

인지갈등 수업모형이 대기압 개념 변화에 미치는 영향

국 동 식¹ · 김 대 영²

¹충북대학교 사범대학 과학교육연구소, 361-763 충북 청주시 개신동 산 48번지

²충북 충주여자고등학교, 380-090 충북 충주시 용산동 2060번지

Effect of the Cognitive Conflict Teaching Model on the Conceptual Change of Atmospheric Pressure

Dong-Sik Kook¹ · Dae-Young Kim²

¹Science Education Research Institute, Chungbuk National University,
Cheongju 361-763, Korea

²Chungju Girls' High School, Chungbuk 380-090, Korea

Abstract: The purposes of this study is to identify the misconceptions on atmospheric pressure and to investigate the effect of conceptual change of the cognitive conflict teaching models. The subjects are 184 students in girls' high school and divided into the controlled and test group. Before instruction on atmospheric pressure concept, their concept types were identified and their conceptual changes were compared after instruction by the traditional and the cognitive conflict teaching models.

The results of this study are as follows;

- 1) The students' understanding level on the atmospheric pressure was low before instruction and they had some misconceptions. But the concept levels related to their everyday life experiences and memorized concept were high.
- 2) The cognitive conflict teaching model were more effective than the traditional teaching model in the formation of atmospheric pressure concept.
- 3) Though there were some differences among the test items, the cognitive conflict teaching model was identified to be more effective than the traditional teaching model in terms of the durability of atmospheric pressure concept.

Key words: misconception, traditional teaching model, cognitive conflict teaching model, conceptual change

요 약: 이 연구의 목적은 대기압에 대하여 전통적 수업모형과 인지갈등을 이용한 수업모형을 적용하여 수업 전과 수업 2주 후, 수업 3개월 후의 개념 변화를 분석하고 그에 따른 학습 효과를 알아보는 데 있다. 이 연구의 대상은 184명이며 통제집단과 실험집단으로 구분하여 수업 전 개념이해 유형을 파악하고 전통적 수업모형과 인지갈등 수업모형을 적용하여 학습한 후 개념변화를 분석하였다. 이 연구의 결과는 다음과 같다.

- 1) 수업 전에는 대기압과 관련된 기초개념에 대한 이해수준이 낮았으나 일상생활과 관련된 경험적이거나 암기적 개념에서는 비교적 이해수준이 높게 나타났다.
- 2) 인지갈등 수업모형을 이용한 수업 후의 개념 변화는 전통적 수업모형에 비해 과학적 개념 형성에 학습 효과가 높은 것으로 나타났으며
- 3) 문항에 따라 다소 차이는 있지만 수업 3개월 후 개념의 지속성 측면에서도 인지갈등을 이용한 수업모형이 전통적 수업모형보다 효과적인 것으로 분석되었다.

주요어: 오개념, 전통적 수업모형, 인지갈등 수업모형, 개념변화

서론

구성주의는 학생들이 과학 수업을 받기 이전부터 일상 생활의 경험을 통하여 자연현상에 대한 나름대로의 개념을 가지고 있어서 이미 형성된 개념 체계로 과학자 개념과는 다른 개념을 획득하게 된다는 것이다. 즉 학생들에게 이미 형성된 선개념과 새로운 개념과의 상호 작용에 의하여 학습이 이루어진다는 것이다. 학생들과 과학자나 교사가 지니고 있는 과학적 개념과는 다른 오개념일 경우에는 학생의 고유 인지구조 때문에 과학 학습에 의해서도 쉽게 변화하지 않는다는 것이다(Driver, 1985).

따라서 교사는 가르쳐야 할 학문의 기본 개념을 알아야 할 뿐 아니라 학생들이 과학 개념을 어떤 형태로 이해하고 있는지도 알아야 하고, 또한 바르게 이해 시켜야 할 것이다. 그러기 위해서는 학생이 지니고 있는 대체 개념과 개념 이해 형태가 반드시 조사되어야 할 것이다(국동식, 1991, 1994).

이 연구에서는 학생들이 일상 생활에서 항상 접하고 경험하는 대기압에 관해서 학습 전에 형성된 개념유형을 조사확인하고 이를 기초로 인지갈등을 이용한 수업 모형을 개발, 적용하여 개념변화에 대한 효과를 조사해 봄으로서 오인을 해소하고 차후의 과학 학습에서 과학 개념을 획득하기 위한 교수학습방법의 개선에 도움을 주는데 목적이 있다.

앞에서 제시한 연구의 목적을 달성하기 위하여 검사 도구를 이용하여 학생들이 학습 전에 가지고 있는 대기압에 관련된 개념유형을 조사하고 이를 기초로 하여 전통적 수업모형과 인지갈등을 이용한 수업모형을 개발하였다. 그리고 이들 수업모형을 적용하여 수업 전과 후의 개념변화를 비교 분석하였다.

이상의 연구과정을 통하여 알아보고자 하는 문제는 다음과 같다.

- (1) 대기압에 대하여 학생들은 학습 전에 어떤 개념유형을 가지고 있는가?
- (2) 전통적 수업모형과 인지갈등을 이용한 수업모형에 따른 학생들의 개념변화에 차이가 있는가?
- (3) 전통적 수업모형과 인지갈등을 이용한 수업모형이 과학적 개념 지속성에 차이가 있는가?

이론적 배경 및 선행연구

학습자가 수업에 임하기 전에 가지고 있는 개념의 중요성을 강조하여 Gilbert et al.(1982)은 교수학습 결과 나타날 수 있는 학생들의 개념변화 유형을 변하지 않는 개념, 병립적인 개념, 강화된 개념, 혼합된 개념 그리고 일치된 과학개념 5가지로 설명하고 있으며 Piaget는 기존의 지적평형 상태보다 질적으로 발달된 상태인 새로운 지적 평형 상태는 지적 갈등 상태를 거쳐 일어날 수 있다고 지적하고 있다. 또 Ausubel(1968)은 학습이 일어나기 위해서는 학습과제가 사실성과 구축성을 가지고 있어야하고 학습자는 그와 관련된 인지구조를 가지고 있어야 그 학습과제는 유의미 학습 과정을 통해서 학습될 수 있다고 주장하고 있다.

