서울 S초등학교를 다닌 5학년 학생 25명(남: 13명, 여: 12명)이다. 학생들의 담임교사가 연구진으로 참여하여 그들의 학습과정을 면밀하게 관찰할 수 있었다. 담임교사 한 명의 의견이므로 일반화 가능성은 낮지만, 이 교사는 ‘물체의 속력’ 단원을 여러 차례 가르친 경험이 있었다. 2010~2012년에는 일반 과학 수업으로, 2014년에는 수학과학 통합수업으로 학생들을 지도하였었기 때문에, 일반 과학 수업과 수학과학 통합 수업을 비교할 수 있는 객관적 입장에 있다고 판단된다.

2. 수업설계

본 연구에 적용할 수학과학 통합수업을 설계하기 위해 수학과학 통합교육과 관련된 선행연구를 살펴보았다. Lee *et al.*(2010)은 문헌 연구를 통해 수학과학 통합교육의 목적, 목표, 특징 등에 대해 논의하고, ‘수학과학 통합교육 수업설계모형’을 제안하였다. 본 연구에서는 Lee *et al.*(2010)이 제시한 5 단계의 수업 모형을 초등학생 수준에 맞게 3 단계로 수정하여 수업설계 및 학습자료 개발을 위한 틀로 사용하였다. 본 연구에서 사용한 수업 모형은 Fig. 1과 같다.

I 단계에서는 과학 개념을 제시하고 탐구한다. II 단계에서는 제시한 과학 개념을 바탕으로 관련 수학을 학습하거나 복습한다. III 단계에서는 학습한 과학 개념과 수학 개념을 통합하여 문제를 해결하게 된다.

다음으로 ‘물체의 속력’ 단원 교수·학습과 관련된 선행연구를 살펴보았다. ‘물체의 속력’ 단원 중 교사와 학생의 교수·학습 곤란이 가장 높은 차시는 5~7차시였고(Jung, 2012), 5~7차시와 10 차시 내용이 수학과 관련성이 가장 높았다(Lee, 2014). 선

행연구를 바탕으로 수학과 가장 관련이 높고 교사와 학생의 곤란이 높은 5차시(물체의 빠르기를 속력으로 나타내기), 6차시(단위가 다른 물체의 속력 비교하기), 7차시(물체의 빠르기를 그래프로 나타내어 비교하기)에 수학과학 통합수업을 적용하기로 하였다. 단, 10차시는 심화학습이라서 제외하였다.

5~7차시의 수학과 과학 학습 요소를 추출하기 위해 관련 선행연구(Jung, 2012; Lee, 2014)와 교사용 지도서(ESTD, 2011)를 살펴보았다. 추출된 차시별 수학·과학 학습 요소를 Table 1에 정리하였다.

수학과학 통합수업 모형(Fig. 1)에 따라 수학·과학 학습 요소(Table 1)를 함께 가르칠 수 있는 수업을 설계하였다. Table 2에 5차시 수업 흐름을 예시로 제시하였다.

3. 검사도구

수학과학 통합수업 후 학생들의 성취를 평가하기 위한 수학·과학 평가지를 개발하였다. 5~7차시에서 추출된 수학 학습 요소를 6개의 영역(길이와 시간, 꺾은선 그래프, 약분과 통분, 분수와 소수, 비와 비율, 자연수의 나눗셈)으로 나누고, 영역 별로

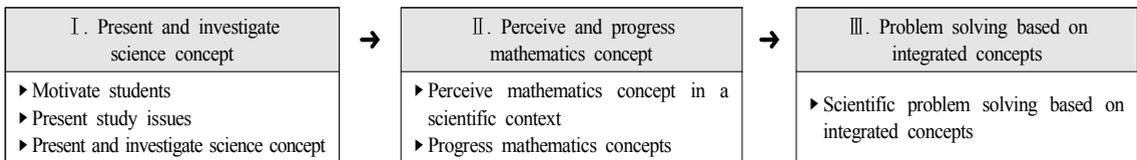


Fig. 1. Integrated science and mathematics class model for elementary students

Table 1. Contents of science and mathematics in ‘Speed of Objects’ chapter (5~7th periods)

