

중학생들의 대기압에 대한 개념을 향상시키기 위한 실험방법 개선안

이 현 숙^{1,*} · 김 재 환²

¹한국교육원대학교 지구과학교육과, 363-791 충청북도 청원권 강내면 다라리 산 7

²부산대학교 대기과학과, 609-735 부산광역시 금정구 장전동 30

New Experimental Methods to Improve on the Understandings of Atmospheric Pressure for Middle School Students

Hyun-Sook Lee^{1,*} · Jae-Hwan Kim²

¹Department of Earth Science Education, Korea National University of Education, Chungbuk 363-791, Korea

²Department of Atmospheric Science, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

Abstract: The purpose of this study is to investigate the types of concepts about atmospheric pressure of middle school students and to design a new method to improve students' understandings on atmospheric pressure. The second grade students of the middle school has been selected and examined their pre-concepts on atmospheric pressure through questionnaires and interviews. Two groups of students have been taught using the second grade science textbooks and experimental methods designed from this study, respectively. The results suggest that we need to develop various teaching methods that can improve alternative concept, as well as experimental tools that can help students understand difficult scientific concepts. The reason is that once alternative concept is occupied, it is extremely difficult to fix it. In addition, the proposed experimental methods are effective in establishing the concept and understanding on atmospheric pressure.

Key words: atmospheric pressure, experimental tools, improve alternative concept

요약: 본 연구는 중학교 교과서의 대기압 단원을 학습하였을 때 학생들의 개념유형이 어떻게 변하는지 조사하고, 대체개념을 개선해나갈 수 있는 실험방법을 모색하는데 목적이 있다. 중학교 2학년을 대상으로 '대기압'에 관한 사전 개념을 질문지와 면담을 통하여 조사하고 두 집단으로 나누어 6차 교육과정의 중학교 2학년 과학교과서 중 8종의 교과서에 나오는 대기압에 관한 실험을 모두 한 집단과 교과서 외의 제안실험을 한 집단으로 구분하여 2주 동안 실시하였다. 두 집단간의 수업방식은 차별화하지 않았고 실험소재만 다르게 하였으며, 기압단원 학습 일주일 후 동일한 질문지를 사용하여 개념변화를 알아보았다. 결론적으로 학생들의 기압에 대한 대체개념이 학습 후에도 쉽게 변화되지 않았지만, 제안실험을 한 집단이 기압에 대한 개념형성이 효과적으로 나타난 점으로 보아 대체개념을 개선시킬 수 있는 다양한 학습방법과 과학적 개념획득을 위한 실험소재가 지속적으로 연구되어야 할 필요성이 있다.

주요어: 대기압, 실험소재, 대체개념 개선

연구의 필요성 및 목적

지구과학 내용 중 대기압은 대기의 상태를 나타내는 기본 변수로서 바람, 기단, 전선, 날씨 등의 현상을 이해하는데 기초가 되는 개념으로 다른 학습에 많은 영향을 미치므로 올바른 개념을 형성하는 것은 매우 중요하다. 대기압에 대한 대체개념의 유형은 많이 밝혀

져 있고, 대체개념의 형성요인과 형성과정, 대체개념의 교정을 위한 수업 전략 및 학습경험의 개발과 그 효과의 검증, 대체개념의 변화 과정에 관한 연구 등이 더욱 활발히 일어나야 할 필요성이 증대되고 있다(권재술 외, 1998).

선행연구들에서 밝혀진 학생들의 대체개념을 개선할 수 있는 방안으로 과학사적 수업방법(이일동, 1998),

* E-mail: spira@sabunim.com

협동학습(전선례, 1999), 구성주의학습(박수경, 1998) 등 수업전략을 통한 개선안이 연구되어졌으나 교과서의 기압단원 내용 중 실험이 학생들의 개념변화에 얼마나 영향을 미치는가에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 기압단원내용과 실험이 개념 유형 변화에 미치는 영향과 대체개념을 해소하는데 얼마나 기여하는지 알아보고, 대체개념을 개선해 나갈 수 있는 실험방법을 모색할 필요가 있다.