그런데 Hashweh(1986)의 인지 갈등 모형은 효과적인 개념변화가 일어나기 위해서는 학생들의 선입개념과 환경과의 갈등, 그리고 선입개념과 새로 학습하게 될 과학개념과의 갈등이 있어야한다고 주장하고 Fig. 1과 같이 모형화하여 제시하고 있다. 여기서 R은 자연현상 혹은 학습내용이고 C는 개념이다.

또 Posner(1982)는 학습자가 C2와 C1 사이의 갈등을 해소하고 C2를 의미 있는 개념으로 인지구조 속에 받아들이는데 필요한 조건으로 첫째, 학습자는 기존의 개념으로 설명할 수 없는 현상에 직면하고 그것을 설명할 수 없다는 사실을 인식해야 하고 둘째, 새로운 개념은 그 문제를 해결해 줄 수 있을 것처럼 그럴듯해 보여야 하며 셋째, 새로 도입된 개념은 의미를 학습자가 이해할 수 있을 정도로 알기 쉬워야 하고 학습자에게 가치 있게 인식되어야 한다고 주장하고 있다. 그리고 권재술(1989)은 Hashweh가 제시한 개념 변화 모형을 대체적으로 수용하면서 R1과 C2 사이의 갈등을 추가로 제시하고 있다.

중, 고등학교에서의 개념교육의 중요성에 따라 과거

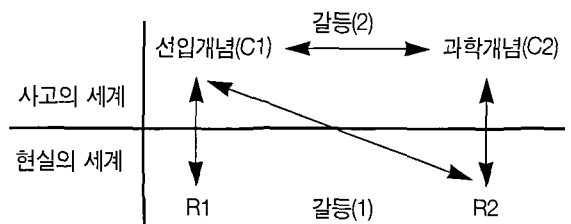


Fig. 1. Cognitive conflict model of Hashweh.

수십 년에 걸쳐 학생들의 개념이해와 오개념에 대한 국내외의 수많은 연구들이 행해져 왔다.

국동식(1991)은 대체개념들이 학습 경험의 증가에도 불구하고 피상적으로 복잡해질 뿐 과학 개념으로 개선되지 못하고 있으며 이러한 현상은 어떤 개념에 대한 학생들의 생각이 조사되고 그에 적합한 학습 지도가 행해지지 않아서 학생들의 기존 인지구조가 과학적으로 재구조화 되지 못했다고 보고하고 있다.

또 학생들의 선입개념은 개인 특유의 것이지만 학생들은 현상을 관찰하거나 결과를 해석하는 과정에서 자신의 기대 혹은 경험적으로 획득한 개념에 의해서 영향을 받고 동일한 성격이나 내용에 관련된 현상에 대해서도 상황이 다를 경우에는 서로 다르게 설명하는 상황의존성을 가지며 자연현상에 대한 학생개념은 자신의 생생한 경험에 바탕을 두고 있기 때문에 일종의 신념에 가깝다는 것이다(정진우, 1991; 임정환, 1994). 이러한 오개념들을 해소하기 위한 수업방법으로 학생들에게 인지적 갈등을 유발시킴으로써 과학적 개념으로 변화시키는 인지갈등을 이용한 수업방법이 효과적이라는 것을 제시하고 있다(김지나, 1997; 박용운, 1996).

인지갈등을 이용한 수업적용 연구로는 초등학교에 적용한 연구(심영이, 1994)와 중학교에 적용한 연구(김명렬, 1994)가 있다. 심영이는 인지갈등 전략을 통해서 아동들이 가지고 있는 힘의 변화 연구에서 교사의 수업에 대한 관점과 학생에 대한 이해가 구성주의적으로 변하고 수업대처 능력이 향상되었으나 교사자신의 수업방법과 사이에 갈등이 있음을 지적하고 있다. 학습자의 측면에서는 토의학습 분위기가 생겨나고 갈등상황에 직면하는 것이 쉬워지고 자연과 수업에 대한 인식이 변하였음을 발견하였다. 또 김명렬은 대기와 물의 순환개념에 대하여 인지갈등 수업전략을 이용한 결과 과학적 태도형성에는 효과가 없었으나 인지갈등 수업전략을 적용할 때 선개념 확인이나 갈등상황을 효과적으로 유도하는 방법을 제시하고 문항에 대한 응답에서도 통제반보다 실험반 학생들이 성의있게 진술하고 있다고 지적하고 있다.

연구 방법 및 절차

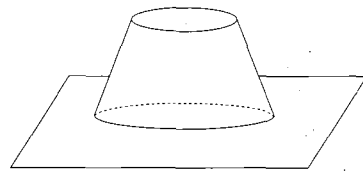
대기압에 관한 학생들의 개념 유형과 변화 및 전통적 수업모형과 인지갈등을 통한 수업모형의 적용 효과를

알아보기 위해 다음과 같은 연구절차를 거쳐 검사 문항지를 작성, 적용, 분석하였다.

연구대상 및 조사도구

본 연구의 대상은 연구자가 근무하는 여자고등학교 1학년 학생으로 무작위로 선정된 통제집단 2학급(92명), 실험집단 2학급(92명)이며 입학시험에 의해 선발된 집단이기 때문에 개인차는 크지 않다고 볼 수 있다. 선정된 대기압 개념은 지구과학 개념 중 날씨와 대기운동을 이해하는데 필요한 기본개념으로서 학생들이 이해하기 어렵고 오개념이 많은 것으로 지적된 개념이다(국동식, 1991). 이 개념은 일상 생활에서 흔히 느끼고 경험하는 개념이기 때문에 먼저 대기압에 관한 수업 전 개념 유형을 조사하고 수업 후의 개념 변화를 알아보고자 국동식(1990)에 의해 개발된 검사 도구 중 대기압과 관련된 내용을 수정, 보완하여 12문항으로 구성된 도구로 지필조사 방법을 사용하였다. 그 예는 다음과 같이 물음에 대하여 답을 선택하고 그 이유를 제시하도록 하였다.

문제 10. 아래 그림과 같이 컵에 물을 가득 넣고 그 위에 종이를 덮은 후 손으로 막고 거꾸로 한 후 손을 떼면 종이는 어떻게 되겠는가?