Period	Contents of science	Contents of mathematics
5	<ul style="list-style-type: none"> Understanding the meaning and units of speed Comparing speed between objects by calculating speed 	<ul style="list-style-type: none"> Unit of length (km, m, cm) (3-1) Unit of time (hour, minute, second) (3-1) Division of natural number (4-1, 5-2) Round off (4-2) Fraction and decimal (2-4, 5-1) Proportion and ratio (5-2)
6	<ul style="list-style-type: none"> Transforming the unit of speed from km/h to m/s or in opposite Comparing speed of objects that have different units 	<ul style="list-style-type: none"> Relation between units of length (3-1) Relation between units of time (3-1) Fraction and decimal (2-4, 5-1) Reduction of a fraction and making a common denominator (5-1) Proportion and ratio (5-2)
7	<ul style="list-style-type: none"> Drawing a time-distance line graph Interpreting a time-distance line graph 	<ul style="list-style-type: none"> Division of natural number that have a natural number quotient (4-1) Line graph (4-2) Fraction and decimal (2-4, 5-1) Proportion and ratio (5-2)

Table 2. Procedures of integrated science and mathematics class (5th periods)

Learning objective	Comparing speed between objects by calculating speed
Contents of math	Length & time, fraction & decimal, division of natural number (round off), proportion & ratio
Procedures	Teaching & learning activities
I. Present and investigate science concept	<ul style="list-style-type: none"> • Feel the necessity of speed as a degree of fast. • Understanding the meaning of speed. • Understanding the units of speed.
II. Perceive and progress mathematics concept	<ul style="list-style-type: none"> • Review units of length and time. • Learning the way of dividing between natural numbers that have decimal quotient and doing round it off. • Learning the meaning of proportion and ratio.
III. Problem solving based on integrated concepts	<ul style="list-style-type: none"> • Measuring time and distance of 3 running games. • Calculating and ranking the speed of 3 running games.

평가 문항을 개발하였다. 영역별 만점은 5점으로 총점은 30점이었다. 과학 성취도 평가 문항은 추출된 과학 학습 요소와 실제 수업 내용을 반영하여 개발하였다. 주관식 문항으로 구성하여 학생들의 생각을 자세히 알 수 있도록 하였고, 차시 별 만점은 10점으로 총점은 30점이었다.

4. 자료 수집 및 분석

수학 성취도 평가는 통합수업 전과 후에 동형 문항으로 실시하였다. 과학 성취도 평가는 차시별 수업이 끝나고 실시하였다. 모든 평가가 끝난 후 학생들을 수학 · 과학 성취도에 따라 4그룹으로 나누고, 그룹별로 면담하였다. 면담은 연구자와 학생들이 자유롭게 대화를 나누는 형식으로 진행하였고, 수학과학 통합수업 후의 소감을 이야기하도록 하였다.

먼저 수업 전과 후의 수학 성취도를 비교하여 수

학과학 통합수업이 수학 학습에 미친 영향을 알아보았다. 다음으로 학생들을 과학 성취도에 따라 상중하로 나누고, 각 등급별 학생 수를 파악하여, 통합수업이 과학 학습에 미친 영향을 알아보았다. 하지만 한 번의 성취도 평가로 학생들의 수준을 파악하기 어렵다. 이 점을 보완하기 위해 ‘물체의 속력’을 여러 번 가르쳐 본 담임교사의 의견도 함께 제시하였다. 또한 수학 성취도와 과학 성취도 점수를 비교하여 수학 학습과 과학 학습 사이의 관계에 대해 고찰하였으며, 마지막으로 수학 · 과학 성취도에 따라 나누어진 네 개의 그룹과 면담한 결과를 분석하여 수학과학 통합수업이 어떤 학생들에게 도움이 되는지 알아보았다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 수학 · 과학 성취도 평가 결과 분석

Table 3. Average score of pre and post mathematics test

Area of math		Length & time (5)	Line graph (5)	Reduction & common denominator (5)	Fraction & decimal (5)	Proportion & ratio (5)	Division of natural number (5)	Total (30)
Division								
Pre test	M	4.0	3.2	3.2	3.8	1.7	3.4	19.4
	SD	0.9	1.4	1.2	1.3	1.5	1.3	5.3
Post test	M	4.2	3.8	3.8	4.3	3.5	4.2	23.7
	SD	0.9	1.2	1.1	1.0	1.2	1.2	4.1
Mean difference		0.2	0.6	0.6	0.5	1.8	0.8	4.3
t-static		-1.44	-1.89	-3.67	-2.18	-5.51	-2.67	-6.38
P		0.08	0.04*	0.00**	0.02*	0.00**	0.01**	0.00**

t dismissed=1.71
*≤.05, **≤.01

1) 수학 성취도 평가 결과 분석

수학과학 통합수업이 학생들의 수학 성취에 미치는 영향을 알아보기 위해서 통합수업 전과 후의 수학 성취도 점수를 비교했다. Table 3은 전체 학생(N=25)의 평균 점수를 수학 영역별로 나타낸 것이다. 수학 점수가 수업 전보다 통계적으로 의미 있게 상승하였는지 알아보기 위해서 유의도 0.05에서 t 단측 검정하였다.