본 연구에서는 먼저 중학교 교과서의 기압관련 단원의 내용을 분석하여 교과서의 기압단원을 학습하기 전과 학습 후 학생들의 개념변화 유형이 어떻게 변하는지 조사하여 대체개념을 개선해 나갈 수 있는 실험방법을 모색하는데 목적이 있다.

연구문제

본 연구의 목적을 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

- (1) 6차 교육과정의 교과서 중 8종 교과서에 나오는 실험을 한 집단과 제안 실험을 한 집단의 대체 개념들의 변화 정도와 특징을 분석한다.
- (2) 개념변화에 실험소재가 얼마나 영향을 미치는지 알아본다.
- (3) 학생들이 갖고 있는 대체개념을 과학적 개념으로 개선해 나갈 수 있는 방안을 모색해 본다.

용어의 정의

대체개념

선개념(preconception)은 학생들이 과학 학습을 받기 이전에 이미 환경과의 상호 작용을 통하여 형성된 개념으로 과학적 개념과 오개념이 모두 포함된다. 본 연구에서는 학생들이 가지고 있는 선개념이 당대의 과학자들에 의해서 만들어진 과학적 개념과 다를 때 대체개념(alternative concepts; Viennot, 1979; 국동식, 1993)이라는 용어를 사용하였다.

개념변화

본 연구에서의 개념변화는 기존의 틀린 개념이 과학적 개념에 가까운 개념으로 대체되는 개념교환뿐만 아

니라 기존의 불완전한 개념이 보다 과학적 개념에 근접하는 상위개념으로 이동하는 개념첨가도 포함하여 정의하였다.

본 연구에서의 검사지는 선택 후 이유진술형의 9문항으로 이루어지고, Lump와 Staver(1995)의 평정에 따라 ‘완전히 틀린 이해’, ‘틀린 것이 있는 불완전한 이해’, ‘무응답’에서 ‘불완전한 이해’나 ‘완전한 이해’로 변화되는 것과 ‘불완전한 이해’가 ‘완전한 이해’로 변화되는 것을 개념변화로 정의한다.

본 연구에서는 틀린 것이 있는 불완전한 이해, 완전히 틀린 이해, 무응답을 대체개념의 범주에 넣었다.

제안실험

교과서의 대기압 단원 중 실험으로 나오는 개념을 다른 소재의 실험으로 제안한 것.

연구대상

본 연구의 대상은 읍 소재지에 있는 남녀공학 중학교 2학년 4개 학급의 구성원으로 총 인원은 133명이다. 연구기간 중 필요한 검사나 수업처치를 받지 못한 학생들은 자료 분석에서 제외시켰다.

실험을 실시하기 일주일 전에 과학개념 검사문항을 투입하고 연구 참여 학생을 대상으로 사전검사 결과를 t-검증을 한 결과 두 집단간에 통계적으로 의미 있는 차이는 없었다($p < .05$). 따라서 교과서 비교집단과 실험 집단이 동질 집단임을 알 수 있다.

검사도구

본 연구에서 사용한 과학개념 검사도구의 개발을 위해 실험 처치한 중학교 2학년 과학 교과서에서 ‘기압’ 단원의 수업 목표와 내용을 근거로 교과서 분석을 통하여 주요 개념을 추출하였다. 기존 연구 문헌에서 사용하였던 문항을 근거로 선택 후 이유진술형의 9문항으로 다음과 같은 개념을 선정하였다.

- 공기의 무게
- 공기의 압력
- 기압의 작용방향
- 기압의 측정
- 온도에 의한 공기의 성질

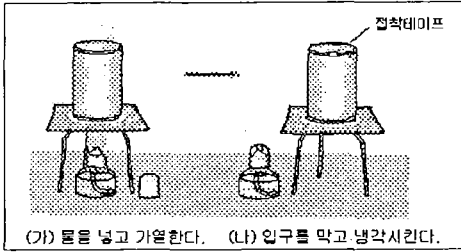


Fig. 1. Experiment in a textbook for understanding atmospheric pressure using a can.