- ① 떨어진다 ② 떨어지지 않는다

· 이유:

연구절차

수업 전의 개념 조사는 위의 검사도구를 연구자와 해당시간의 과학교사 감독하에 50분간 실시하였고 수업 처치후 동일한 검사지를 이용하여 3차(수업 전, 수업 2주 후, 수업 3개월 후)에 걸쳐 조사한 결과를 비교분석함으로써 인지갈등 수업모형의 개념변화 효과를 조사하였다. 1차 검사결과를 이용하여 인지갈등 수업전략을 위한 수업모형을 개발하고 1시간에 걸쳐 실험반에 투입하였다.

자료 처리는 수업 전 응답한 내용을 각 문항별로 분석하여 수업전 학생이 가지고 있는 개념유형을 조사하고 인지갈등을 이용한 수업의 개념변화 효과를 SPSS/PC+를 이용하여 통계처리 및 분석하였다.

결 과

문항별 답지 선택의 분석을 통해 수업 전과 후의 대기압과 관련 개념의 이해과 그 변화는 다음과 같다.

개념 이해유형과 변화

수업 전 문항에 따른 객관식 답지 선택의 응답 결과는 각 문항에 따라 정답률에 차이를 보이고 있으나 통제집단과 실험집단의 정답률이 50.2%, 49.4%로 나타난 것으로 보아 통제집단과 실험집단간의 차이는 거의 없는 것을 알 수 있으며 약 50%의 학생들이 대기압과 관련된 올바른 개념들을 지니고 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 정답률이 높다고 해도 선택한 답에 대한 이유를 진술한 결과에서는 학생들은 대기압에 관한 정확한 개념을 파악하지 못한 상태에서 단순하게 정답을 선택하고 있다는 것을 보여주고 있다. 기온과 기압, 고도 변화에 따른 기압 변화, 중력과 대기압 등에서 학생들은 이미 주변의 환경으로부터 얻은 경험적인 선입 개념들을 토대로 하여 고도, 압력, 부피변화 개념을 해석하고 있는 것을 알 수 있다. 즉 수업 전에 형성된 선입개념들은 다양하고 비과학적 개념유형들로 존재하고 있음을 알 수 있으므로 정규수업 전 이러한 학생들의 선입개념 파악은 구체적인 학습경험의 제공을 위한 자료가 될 수 있을 것이다.

같은 방법으로 분석하면 수업 전과 수업 2주 후의 전체 정답률 평균은 통제 집단이 50.2%에서 69.6%로 19.4% 증가하였고 실험집단이 49.4%에서 75.8%로 26.4% 증가한 것으로 나타난다. 또 수업 3개월 후 결과는 표1과 같다. 수업 2주 후와 수업 3개월 후의 전체 정답률 평균은 통제 집단이 69.6%에서 67.6%로 2% 감소하였고 실험집단이 75.8%에서 74.5%로 1.3% 감소한 것으로 나타나 큰 차이는 없지만 전통적 수업보다 인지갈등을 이용한 수업이 학생들에게 더 오랫동안 기억되고 있는 것을 알 수 있다. 문항에 따라 다소 차이를 보이나 문항 3, 4, 6, 9, 12번에 대하여는 실험집단이 통제집단에 비해 수업 3개월 후에도 정답률이 지속되고 있

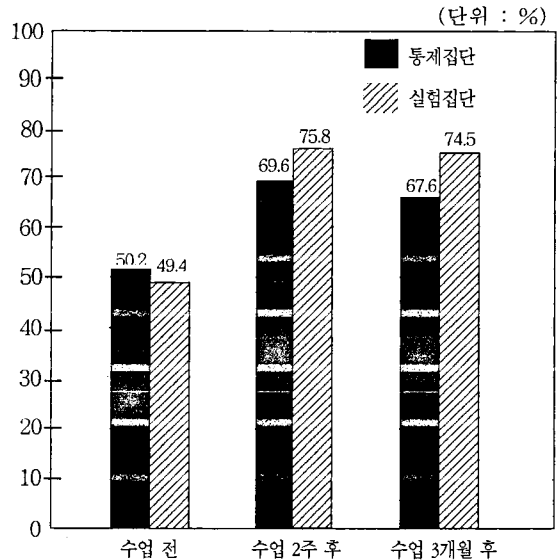


Fig. 2. Mean percentage of correct answer before and after instruction.

지만 문항 1, 7, 8, 10, 11번에 대하여는 실험집단과 통제집단이 큰 차이를 보이지 않는 것으로 분석된다.

수업 전·후의 객관식 답지의 선택 의한 평균 정답률은 그림 2와 같다. 수업 전의 전체 평균 정답률은 통제 집단 50.2%, 실험집단 49.4%로 문항에 따라 평균은 차이가 있으나 두 집단의 전체 정답률 평균은 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 수업 전에 학생들이 이해하고 있는 개념들이 두 집단 모두 비슷한 유형을 가지고 있는 것으로 분석된다.

수업 2주 후에는 통제집단 69.6%, 실험집단 75.8%로 실험집단이 통제집단보다 6.2% 높게 나타났다. 이는 전통적 수업보다 인지갈등을 이용한 수업이 학생들의 기존의 오개념들을 과학적인 개념으로 변화시키는데 더 큰 학습 효과가 있는 것으로 분석된다. 수업 3개월 후에는 문항에 따라 약간 차이는 있으나 통제집단 67.6%, 실험집단 74.5%로 나타나고 있다. 이는 학생들이 수업 2주 후의 개념을 지속하고 있는 것으로 보아 인지갈등을 이용한 수업이 전통적 수업보다 더 의미 있는 것으로 해석된다.

문항 1 '이탈리아의 과학자 토리첼리는 길이 1m이고 밀면적이 1 cm²인 유리관에 수은을 가득 채운후 수은이 담긴 수조속에서 거꾸로 세웠더니 그림과 같이 수은이 내려오다 멈추어 수은 기둥이 형성되었다. 그림에서

Table 1. The percentage on problem 1 by contents (subjects, 92; *, correct answer; (), %).