Table 3을 보면, 모든 수학 영역에서 학급 평균 점수가 상승하였음을 확인할 수 있다. 총점의 평균은 19.4점에서 23.7점으로 4.3점 상승하였는데, 한 영역의 만점이 5점인 것을 감안하였을 때, 큰 폭으로 성장하였다고 할 수 있다. 그리고 약분과 통분, 비와 비율, 자연수의 나눗셈 영역과 총점은 유의수준 0.01에서, 곱셈선 그래프, 분수와 소수 영역은 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의미한 상승이 있었다.

비와 비율 영역의 상승폭이 가장 컸고(1.8점), 자연수의 나눗셈 영역이 그 다음이었다(0.8점). 본 연구에 참여한 학생들은 수학 시간에 비와 비율(비와 비율의 의미, 비율 값 구하기)과 자연수÷자연수를 했을 때 몫이 소수로 나오는 경우를 학습하지 않았다. 두 영역의 사전 성취도가 낮은 편이었고, 큰 상승을 기대하기 어려웠지만 통합수업 후에 놀라울 정도로 성취도가 향상된 것을 관찰할 수 있었다. 즉, 수학 내용을 선행학습하지 않더라도 과학 수업을 통해 배울 수 있음을 알 수 있다.

곱셈선 그래프와 약분과 통분 영역은 사전에 비해 평균점수가 0.5점 상승하였고, 분수와 소수 영역은 0.6점 상승하였다. 세 영역 모두 5학년 2학기 이전에 학습한 내용으로 다소 시간이 지나 학습 내용을 잊어버린 학생들이 많았다. 관련 내용을 포함시켜 수업을 한 점이 세 영역의 성취도 향상에 도움이 된 것으로 보인다.

위 결과를 통해, 과학 시간에 수학을 통합하여 지도하는 것은 수학 성취도 향상에 긍정적인 영향

을 미친다는 점을 확인할 수 있었다. 또한 수학과학 통합교육은 과학 개념을 토대로 새로운 수학 개념을 도입하고 가르치는 과정부터 적용될 수 있다는 Lee et al.(2010)의 의견을 뒷받침 한다. 학생들은 물체의 움직임에 내재된 수학적 개념을 자연스럽게 파악할 수 있고, 관찰 및 측정 결과를 수와 기호, 그래프로 표현함으로써 수학 개념을 발전시킬 수 있다. 이러한 점에서 본 연구가 Fruedenthal(1973)이 주장했던 현실 상황으로부터의 수학화를 통한 수학 교수-학습과 일맥상통한다고 말할 수 있다. 수학과 밀접하게 연결된 과학 내용의 경우 수학 개념에 대한 이해가 심화되면 과학 개념에 대한 이해도 함께 풍부해질 것으로 기대할 수 있다.

2) 과학 성취도 결과 분석

수학과학 통합수업이 학생들의 과학 성취도 향상에 미친 영향을 살펴보기 위해 과학 성취도 평가 결과를 분석했다. 본 연구에서 사용한 과학 평가 문항은 학생들이 과학 학습 목표에 도달하였는지 확인하기 위한 형성 평가의 성격을 띠므로 상대적 순위가 아닌 절대적 점수에 의미를 부여하였다. 총점의 75% 이상은 상, 25% 이하는 하, 상과 하 사이는 중으로 하였다. 상은 최종적으로 도달하여야 할 학습목표를 성취했을 뿐만 아니라, 습득된 지식을 이용하여 문제를 해결할 수 있는 상태를 말한다. 중은 기본적 학습목표를 성취하였고, 기본 개념과 원리를 이해하는 정도를 말한다. 하는 최소한의 학습목표를 성취한 경우이며, 단순한 과학 지식을 알고 있는 정도이다. Table 4의 윗부분은 과학 성취도의 학급 평균과 수준을 차시별로 나타낸 것이고, 아랫부분은 각 수준에 포함된 학생 수를 제시한 것이다.