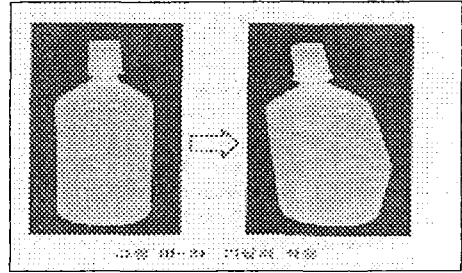


Fig. 2. Experiment in a textbook for understanding atmospheric pressure using a plastic bottle.

연구절차 및 방법

8종 교과서에 나온 실험을 모두 한 집단과 제안실험을 한 집단으로 구분하여 실험을 하였다. 실험은 실험보고서와 실험평가서를 사전에 조별로 나누어주고 조원들이 서로 협동을 하여 실험을 하도록 하였으며, 조원들과 토의하여 실험보고서와 문제지를 해결하도록 하였다. 조별로 발표하는 시간을 가져 다른 사람의 생각을 확인해 보는 기회를 가졌다. 집단간의 수업방식은 차별화하지 않았고 실험소개만 다르게 하였다. 기압에 대한 내용을 수업하기 일주일 전에 사전검사를 실시하였고, 수업을 2주에 걸쳐 실시한 후, 일주일 후에 동일한 문항지를 사용하여 개념조사를 하였는데 이유설명이 확실한 경우는 개별면담을 실시하여 개념을 파악하였다.

교과서 실험과 제안 실험의 비교

비교집단은 중학교 2학년 과학 교과서 중 8종에 나오는 기압단원에 관련된 내용으로 알루미늄 강통 속에 물을 넣고 가열하여 은박지로 강통의 입구를 막은 후

공기 중에서 식히면 기압의 작용으로 강통이 찌그러지는 실험(Fig. 1), 플라스틱 병에 뜨거운 물을 넣고 2~3분 지난 후 플라스틱 병의 변형을 통해 알아보는 기압의 작용실험(Fig. 2), 유리컵에 물을 가득 붓고 컵 가장자리에 고무찰흙을 5~6개 붙인 후 컵 위에 사발을 얹어놓은 후 컵과 사발을 재빨리 뒤집어서 공기의 압력을 알아보는 실험(Fig. 3), 유리병 속으로 랩을 들어가게 한 후 고무줄로 유리병의 가장자리를 단단히 묶은 후 랩을 끌어 당겨보는 공기의 압력 확인(Fig. 4), 주사기 속의 공기를 빼고 입구를 고무마개로 막은 다음 손으로 피스톤을 잡아 당겨보는 실험(Fig. 5), 물 속에서 수압에 의해 플라스틱 판이 떨어지지 않는 수압작용(Fig. 6), 빈 유리병을 수조에 거꾸로 세워 놓은 후 뜨거운 물에 적신 수건으로 싼 후 일어나는 변화와 찬물로 유리병을 식혔을 때 일어나는 온도변화에 대한 공기의 부피변화(Fig. 7), 빨대의 한쪽 끝을 물이 든 컵 속에 바닥까지 집어넣고 빨대의 다른 끝을 손가락으로 막은 채 컵 속에서 꺼내는 실험으로 모두 8개 실험을 실시하였고, 실험집단은 기압의 작용, 공기의 압력, 온도변화에 대한 공기의 부피변화, 공기의 무게, 압력 변화에 의한 공기의 부피변화, 압력에 대한 실험으로

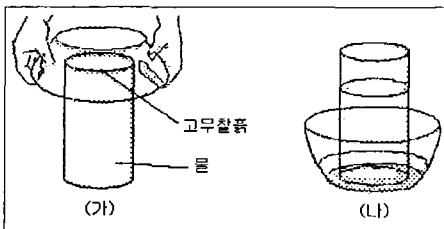


Fig. 3. Experiment in a textbook for understanding atmospheric pressure using a cup and a bowl.