보기	집단단계 이유	통제집단			실험집단		
		수업 전	2주 후	3개월 후	수업 전	2주 후	3개월 후
1	A	9(9.8)	7(7.6)	8(8.7)	7(7.6)	2(2.2)	3(3.3)
	B	5(5.4)	6(6.5)	5(5.4)	7(7.6)	4(4.3)	4(4.3)
	C	3(3.3)	1(1.1)	2(2.2)	5(5.4)	1(1.1)	1(1.1)
	소계	17(18.5)	14(15.2)	15(16.3)	19(20.7)	7(7.6)	8(8.7)
2	A	7(7.6)	4(4.3)	2(2.2)	9(9.8)	14(15.2)	11(12.0)
	B	8(8.7)	9(9.8)	4(4.3)	2(2.2)	3(3.3)	5(5.4)
	C	3(3.3)	2(2.2)	4(4.3)	4(4.3)	6(6.5)	2(2.2)
	D	8(8.7)	5(5.4)	6(6.5)	6(6.5)		1(1.1)
소계	26(28.3)	20(21.7)	16(17.4)	21(22.8)	23(25.0)	19(20.7)	
3*	A*	16(17.4)	24(26.2)	22(23.9)	15(16.3)	45(48.9)	43(46.7)
	B	3(3.3)	4(4.3)	6(6.5)	1(1.1)	2(2.2)	3(3.3)
	C	5(5.4)	8(8.7)	5(5.4)	4(4.3)	3(3.3)	1(1.1)
	D	4(4.3)	5(5.4)	9(9.8)	3(3.3)	3(3.3)	4(4.3)
	E	11(12.0)	8(8.7)	9(9.8)	13(14.1)	1(1.1)	2(2.2)
소계	39(42.4)	49(53.3)	51(55.4)	36(39.1)	54(58.7)	53(57.6)	
4	A	5(5.4)	2(2.2)	3(3.3)	5(5.4)	2(2.2)	3(3.3)
	B	1(1.1)	2(2.2)	2(2.2)	2(2.2)		
	C	1(1.1)	5(5.4)	4(4.3)	1(1.1)	4(4.3)	4(4.3)
	D		1(1.1)		2(2.2)		2(2.2)
	E	4(4.3)		3(3.3)	6(6.5)		1(1.1)
	소계	10(10.9)	9(9.8)	10(10.9)	16(17.4)	8(8.7)	12(13.0)
계		92(100)	92(100)	92(100)	92(100)	92(100)	

대기압에 해당하는 높이는 다음 중 어느 것인가? 에 대한 답의 선택에 대한 이유유형을 분석한 것이 Table. 1이다. 문항 1의 결과에서 두 집단 모두 수업 전에 상당수의 학생들이 “대기압은 시험관 속에 있는 수은의 높이나 무게와 같다.”라는 오개념을 가지고 있는 것을 알 수 있으며 수업 2주 후에는 정답률이 통제집단 26.1%, 실험집단 48.9%로 나타난 결과에서 인지갈등을 이용한 수업이 전통적 수업보다 과학적 개념으로 변화하는데 더 큰 효과가 있다고 해석된다. 또 수업 3개월 후의 정답률이 수업 2주 후와 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며 이는 학습의 효과가 지속적으로 이어지는 것으로 분석된다.

나머지 문항에 대해서도 위와 같은 방법으로 분석한 결과는 다음과 같다. 문항 2는 수업 전에 통제집단과 실험집단이 차이가 없는 것으로 나타났으나 두 집단 모두 수업 전에 상당수의 학생들이 “물이 수은 보다 밀도가 크고 또한 물에 더 큰 중력이 작용하기 때문에 수은주의 높이는 낮아진다”라는 오개념을 가지고 있음을

알 수 있고 수업 2주 후에는 실험집단이 약간 높게 나타났는데 이는 두 집단 모두 수업 후에 학생들의 오개념이 많이 해소된 것으로 분석된다. 수업 3개월 후에도 수업 2주 후와 큰 차이가 없는 것으로 보아 이는 수업 후의 효과가 지속적으로 이어지는 것으로 분석된다.

문항 3에서 통제집단이 실험집단보다 과학적인 선입 개념이 약간 높게 나타났으나 상당수의 학생들이 “면적이 넓어지면 공기가 팽창하여 압력이 낮아지므로 수은주의 높이가 낮아진다”라는 오개념을 가지고 있는 것으로 해석된다.

수업 2주 후에는 통제집단보다 실험집단이 높게 나타났으며, 이는 인지갈등을 이용한 수업이 전통적 수업보다 대기압과 시험관의 밀면적에 대한 오개념이 더 크게 해소된 것으로 분석된다. 수업 3개월 후에도 수업 2주 후와 큰 차이가 없는 것으로 보아 두 집단 모두 학습의 효과가 지속적으로 이어지고 있는 것으로 분석된다.

문항 4에서 “기온이 높아지면 공기의 밀도가 작아져

서 대기압이 작아지므로 수은주의 높이는 낮아진다"라고 응답한 학생은 수업 전에는 통제집단보다 실험집단이 더 높게 나타났으며 응답자 중 상당수가 이유 진술에 있어서 "분자 운동이 활발해져 대기압이 커진다"와 "중력이 작아져 대기압은 작아진다"라는 오개념을 가지고 있는 것으로 분석된다. 수업 2주 후에는 통제집단 46.7%, 실험집단 67.4%로 나타났다. 이는 전통적 수업보다 인지갈등을 이용한 수업이 분자운동, 중력에 의한 오개념들을 과학적 개념으로 크게 변화시키고 있는 것으로 분석된다. 수업 3개월 후에는 통제집단 46.7%, 실험집단 68.5%로 나타났는데 이는 전통적 수업보다 인지갈등을 이용한 수업이 효과가 더 지속적으로 이어지고 있는 것으로 분석된다.

문항 5에서 "고도가 높아지면 수은주의 높이는 낮아진다."라고 응답한 학생은 수업 전에 통제집단 15.2%, 실험집단 14.1%로 큰 차이가 없는 것으로 나타났으나 두 집단 모두 수업 전에 상당수의 학생들이 "중력이 작아져서 또는 대기의 온도가 낮아져서 수은주의 높이가 낮아진다."라는 오개념을 가지고 있는 것으로 나타나고 수업 2주 후에는 통제집단 39.1%, 실험집단 50.0%로 나타났으며 이는 실험집단이 중력, 온도에 대한 오개념들이 과학적 개념으로의 변화가 더 크게 나타난다. 수업 3개월 후에는 통제집단 35.9%, 실험집단 48.9%로 전통적 수업보다 인지갈등을 이용한 수업이 지속성이 있다는 것을 알 수 있다.