전체 총점을 보면, 학급 평균은 21.1(약 70%)로 상에 매우 가까운 중으로 나타났다. 등급별로 상은 13명, 중은 12명으로 모든 학생들이 기본 이상의 성취에 도달하였다. 차시별로 보았을 때, 5차시(물체

Table 4. Average score of science test and the number of people in each grade on science

Period (perfect score)	5 th (10)	6 th (10)	7 th (10)	Total (30)
Average score of science test	7.5(high)	5.8(middle)	7.89(high)	21.1(middle)
Number of students(%)	High	13(52)	9(36)	16(64)
	Middle	12(48)	12(48)	9(36)
	Low	0(0)	4(16)	0(0)

의 빠르기를 속력으로 나타내기), 7차시(물체의 빠르기를 그래프로 나타내어 비교하기) 수업에서는 모든 학생들이 상과 중에 속하여 기본 이상의 성취를 보였고, 성공적으로 문제해결까지 도달한 상태라고 여겨진다. 6차시(단위가 다른 물체의 속력 비교하기)에서는 대부분(80%)이 상과 중에 속한 것으로 보아, 학습 목표에 도달하였다고 판단되지만, 4명은 미흡한 수준에 머물렀다. 따라서 수학과학 통합수업은 대체적으로 과학 학습에 효과적임을 알 수 있다.

수학과학 통합수업이 어떤 점에서 긍정적인 효과를 주었는지 담임교사와의 면담을 통해 확인하였다. 담임교사는 2010~2012학년도에 일반 과학 수업을 했던 경험과 2014학년도에 수학과학 통합수업을 했던 경험을 비교하여, 학생들에게 나타난 변화를 세 가지로 이야기했다. 첫 번째로, 속력을 계산하거나 단위를 변환할 때 계산 실수가 줄어들었다. 두 번째로, 속력을 단순히 계산하는데 그치지 않고 걸린 시간에 대한 이동 거리의 비율이라는 의미를 좀 더 잘 이해하였다. 세 번째로, 시간-거리 그래프에서 기울기와 속력의 관계를 깊이 이해했다. 예전에는 ‘기울기가 클수록 속력이 빠르다.’라는 문장을 암기하는 학생들이 많았지만, ‘거리/시간’으로 속력을 계산하는 까닭을 비율과 관련지음으로써 기울기가 속력을 나타냄을 쉽게 이해하였다. Jung(2012)은 75명의 교사를 대상으로 ‘물체의 속력’ 단원에서 교사가 곤란을 느끼는 이유를 조사하였는데, 50% 이상이 학생 요인으로 인해 어려움을 겪고 있었고, 그 중 대부분은 학생들의 과학 개념 이해 부족과 수학 학습 능력 부족으로 인해 발생했다. 수학과학 통합수업은 학생들의 과학 학습에 도움을 주어 교사들이 물체의 속력을 지도할 때 느끼는 곤란 해소에 도움을 줄 것으로 기대된다.

2. 수학과학 통합수업과 과학 학습 사이의 관계 분석

수학과학 통합수업에서 수학 학습과 과학 학습이 서로에게 미친 영향을 알아보았다. 먼저 학생들을 과학 성취도에 따라 상, 중, 하로 나누고, 각 등급에 속한 학생들의 수학 성취도 평균과 과학 성취도 향상 평균을 계산하였다(Table 5). 이 때, 차시별로 관련된 수학 영역(Table 1)만 선택적으로 더하여 오류를 줄이고자 하였다.

Table 5를 살펴보면 모든 차시의 과학 수업에서 과학 성취도 수준이 높을수록 사후 수학 점수가 높은 것을 알 수 있다. 과학 성취도와 수학 성취도의 상관 점수를 분석한 결과, 사전에는 0.6, 사후에는 0.76으로 통합 수업 후에 과학과 수학의 상관성이 더욱 높아졌다. Berlin and White(1994)는 수학과학 통합교육이 ‘귀납적-연역적, 양적-질적 세계관 사이의 순환적 관계를 강화하면서 지식을 만들어 간다.’라고 하였다. 즉, 학생들은 과학 개념을 토대로 새로운 수학 개념을 배울 수 있고, 수학 개념이 발전되어 가면서 기존의 과학 개념에 대한 이해를 심화시키거나, 몰랐던 부분을 새롭게 이해하면서 지식을 학습해 갔음을 알 수 있다.