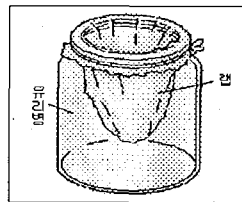


Fig. 4. Experiment in a textbook for understanding atmospheric pressure using a bottle and wrap



Fig. 5. Experiment in a textbook for understanding atmospheric pressure using a piston

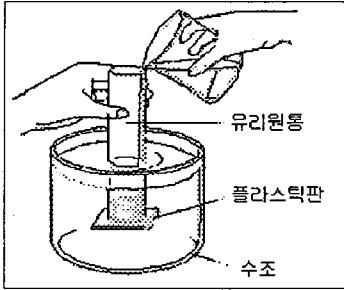


Fig. 6. Experiment in a textbook for understanding atmospheric pressure using difference between atmospheric pressure and water pressure

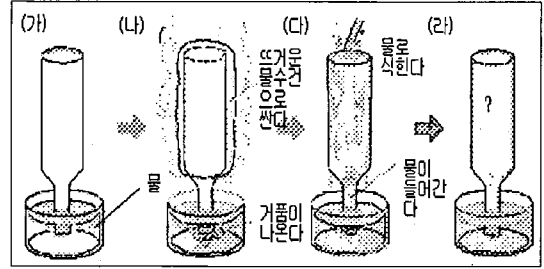


Fig. 7. Experiment in a textbook for understanding atmospheric pressure using temperature variation

모두 7개의 실험을 하였다.

제안실험에 대한 이해

기압의 작용: 교과서에 나오는 알루미늄캔 찌그러뜨리기 실험

공기의 무게: 전자저울을 이용해 공기가 가득 들어 팽팽한 공의 무게와 바람을 뺀 공의 무게를 측정하는 방법과 공 2개를 나무 막대에 매달아 균형을 맞춘 후 한쪽의 공에 공기주입기를 이용해 공기를 더 넣어 주거나 공기를 빼었을 때 공의 균형이 변하는지를 알아보는 실험

공기의 압력: 유리병에 물이 든 시험관을 거꾸로 장치하고 구부러진 유리관 끝에 주사기를 장치하여 실험을 하였다. 주사기의 피스톤을 갑자기 뒤로 잡아당기거나 밀어 주어 시험관속의 물기둥의 높이변화를 관찰해본다 (Fig. 8.)

온도변화에 의한 공기의 부피변화: 플라스틱병의 입구에 풍선을 끼운 뒤 더운물과 찬물이 담긴 수조에 각각 넣

어보아 풍선의 모양변화를 관찰해본다(Fig. 9.)

압력변화에 의한 공기의 부피변화: 병의 입구에 유리관 2개가 꽂힌 고무마개로 막고 한쪽 끝에는 주사기를 장치하고 병 안쪽의 다른 유리관에는 풍선을 장치하여 주사기 피스톤의 움직임에 따라 풍선의 모양을 관찰한다 (Fig. 10.)

압력: 지름이 다른 유리관을 연결하여 가운데 핀치콕을 설치하여 양쪽의 물높이를 다르게 넣어 양쪽이 통하게 하여 물높이의 변화를 알아본다. 또 한쪽 기둥을 기울여보아 물기둥의 높이 변화를 알아본다(Fig. 11.)

연구결과

공기의 무게에 관한 응답 유형

공기도 무게를 가지고 있을까에 관한 문항에서 교과서 내용을 학습한 비교집단과 공기의 무게를 공을 이용하여 전자저울로 직접 측정하는 실험을 한 실험집단의 결과는 다음과 같다. 대체개념에서 비교집단은 수업 후 오히려 0.6% 상승하였고, 실험집단은 9.8% 감소하였다.

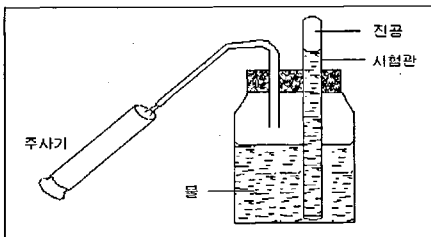


Fig. 8. Suggested experiment (1) for understanding atmospheric pressure.