문항 6에서도 "고도가 높아지면 대기압의 밀도가 작아져서 대기압이 낮아진다"라고 정확하게 응답한 학생은 수업 전에 통제집단 35.9%, 실험집단 37.0%로 큰 차이가 없는 것으로 나타났으나 두 집단 모두 "고도가 높아지면 중력이 작아져서 대기압이 낮아진다"라는 오개념을 가진 학생이 상당수 있는 것으로 해석되며 수업 2주 후에는 통제집단 51.1%, 실험집단 58.7%로 나타났는데 이는 실험 집단이 중력에 의한 대기압 변화의 오인은 통제 집단보다 더 많은 해소 효과가 있는 것으로 분석된다. 수업 3개월 후에는 통제집단 48.9%, 실험집단 55.4%로 나타났으며 이는 전통적 수업과 인지갈등을 이용한 수업이 큰 차이 없이 지속되고 있는 것으로 해석된다.

문항 7에서 "지표에서의 대기압은 단위 면적에 작용하는 힘이므로 1기압이다"라고 정확하게 응답한 학생은 수업 전에 통제집단 32.6%, 실험집단 33.7% 나타났

다. 이는 두 집단의 과학적 개념은 큰 차이가 없는 것으로 해석되나 두 집단 모두 "지표에서 대기압은 면적에 비례한다"라는 잘못된 선입 개념들을 가지고 있는 것을 알 수 있으며 수업 2주 후에는 통제집단 58.7%, 실험집단 64.1%로 나타났으며 이는 두 집단 모두 수업 후에 대기압과 면적에 관한 오개념이 과학적 개념으로의 변화가 큰 것으로 나타난다. 수업 3개월 후에는 통제집단 59.8%, 실험집단 60.9%로 나타났는데 이는 두 집단 모두 학습의 지속성에는 큰 차이가 없는 것으로 해석된다.

문항 8에 대하여 "1004hPa은 주변의 기압을 알 수 없으므로 고기압인지 저기압인지 알 수 없다"라고 정확하게 응답한 학생은 수업 전에 통제집단 80.4%, 실험집단 76.1%로 나타났으며 이는 두 집단 모두 대부분의 학생들이 이미 이해하고 있는 선입 개념들이 과학적 개념으로 학습자의 인지 속에 독립 상태로 정확하게 존재하고 있는 것으로 해석된다. 수업 2주 후에는 통제집단 85.9%, 실험집단 84.8%로 나타났는데 이는 수업 후에도 선입 개념들이 상황에 따라 혼동되지 않고 있는 것으로 해석된다. 수업 3개월 후에는 통제집단 83.7%, 실험집단 88.0%로 실험집단이 학습의 지속성이 더 큰 것으로 나타난다.

문항 9에서 "풍선에 수소 기체를 넣어 상승시키면 풍선의 모양은 대기의 밀도가 작아져서 대기압이 낮아지므로 부피가 균일하게 커진다"라고 정확하게 응답한 학생은 수업 전에 통제집단 32.6%, 실험집단 35.9%로 나타났다. 이는 두 집단이 큰 차이는 없는 것으로 나타났으나 두 집단 모두 상당수의 학생들이 "중력이 작아져서 대기압이 작아지므로 풍선이 부피가 커진다"라는 오개념을 가지고 있는 것으로 분석되며 수업 2주 후에는 통제집단 56.5%, 실험집단 64.1%로 실험집단이 통제집단보다 중력에 의한 오개념을 더 많이 해소되었으며 수업 3개월 후에는 통제집단 52.2%, 실험집단 66.3%로 나타났다. 여기서도 전통적 수업보다 인지갈등을 이용한 수업이 학습의 지속효과가 더 큰 것을 알 수 있다.

문항 10에서 "대기압 때문에 컵에서 종이 떨어지지 않는다"라고 정확하게 응답한 학생은 수업 전에 통제집단 8.7%, 실험집단 5.4%로 나타났다. 이는 두 집단 모두 "중력 때문에 종이 떨어진다"라고 응답한 학생수가 대부분인 것으로 보아 중력과 대기압을 혼동하여 이해하고 있다고 분석된다. 수업 2주 후에는 통제집단

32.6%, 실험집단 46.7%로 나타났으며 이는 인지 갈등을 이용한 수업이 전통적 수업보다 중력과 대기압에 관한 오개념들을 해소하는데 더 큰 학습 효과가 있다고 해석된다. 수업 3개월 후에는 통제집단 29.3%, 실험집단 51.1%로 수업 2주 후와 큰 차이가 나타난 것으로도 인지갈등을 이용한 수업이 전통적 수업보다 과학적 개념 형성의 지속성 효과가 더 크게 나타나고 있음을 알 수 있다.

문항 11에서 “대기압은 수은면에 수직으로 작용하므로 수은 기둥을 기울여도 수은주의 높이는 같다”라고 정확하게 응답한 학생은 수업 전에 통제집단 10.9%, 실험집단 12.0%로 큰 차이가 없는 것으로 나타났으나 두 집단 모두 수업 전에 상당수의 학생들이 “기압은 어디서나 일정하므로 수은주의 높이가 수은 기둥을 기울이기 전과 같다”라는 응답과 “수은 기둥을 기울여도 대기압이 같으므로 수은주의 높이도 수은 기둥을 기울인 것만큼 나타난다”라는 오개념을 가지고 있음을 알 수 있으며 수업 2주 후에는 통제집단 20.7%, 실험집단 50.0%로 나타났다. 이는 전통적 수업이 기존의 선입 개념들을 과학적 개념으로 변화하는데 강한 저항성을 나타내고 있으며 인지 갈등을 이용한 수업이 전통적 수업보다 과학적 개념으로 더 크게 변화시키는 것으로 분석된다. 수업 3개월 후에는 통제집단 19.6%, 실험집단 46.7%로 나타났다. 이는 인지 갈등을 통한 과학적 개념 획득이 전통적 수업보다 더 지속성이 있는 것으로 해석된다.