한 가지 특이한 점은 6차시(단위가 다른 물체의 속력 비교하기) 결과이다. 과학 성취가 하 등급에 속한 학생들이 상·중 등급 학생에 비해 사후 수학 성취도는 낮았지만, 수학 향상 정도는 오히려 컸다. 현재로서는 초기 수학 성취가 낮아서 과학 성취도도 낮지만, 앞으로 수학과학 통합수업이 지속된다면, 위 학생들은 수학 성취가 계속 향상될 것으로 예상할 수 있다. 7차시에서도 같은 점을 관찰할 수 있는데, 수학과학 통합수업은 형식적인 사고능력이 부족한 학생들에게 과학을 통해 수학을 효과적으로 가르칠 수 있는 한 가지 방법이 될 수 있음을 시사한다.

3. 수학과학 성취에 따른 학생의 특성 분석

지금까지 수학·과학 성취도 결과를 분석함으로

Table 5. Average score of post-math test and difference from pre-math test

Grade on science	5 th (20)		6 th (25)		7 th (20)	
	Post math	Difference	Post math	Difference	Post math	Difference
High	17.92	+3.38	22.56	+3.67	17.27	+3.60
Middle	14.33	+3.33	19.25	+4.00	12.45	+3.73
Low			16.75	+4.50		

써, 수학과학 통합수업이 수학 학습 및 과학 학습에 효과적임을 알 수 있었다. 하지만 모든 학생이 동일한 효과를 얻는다고는 이야기할 수 없다. 과목에 대한 흥미와 수준, 학습태도 등에 따라 수업으로부터 받은 영향이 달라지고, 그 결과로써 성취도도 달라진다. 어떤 학생들이 수학과학 통합수업에서 큰 효과를 얻는지 알아보았다. 이를 위해 수학·과학 성취도를 기준으로 하여 학생들을 그룹화하고, 각 유형별 학생의 특성을 분석하였다.

Fig. 2는 25명 각각의 학생을 화살표(●→)로 기호화하여 2차원 좌표에 나타낸 것이다. 좌표의 가로축은 수학 성취도, 세로축은 과학 성취도를 의미한다. 화살표의 시작은 사전 수학 점수이고, 화살표가 끝나는 지점은 사후 점수로서, 화살표의 길이는 향상된 수학 점수와 비례한다. 과학 성취도 점수가 같아서 화살표가 겹치는 경우, 수학 사전 점수가 낮은 쪽을 사각형 머리와 화살표(◀→)로 표현하여 두 학생을 구분하였다.

과학 성취도와 사전 수학 성취도 점수를 이용하여 학생들을 상-상에서부터 하-하까지 9개의 수준으로 나눌 수 있었고, 9개 중 아무도 포함되지 않은 부분을 제외하니, 최종적으로 네 그룹으로 유형화 할 수 있었다. Fig. 2에 ‘Type 1(7, Ave 3.0↑)’와 같이 ‘유형(학생 수, 수학의 평균 상승 점수)’로 나타냈다.

Type 1은 과학 성취도와 사전 수학 점수가 모두 상인 학생들이었고, Type 2는 과학 점수가 상, 사전 수학 점수는 중인 학생들이었다. Type 3은 과학 성취도는 중간이나 사전 수학 점수가 상인 학생이었고, Type 4는 과학 성취도와 사전 수학 성취도가 모두 중인 학생들이었다. 사전 수학 점수를 사용한 이유는 학생들의 처음 성적에 따라 수학 과학 통합수업의 효과가 어떤 양상으로 나타나는지 알아보기 위해서였다.

Type 1(상-상)은 7명으로 과학 성취도와 사전 수학 점수가 모두 상이었다. 통합수업 후에도 역시 수학 점수는 상에 속하였다. 수학 향상 폭이 3점으로 다소 낮았는데, 이미 어느 정도 수준의 수학 성취를 달성한 상태로 단원 학습을 시작하였기 때문으로 판단된다. 그들은 수학과학 통합수업을 통해 수학과 과학을 함께 배우으로써 과학을 잘 이해할 수 있었다고 이야기했다. 수학과 과학을 잘 하고 좋아한다고 자신 있게 이야기할 뿐만 아니라, 수학과 과학의 관계를 ‘친척’, ‘이웃’, ‘친구’와 같이 비