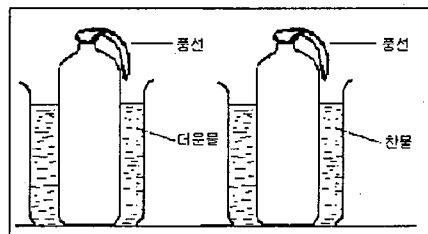


Fig. 9. Suggested experiment (2) for understanding atmospheric pressure.

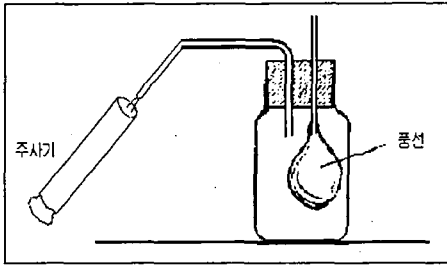


Fig. 10. Suggested experiment (3) for understanding atmospheric pressure.

이는 비교집단은 기압에 대한 학습을 한 후 기압의 작용방향 등이 오히려 개념에 대한 혼란을 야기시켜 공기의 무게에 대한 대체개념을 증가시켰고, 실험집단은 공기의 무게를 직접 측정해보는 실험을 한 것이 개념 변화에 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

검사에서 나타난 대체개념은 다음과 같다.

- 투명테이프로 인해 풍선의 바람이 빠지지 않아 변함없다.
- 서서히 바람이 빠져 풍선이 무거워져 풍선쪽으로 기울어짐
- 양쪽 무게가 같아서 변함없다.
- 풍선속으로 공기가 들어가서 풍선쪽으로 기울어짐
- 고무찰흙쪽으로 기운다.

기압의 작용방향에 관한 응답 유형

물을 가득 채운 컵 위에 종이를 덮고 종이를 손으로 살짝 누른 다음 컵의 입구가 밑으로 하게 한 다음 손을 떼면(가), 또 옆으로 돌리면(나) 어떻게 될까라는 문항 2와 대기 중의 열기구에 작용하는 기압의 방향을 묻는 문항8을 이용하여 기압이 작용하는 방향에 대한 개념을 알아보았다.

문항 2에서의 대체개념은 다음과 같다.

- 공기의 위아래로 힘이 작용한다.
- 밑에서 위로 기압이 작용한다.
- 컵을 옆으로 돌리면 공기가 물위로 올라와 종이와 틈새가 생겨 (나)만 쏟아진다.
- 압력으로 종이가 붙어서 물이 쏟아지지 않음

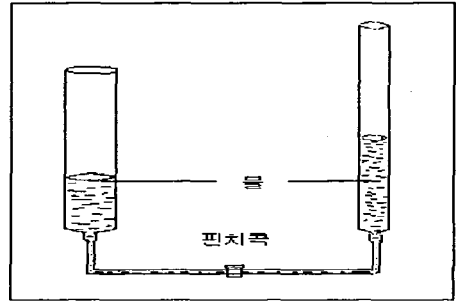


Fig. 11. Suggested experiment(4) for understanding atmospheric pressure.

문항8에서의 대체개념은 다음과 같다.

- 중력 때문에 위에서 아래로 기압이 작용함
- 옆으로 미는 힘이 강해서 양옆에서 기압이 작용함
- 기구가 이동하니까 양옆에서 기압이 작용함
- 위로 갈수록 기압이 낮아져 풍선 안의 압력이 세어져서 기압이 양옆에서 작용함
- 공기는 가열되어 위로 올라가니까 밑에서 위로 기압이 작용함
- 위로 올라갈수록 압력이 높으므로 밑에서 위로 기압이 작용함
- 기구가 옆으로 기울어지지 않기 위해 모든 방향에서 기압이 작용함

대체개념의 비율은 문항2의 사전검사에서는 비교집단이 93.4%, 실험집단은 90.2%로 나타났는데, 사후검사에서는 비교집단이 72.1%, 실험집단은 68.9%로 나타났다. 문항 8에서는 대체개념의 비율은 사전검사에서는 비교집단이 96.7%, 실험집단은 93.5%로 나타났는데, 사후검사에서는 비교집단이 49.2%, 실험집단은 37.7%로 나타났다. 이 결과로 보아 문항8에서는 기압의 작용방향개념에 대한 대체개념이 낮게 나오나 문항 2에서는 대체개념의 비율이 높게 나타나는 것으로 보아 많은 학생들이 기압의 작용방향에 대한 개념을 알고 있으나 응용하는 능력이 부족한 것을 알 수 있다.