문항 12에서 “달의 중력이 지구의 1/6이라면 달에서 토리첼리 실험을 하였을 때 달에는 대기가 없으므로 대기압이 작용하지 않아 수은주가 올라가지 않는다”라고 정확하게 응답한 학생이 수업 전에 통제집단 21.7%, 실험집단 27.2%로 나타났다. 이는 두 집단 모두 “달의 중력이 지구의 1/6이면 달에서의 수은주의 높이도 지구의 1/6이다”라는 응답자가 상당수 있는 것으로 나타났으며 중력과 대기압이 비례한다는 오개념을 가지고 있는 것으로 나타나며 수업 2주 후에는 통제집단 51.1%, 실험집단 64.1%로 두 집단 모두 수업 후에 중력과 대기압이 비례한다는 오개념들이 과학적 개념으로 상당히 변화되었음을 나타내고 있으며 두 집단의 학습 효과의 차이는 크지 않다고 분석된다. 수업 3개월 후에는 통제집단 44.6%, 실험집단 56.5%로 두 집단 모두 학습 효과의 지속성에 약간 감소하는 것으로 분석된다.

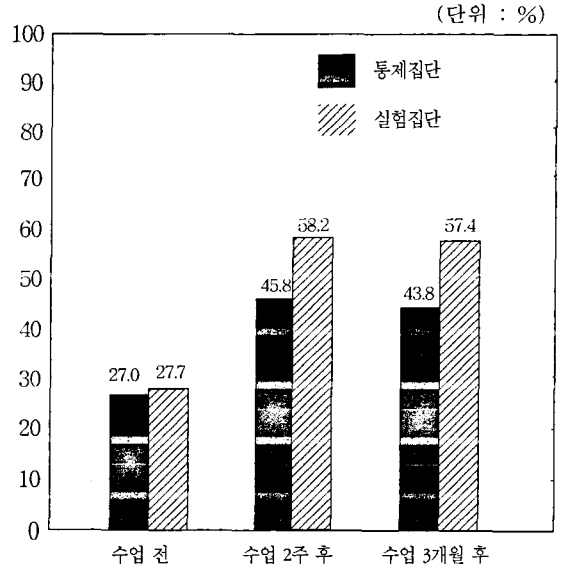


Fig. 3. Mean percentage of correct answer by before and after instruction.

답과 이유까지를 고려한 내용별 수업 전·후의 평균 정답률은 Fig. 3과 같다.

수업 전의 문항에 따른 정답자 중 이유진술을 정확하게 응답한 학생의 전체 평균은 통제집단 27.0%, 실험집단 27.7%로 나타났다. 이는 문항에 따라 평균은 차이가 있지만 전체적으로는 큰 차이가 없는 것으로 보아 수업 전에 학생들이 이해하고 있는 개념들은 두 집단 모두 이유진술에 있어서 통계적 큰 차이는 없는 것으로 분석된다.

수업 2주 후에는 통제집단 45.8%, 실험집단 58.2%로 실험집단이 통제집단보다 12.4% 높게 나타났다. 이는 전통적 수업보다 인지 갈등을 이용한 수업이 학생들의 오개념을 과학적 개념으로 변화, 재구조화 시키는데 학습 효과가 더 큰 것으로 해석되며 3개월 후에는 문항에 따라 이유진술 개념에는 약간 차이가 있으나 통제집단 43.8%, 실험집단 57.4%로 나타나고 있다. 이는 학생들이 수업 2주 후의 정확한 이유진술 개념들을 지속하고 있는 것으로 보아 인지 갈등을 이용한 수업이 전통적 수업보다 더 의미 있는 것으로 해석된다.

과학적 개념 형성 효과

수업전 통제집단과 실험집단의 과학적 개념 이해 수준은 문항에 따라 다소 차이는 있지만 두 집단간의 과

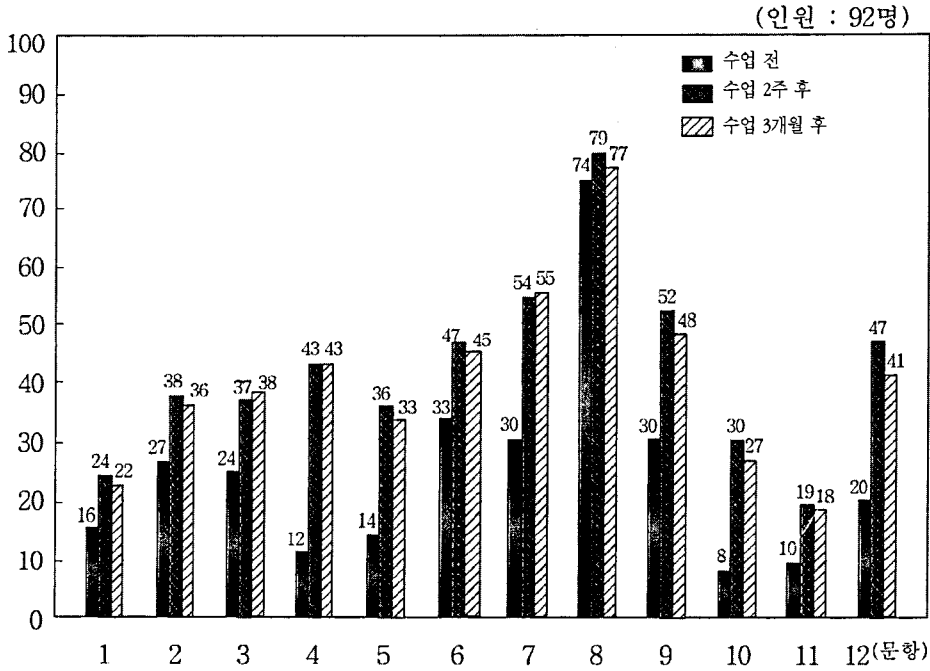


Fig. 4. Percentage of scientific understanding of controlled group before and after instruction,