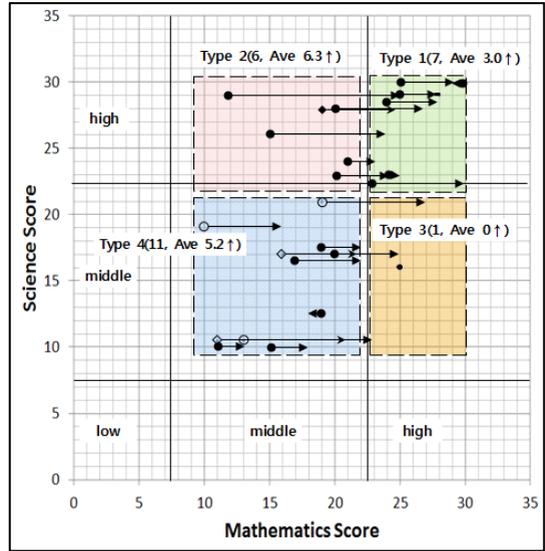


Fig. 2. Science and mathematics score presented by arrows

유적으로 표현하기도 했다. 그 이유를 묻자 ‘과학은 수학을 이해하기 쉽게 하고, 수학은 과학을 이해하기 쉽게 한다.’, ‘서로 도움을 준다.’와 같은 의견이 있었다. Type 1은 수학과 과학을 좋아하고 성취가 높았으며, 수학과 과학 학습에 대한 통합적인 안목과 긍정적인 인식을 가지고 있었다.

Type 2(상-중)는 6명으로 과학 점수가 상, 사전 수학 점수는 중인 학생들이었다. 하지만 수학과학 통합수업 후에 수학 성취가 모두 상으로 상승하였다. 수학 성취도 향상 폭도 6.3점으로 가장 높았다. 이 학생들은 과학을 좋아하는 학생들이었는데, 수학과 과학을 함께 배우는 것이 처음에는 어려웠지만, 과학 수업에 열심히 참여하다보니 점차 어려움이 사라졌고, 재미있어졌다고 이야기했다.

Type 2의 수학 사전·사후 평가 점수를 나타낸 Table 6을 보면 그들이 처음에 곤란을 느낀 원인을 짐작할 수 있다. 약분과 통분, 비와 비율, 자연수의 나눗셈 영역에서 사전 성취가 3점 이하로, 이들은 추상적 수학 개념에 대한 이해가 부족하고, 계산 실수가 잦은 학생들이라고 할 수 있다. 비와 비율이 포함된 ‘규칙성과 문제해결’ 영역과 약분과 통분 및 자연수의 나눗셈이 포함된 ‘수와 연산’ 영역은 수학 교육과정 내에서 학생들의 곤란이 가장 높은 영역(Park & Oh, 2013)으로 Type 2는 교실에서 쉽게 관찰되는 유형의 학생들이다.

수학과학 통합수업을 통해 기초적 수학 능력이

Table 6. Average score of pre and post mathematics test (Type 2)

Area of math Division	Length & time (5)	Line graph (5)	Reduction & common denominator (5)	Fraction & decimal (5)	Proportion & ratio (5)	Division of natural number (5)	Total (30)
Pre test	4.2	3.7	2.7	3.8	1.2	3.0	18.5
Post test	4.7	3.5	4.0	4.5	3.5	4.7	24.8
Difference	0.7	-0.2	1.3	0.7	1.3	1.7	6.3

낮은 Type 2 학생들도 흥미를 잃지 않고 수학 학습을 할 수 있었던 것으로 보인다. Type 2는 과학에 대한 흥미를 바탕으로 수학과 과학 통합수업에 적극 참여한 결과, 매우 미흡했던 세 영역 모두에서 성취도가 1점 이상 향상되었고, 더불어 과학에서도 좋은 성과를 낸 것으로 보인다. 이들은 Type 1처럼 수학과 과학 사이의 관계를 통합적으로 인식하고 표현하는 수준은 아니었지만, 수학과 과학을 함께 배우는 것이 자신의 수학과 과학 학습에 도움이 된다는 것을 경험적으로 느끼고 있었다.