공기의 압력에 관한 응답 유형

뚜껑이 막힌 두 개의 컵에 주스를 넣은 다음 (가)는 빨대로, (나)는 구멍을 뚫어 빨대로 주스를 빨았을 때가, 나 중 어느 쪽의 주스가 더 잘 빨아들여질까에 대한 물음에 대한 결과는 다음과 같다.

‘공기의 압력’에 관한 목적 개념은 공기가 누르는 압력으로 인해 구멍 뚫린 쪽의 주스가 더 잘 빨아들여진다는 것이다. 대체개념의 비율은 사전검사에서는 비교집단이 59%, 실험집단은 49.2%로 나타났는데, 사후검사에서는 비교집단이 50.8%, 실험집단은 50.8%로 나타났다. 사전검사에서의 대체개념이 비교집단은 수업 후 8.2% 감소하였고, 실험집단은 오히려 1.6% 증가하였다. 교과서의 실험 중 빨대를 이용한 실험을 한 집단은 대체개념이 감소하였으나, 두 집단 모두 빨대의 원리를 이해하지 못하고 있는 학생들의 수가 많음을 알 수 있다.

공기의 압력에 대한 대체개념으로는 다음과 같다.

- (나)는 공기가 드나들어 압력이 줄어들어 힘이 적게든다.
- 구멍으로 공기가 빠져나가니까 빨대로 빠는 데 힘이 더 든다.
- 구멍으로 공기가 들어와 빨려 들어올 주스를 막는다.
- 빨대 속으로 들어오는 것은 같기 때문에 구멍이 있으나 없으나 둘 다 같다.

높이에 따른 기압의 변화

토리첼리 실험에서 수은기둥의 높이가 76cm일 때 이 실험을 높은 산에 올라가서 한다면 수은 기둥의 높이는 어떻게 되겠는가에 대한 문항4와 풍선이 하늘로 올라갈수록 풍선의 모양은 어떻게 변할까에 대한 문항 9를 이용하여 높이에 따른 기압의 변화에 대한 개념을 알아 보았다.

문항 4에서 나타난 대체개념은 다음과 같다.

- 높은 산에 올라가면 기압이 높아져 수은기둥의 높이가 낮아진다.
- 높은 산에 올라가면 온도가 낮아져 수은기둥이 낮아진다.
- 기압은 어디에서나 같다.
- 높은 산에 올라가면 기압이 높아져 수은기둥의 높이가 증가한다.
- 높은 산에 올라가면 기압이 낮아져 수은기둥의 높이가 증가한다.
- 높은 산에 올라가면 바람이 불어서 수은기둥의 높이가 증가한다.

하늘로 올라가는 풍선의 모양을 묻는 문항 9에서 나타난 대체개념으로는 다음과 같다.

- 공기의 부피는 일정하기 때문에 풍선의 모양은 변함없다.
- 위로 올라갈수록 햇빛 때문에 뜨거워져 공기는 팽창되어 풍선이 커진다.
- 위로 올라갈수록 풍선 속의 압력이 커져서 점점 커진다.
- 위로 올라갈수록 공기가 희박해져 기압이 낮아져서 점점 작아진다.
- 위로 올라갈수록 온도가 낮아져서 점점 작아진다.
- 위로 올라갈수록 압력이 높아져 풍선을 압축시킨다.

문항 4에서의 대체개념의 비율은 비교집단은 수업 후 13.1% 감소하였고, 실험집단은 16.4% 감소하였다. 문항 9에서의 대체개념의 비율은 비교집단은 수업 후 8.2% 감소하였고, 실험집단은 21.3% 감소하였다. 높이에 따른 기압변화에 대한 대체개념에 대한 개선이 실험집단이 더 높게 나타남을 알 수 있다.