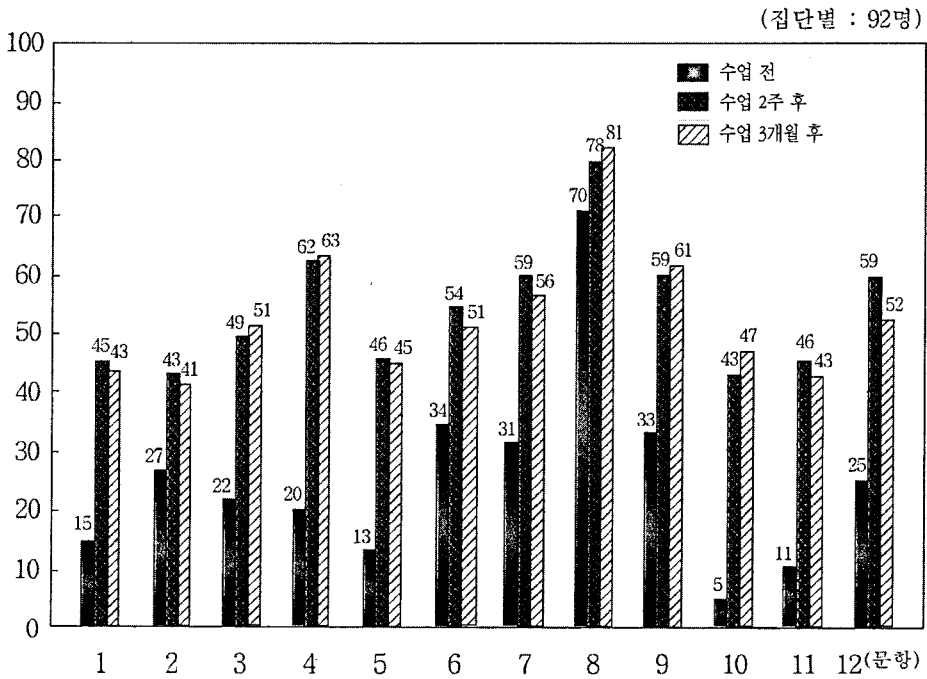


Fig. 5. Percentage of scientific understanding of test group before and after instruction,

Table 2. The result of One-Way ANOVA of controlled and test group.

단계	구분	평균	표준편차	자승화	자유도	평균자승화	F	P
수업 전	통제	26.98	19.19	3,227	1	3,227	.009	.924
	실험	27.72	18.20					
2주 후	통제	45.83	17.15	922,560	1	922,560	4.373	* .048
	실험	58.23	11.31					
3개월 후	통제	43.75	17.15	1120,667	1	1120,667	5.031	* .035
	실험	57.42	12.30					

* $P < 0.005$

학적 개념 이해수준은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 문항 1, 4, 5, 10, 11번은 전체 92명 중 통제집단 8~16명, 실험집단 5~20명 정도로 과학적 개념을 이해하고 있는 학생들이 비교적 적게 나타나고 있는 분포이다. 문항 2, 3, 6, 7, 9, 12번은 전체 92명 중 통제 집단 20~33명, 실험집단 22~34명 정도로 나타나는 것으로 보아 전체 학생 중 약 1/3 정도의 학생들이 과학적 개념을 이해하고 있는 것으로 분석된다. 문항 8번은 전체 92명 중 통제집단 74명, 실험집단 70명으로 나타났으며 이는 대부분의 학생들이 과학적 개념을 이해하고 있는 것으로 분석된다.

또 수업 2주 후 통제집단과 실험집단의 과학적 개념 이해 수준에서 두 집단 모두 수업 전보다 증가한 것으로 나타났다. 이는 경험적 개념을 토대로 문제를 해결하려는 학생들에게 과학적 개념을 형성해 가는데 전통적 수업 보다 인지 갈등을 이용한 수업이 보다 큰 효과가 있는 것으로 생각되며 특히, 문항 1, 3, 4, 10, 11, 12 번은 과학적 개념 형성 증가율이 크게 나타나고 있다.

같은 방법으로 수업 3개월 후 통제집단과 실험집단의 과학적 개념이해 수준에서 수업 2주 후와 큰 차이가 없는 것으로 나타났고 두 집단의 과학적 개념 지속성은 문항에 따라 다소 차이는 있지만 큰 변화는 없는 것으로 분석된다. 또한 문항 3, 4, 9, 10번은 수업 3개월 후에도 학생들의 과학적 개념이 지속되고 있는 것으로 보아 전체적으로 전통적 수업보다 인지 갈등을 이용한 수업이 더 효과적인 것으로 분석된다.

통제집단과 실험집단의 수업전·후 과학적 개념이해 수준에 따른 개념변화 비교한 Fig. 4에서 통제집단의 92명 중 수업 전 과학적 개념이해를 하고 있는 학생의 전체 평균은 27.0%이며 수업 2주 후에는 45.8%로 18.8% 증가하였다. 특히 문항 4, 5, 7, 9, 10, 12번에서는

수업 전보다 수업 2주 후가 과학적 개념으로 크게 변화되는 것으로 나타났으며 문항 3, 4, 7번은 수업 3개월 후에도 학습의 지속이 잘 이어지고 있는 것으로 나타났다.

그러나 실험 집단은 Fig. 5에서와 같이 실험집단의 92명 중 수업전 과학적 개념이해를 하고 있는 학생의 전체 평균은 27.7%이며 수업 2주 후에는 58.2%로 30.5% 증가하였다. 실험집단의 수업전·후 과학적 개념 이해 수준에 따른 개념 변화를 비교해 보면 문항 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12번에서 수업 전보다 수업 2주 후가 과학적 개념으로 크게 변화되는 것으로 나타났으며 문항 3, 4, 8, 9, 10번은 수업 3개월 후에도 과학적 개념이 지속되고 있는 것으로 분석된다.

위의 결과에 대한 통제집단과 실험집단의 일원분산 분석(One-Way ANOVA) 결과는 Table 2와 같다. 수업전의 유의도가 $p=0.924$ (0.05)이므로 통제집단과 실험집단간의 개념 이해수준에 대한 정답률의 차이가 없다는 것을 알 수 있으며 두 집단간 수업 2주 후, 수업 3개월 후의 유의도는 각각 $p^*=0.048$ (0.05), $p^*=0.035$ (0.05)이므로 두 집단간의 개념 이해수준에 대한 정답률의 차이가 있음을 알 수 있다. 즉 인지 갈등을 이용한 수업이 전통적 수업보다 더 효과적이고 학습의 지속성도 이어짐을 알 수 있다.