Type 3(중-상)은 1명으로 과학 성취도는 중간이었고, 사전 수학 성취도는 높았으나, 점수의 변화가 조금도 없었다. 이 학생은 면담에 짧게 응하였는데, ‘자신은 과학이 어려웠고 수학이 더 재미있었다.’고 말했다. 담임교사는 이 학생에 대해서 다음과 같이 이야기했다. “과학 시간에 흥미가 없어 참여가 저조하였으며, 책이나 학습지에 낙서를 하는 등 수업 태도가 좋지 않았습니다. 또한 학교보다 학원에 많이 의존하며, 수업시간에도 학원숙제를 하는 경우가 있었습니다.” Type 3은 과학 학습에 흥미가 낮고, 자발적으로 임하는 모습이 부족하였다. 그 결과, 과학 성취가 좋지 않았다. 비록 초기 수학 성취가 우수할지라도 과학에 대한 이해가 부족한 경우, 수학 성취 향상은 제한적임을 보여주는 예이다.

Type 4(중-중)는 11명으로 과학 성취도와 사전 수학 성취도가 모두 중인 학생들이었다. Type 4의 경우, 수학 점수가 크게 상승한 학생들과 그렇지 않은 학생들로 나뉜다는 점이 다소 특이하였다. 세밀한 분석을 위해 항상 점수가 Type 4의 평균(5.2 점)보다 높은 학생 5명을 Type 4A로, 평균보다 낮은 학생 6명을 Type 4B로 구분하였다. Fig. 2에 Type 4A는 화살표의 시작 도형을 하양계(○→) 또는 ◇→) 표시하였다.

Type 4A에 속한 학생들은 과학 시간에 수학을 배우는 것에 재미를 느끼고 있었으며, 기대감도 높았

다. 수학과 과학을 함께 다루는 활동으로부터 새로운 느낌을 느낀다고 하였다. 수학과 과학 통합수업이 이 학생들에게 강함 흥미를 유발한 것으로 보인다. Type 4A에 속한 5명 중 4명이 방과 후 수학 보충반 대상자였다는 점이 주목할 만하다. 그들은 수학을 잘 하지 못함에도 불구하고, 과학 수업을 통해서 수학을 배우는 것에는 전혀 거부감을 느끼지 않았다. 그 결과, 수학 점수에 큰 향상이 있었던 것으로 짐작된다. 앞으로 과학 성취도를 끌어올린다면 Type 2로 전환될 가능성이 있다.

Type 4B 학생들은 과학과 수학에 대한 흥미와 자신감이 낮았다. 수학과 과학 통합수업은 어렵고, 자신은 잘 할 수 없다고 생각하였다. 심지어 한 학생은 과학을 외워야 하는 암기과목으로 생각하면서 과학 학습에 대한 부담과 거부감도 가지고 있었다. 따라서 수업에 참여도가 저조하고, 그 결과 학습 성취 수준도 낮았던 것으로 여겨진다.

지금까지의 논의를 살펴보면, 학생의 수학과 과학 성취에 심리적 요인이 어느 정도 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 수학과 과학에 흥미가 높은 학생일수록 수학과 과학 통합 수업에서 좋은 결과를 얻었다. 기초 연산능력이나 수학 개념이 부족한 학생일지라도 과학 수업에 즐겁게 참여하는 경우, 수학 점수의 향상이 높았다. 반면, 과학 학습에 관심이 없고 부정적 인식이 큰 학생은 수학 향상 정도가 낮고, 과학 성취도 낮은 경향이 있었다. 수학·과학 통합수업을 설계할 때, 수학과 과학에 대한 학생들의 흥미를 높이고, 수학과 과학 통합에 대한 긍정적인 인식을 갖도록 하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 나아가 보다 정확한 상관관계를 파악하기 위해서는 후속 연구가 이루어질 필요가 있다.

IV. 결 론

본 연구에서는 수학과 과학 통합수업이 수학과 과

학 학습 성취에 미치는 영향을 탐색하였다. 또한 수학과학 성취를 기준으로 학생을 4그룹으로 나누어 각 그룹이 가지는 특성을 분석함으로써, 어떤 학생들이 수학과학 통합수업에서 큰 효과를 얻는지 알아보았다.