통제집단과 실험집단의 수업 전과 수업 2주 후의 분산분석(MANOVA)의 결과인 Table 3에서도 유의도가 $P=0.004$ (0.05)이므로 정답률의 차이가 많이 나타남을 알 수 있다. 그리고 수업전과 수업 3개월 후의 분산분석의 결과도 $P=0.003$ (0.05)으로 나타나는 것으로 보아 전통적 수업보다 인지 갈등을 이용한 수업이 더 효과적이며 학습의 지속성이 이어지고 있음을 알 수 있다.

Table 3. The result of MANOVA of conrolled and test group before and after instruction.

구분	F	자유도	P2
수업전×수업 2주 후	7.168	2	*.004
수업전×수업 3개월 후	20.474	2	*.004

* P(0,005)

결론 및 제언

인지갈등 수업모형을 이용하여 대기압의 개념변화를 분석한 결과는 다음과 같다.

학생들은 수업 이전에도 대기압과 관련된 개념들을 일상 생활의 경험과 관련시켜 과학적 개념과는 다소 다른 선입개념들을 지니고 있다. 수업 전 전체 문항에 대한 객관식 답지에 대한 정답률이나 이유까지 고려한 과학적 개념을 지니고 있는 학생들의 정답률도 두 집단이 비슷하게 나타난 것에서 수업 전 두 집단의 개념이해의 차이는 크게 없는 것을 알 수 있으나 이유까지 고려했을 때의 정답률이 훨씬 낮게 나타난다. 이는 수업 전에 이미 대기압과 관련된 과학적 개념을 지니고 있는 학생들이 있지만 상당수의 학생들은 비과학적인 오개념을 지니고 있는 것을 알 수 있다.

둘째, 문항내용에 따른 개념이해 유형은 다양하였으며 대기압에 대한 지배적인 개념이해 유형으로는 1) 토리첼리 실험에서 수은주의 높이에 대하여 중력이나 대기압의 정의와 관련된 오개념이 발견되고, 2) 기온 변화에 따른 기압 변화에서 공기의 분자운동 또는 밀도, 중력의 변화와 관련된 이해를 보여주며, 3) 고도에 따른 대기압 변화에 대하여 대기층의 두께변화를 인식하지 못하고 중력의 크기변화와 관련시켜 이해하고 있다.

셋째, 전통적 수업모형과 인지갈등 수업모형을 이용한 개념변화를 비교 분석한 결과 대기압과 관련된 개념에 대하여 수업 전에 형성된 개념들은 수업 유형과는 관계없이 점차 과학적 개념으로 전환되어 가고 있었지만 인지갈등을 이용한 수업이 전통적 수업보다 학생들의 개념변화에 더 큰 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 수업전 전체 평균이 두 집단에 차이가 거의 없었으나 수업 2주 후에는 실험집단이 통제집단보다 12.4% 높게 나타났다. 특히 문항 1, 3, 4, 10, 11, 12번에서의

과학적 개념 증가율은 실험집단이 평균 18.9%로 높게 나타났으며 수업 3개월 후의 개념변화 분석결과에서도 실험집단이 통제집단보다 13.6% 높게 나타난 것으로 개념이해의 지속성에서도 인지 갈등을 이용한 수업이 전통적 수업보다 개념 변화에 더 효과적인 수업모형이라고 분석된다.

통제집단과 실험집단의 수업전과 수업 2주 후의 분산분석은 유의도가 $p = 0.004 < 0.05$ 이므로 정답률의 차이가 많이 나타남을 알 수 있다. 그리고 수업 전과 수업 3개월 후의 분산분석의 결과도 $p = 0.003 < 0.05$ 으로 나타나는 것으로 보아 전통적 수업보다 인지 갈등을 이용한 수업이 개념변화에 더 효과적이며 학습의 지속성이 이어지고 있음을 알 수 있다.

이 연구의 결과에서 알 수 있듯이 효과적인 과학 학습을 위해서는 학생들이 가지고 있는 지배적인 오개념의 유형을 고려하여 교수 내용이나 전략이 선정되어야 하고 학생들의 이해수준을 고려하여 적절한 실험 및 예를 들어 제시한다면 학생들이 개념에 대한 구체적인 내용을 제공받을 수 있기 때문에 개념이해에 큰 도움이 될 수 있다고 사료된다. 또 과학적 개념변화를 위해서는 학생들에게 인지갈등을 일으킬 수 있는 교수 전략이 요구되며 학생 스스로 개념을 완결하고 문제를 해결함으로써 과학적 사고 능력을 신장시킬 수 있는 교수 자료 개발이 필요하다.

참고 문헌

- 권재술, 1989, 과학개념 형성의 한 인지적 모형. 물리교육, 7, 26-41.
- 국동식, 1994, 중, 고등학생들의 대기압 개념 이해의 횡단적 연구. 한국지구과학회지, 15, 231-246.
- 국동식, 1991, 대기압, 조석, 계절변화에 대한 학생의 개념과 학년간 이해의 차이. 서울대학교 대학원 교육학박사학위 논문.
- 김명렬, 1994, 인지갈등 수업전략이 중학생의 과학개념변화와 과학적 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김지나, 1997, 갈등 상황 제시 유형에 따른 학생들의 물리 개념 변화. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박용운, 1996, 전기회로에서 갈등상황의 유형이 학생들이 인지적 갈등 유발에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 심연이, 1994, 인지갈등 전략이 이동의 힘 개념변화에 미치는

- 효과. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 임청환, 1994, 대기압과 달의 운동에 관한 중학생들의 개념 분석. 한국지구과학회지, 15, 157-169.
- 정진우, 1991, 중학교 학생들이 지구과학 개념에 대한 오개념의 형성 원인 분석. 한국지구과학회지, 12, 304-321.
- Ausubel, D.P., 1968, Educational psychology: A Cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Driver, R., Guensne, E., and Tiberghien, A., 1985, Children's ideas in Science. Milton Keynes: Open Univ. press, Philadelphia.
- Gilbert, J.K., Osborne, R.J., and Fensham, P. J., 1982, Children's science and its consequences for teaching. Science Education, 66, 623-633.
- Hashweh, M.J., 1986, Toward on explanation of conceptual change. European Journal of Science Education, 8, 229-249.
- Posner, G.J. and Gertzog, W.A., 1982, Clinical Interview and the Measurement of Conceptual Change. Science Education, 66, 211-227.

2000년 4월 10일 원고 접수

2000년 8월 4일 원고 채택