‘물체의 속력’ 단원을 수학과학 통합수업으로 가르친 결과, 학급 전체의 수학 평균 점수가 30점 만점 중 5점 가까이 상승하였다. 수학과학 통합수업이 수학 학습에 긍정적인 영향을 미침을 알 수 있다. 또한 과학 성취도 평가 결과, 모든 학생들이 기본 이상의 성취에 도달하였음을 알 수 있었다. 연구에 참여한 담임교사는 수학과학 통합수업으로 인해 발전된 점을 3가지로 기술했다. 첫 번째로, 속력을 계산하거나, 단위를 변환할 때 계산 실수가 줄어들었다. 두 번째로, 속력을 단순히 계산하는데 그치지 않고, 걸린 시간에 대한 이동 거리의 비율이라는 의미를 좀 더 잘 이해하였다. 세 번째로, 시간-거리 그래프에서 기울기와 속력의 관계를 더 잘 이해하였다. 결론적으로, 수학과학 통합수업이 과학 학습에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 마지막으로 수학과 학 성취 수준 별로 학생들이 가지는 특성을 분석하였다. 그 결과, 정의적 요인이 학생의 수학과학 성취에 큰 영향을 주고 있음을 알 수 있었다. 따라서 수학과학 통합수업을 설계할 때는 학생들의 흥미를 높이는 활동을 마련하고, 학생들이 수학과학 통합에 대한 긍정적인 인식을 갖도록 도울 필요가 있다.

참고문헌

- Berlin, D. F. & White, A. L. (1994). The Berlin-White integrated science and mathematics model. *School Science and Mathematics*, 94, 2-4.
- ESTD (Education Science Technology Department) (2011). A guide for teaching and learning of elementary science text book 5-2 [초등학교 과학 5-2 교사용 지도서]. Seoul: Kumseongchulpansa.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Netherlands: Springer.
- Gardner, H. (2006). *Multiple intelligences: New Horizons in theory and practice*. NY: Basic Books. (Moon, Y. & You, K. (2007). *Howard Gardner Multiple intelligences*. Seoul: Woojinjishikhouse).
- Hong, Y. (2009). Designing the integrated mathematics and science program and its effectiveness. *Journal of Curriculum Integration*, 3(2), 42-66.
- Jung, H. & Jhun, Y. (2014). Analysis on the degree of difficulty in teaching and learning the ‘Seed of Objects’ chapter. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(1), 172-180.
- Jung, H. (2012). An analysis on the teaching and learning difficulties in elementary school science class on the chapter titled ‘Speed of Objects’. Master thesis of Graduate School of Education in Seoul National University of Education.
- Kim, H. & Lee, B. (2006). Why secondary students perceive that physics is uninteresting and difficult? [학생들이 물리를 재미없고 어렵다고 생각하는 이유에 대한 분석]. *New Physics: Sae Mulli*, 52(6), 521-529.
- Kim, S. (2009). (A) Study on the relationship between mathematics and science curriculums in middle school. Master thesis of Graduate School of Education in Chonnam National University.
- Lee, H., Rim, H. & Moon, J. (2010). A study on the design and implementation of mathematics and science integrated instruction. *The Mathematical Education*, 49(2), 175-198.
- Lee, K. (2014). Analysis in the learning process of science in accordance with the math achievement of students - Focused on the section ‘Velocity of the Object’ of elementary school science curriculum. Master thesis of Graduate School of Education in Seoul National University of Education.
- Lim, J. & Lee, B. (2013). Analysis of students’ difficulty factors in solving physics problems. *New Physics: Sae Mulli*, 63(9), 963-974.
- Park, J. & Oh, Y. (2013). A trend analysis on mathematics underachievers in the elementary school. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 17(2), 265-283.
- Park, J. & Jhun, Y. (2014). An analysis of difficulties of teachers and students in class on weight. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(3), 295-301.
- Park, J. & Koh, S. (2011). Teaching & learning of function based on the class structure model for integrated education of mathematics & chemistry. *Communications of Mathematical Education*, 25(3), 497-524.
- Shin, E. (2005). A case study on teaching and learning of the linear function in constant velocity movement: Focus on integrated curriculum of mathematics and science. *The Journal of Educational Research in Mathematics*,

- 15(4), 419-444.
- Suh, B., Kim, H., Kim, J., Kim, J., Kim, H. & Chae, J. (2008). The analysis of the tendency that the understanding of mathematics affects the learning of science and the research on the connection between the two objects. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 11(4), 677-694.
- Yeom, G. (2007). Teaching method for the linear function through a integrated curriculum of mathematics and science in middle school [중학교 수학과/과학 통합 교육을 통한 중학교 일차 함수 개념 지도 방안]. Master Thesis of Graduate School of Education in Ewha Womans University.
- Yong, E. (2010). Connections between mathematics and science in the high school curriculum-Based on the 2007 revised curriculum. Master thesis of Graduate School of Education in Chonnam National University.
- Ziman, J. (1991). *Reliable knowledge: An exploration of the grounds for belief in science*. Cambridge: Cambridge University Press.