유리관의 지름이 2배 더 굵은 것을 사용하면에 대한 응답유형

토리첼리 실험에서 수은기둥의 높이가 76cm일 때 유리관의 지름이 2배 더 굵은 것을 사용하면에 대한 문항 5에 대한 결과는 다음과 같다. 대체개념의 비율은 사전검사에서는 비교집단이 77.0%, 실험집단은 77.0%로 나타났는데, 사후검사에서는 비교집단이 50.8%, 실험집단은 41.0%로 나타났다. 사전검사에서의 대체개념이 비교집단은 수업 후 26.2% 감소하였고, 실험집단은 36.1% 감소하였다.

문항 5에서 나타난 대체개념은 다음과 같다.

- 유리관이 굵으면 수은이 넓게 들어가므로 수은기둥의 높이는 낮아진다.
- 지름이 크면 유리관의 압력이 커지기 때문에 수은기둥의 높이는 낮아진다.
- 유리관의 압력이 2배가 되고 수조의 수은이 미는 힘도 2배가되므로 수은기둥의 높이는 변함없다.
- 진공이 많을수록 수은이 더 많이 끌려가니까 수은기둥의 높이는 높아진다.

- 유리관의 압력과 산의 기압이 평형을 유지하려고 수은기둥의 높이는 높아진다.

토리첼리 실험에서 유리관을 기울이면에 관한 응답 유형

토리첼리 실험에서 유리관을 기울이면 유리관속의 수은기둥의 높이는 어떻게 되는가에 대한 문항 6을 이용하여 대기압은 단위 면적당 작용하는 힘에 대한 개념을 알아보았다.

대체개념의 비율은 사전검사에서는 비교 집단이 95.1%, 실험집단은 85.2%로 나타났는데, 사후검사에서는 비교집단이 60.7%, 실험집단은 45.9%로 나타났다. 사전검사에서의 대체개념이 비교집단은 수업 후 34.4% 감소하였고, 실험집단은 39.3% 감소하였다.

- 문항 6에서 나타난 대체개념은 다음과 같다.
- 유리관을 기울이면 수은이 빠져나가 수은기둥의 높이는 낮아진다.
 - 유리관을 기울이면 수은이 잘 올라가지 못하여 수은기둥의 높이는 낮아진다.
 - 기압은 어느 방향이나 작용하므로 수은기둥의 높이는 더 높아진다.
 - 유리관을 기울여도 기압이 같기 때문에 수평적 길이는 그대로이다.

온도에 따른 공기의 압력변화에 관한 개념

병의 입구에 유리관을 끼운 고무마개로 꼭 막고 유리관의 중간에 염색한 물방울을 넣고 두 손으로 병을 꼭 잡고 있으면 물방울을 어떤 변화가 일어날까에 대한 문항7을 이용하여 온도에 따른 공기의 압력변화에 관한 개념을 알아보았다.

대체개념의 비율은 사전검사에서는 비교집단이 73.8%, 실험집단은 60.7%로 나타났는데, 사후검사에서는 비교집단이 72.1%, 실험집단은 59.0%로 나타났다. 사전검사에서의 대체개념이 비교집단은 수업 후 1.7% 감소하였고, 실험집단은 1.7% 감소하였다.

- 검사에서 나타난 대체개념은 다음과 같다.
- 병 속에 열을 주면 병 속의 공기의 온도가 올라가 물방울이 위로 올라간다.
 - 손의 압력이 유리병에 전해져서 물방울이 위로

Table 1. Conception according to questionaries.

문항	개념변화(%)	
	비교집단	실험집단
1	10(16.4)	22(36.1)
2	14(23.0)	17(27.9)
3	12(19.7)	8(13.1)
4	14(23.0)	15(24.6)
5	22(36.1)	23(37.7)
6	22(36.1)	26(42.6)
7	12(19.7)	10(16.4)
8	29(47.5)	36(59.0)
9	11(18.0)	16(26.2)
계	146	173

올라간다.

- 물방울이 아래로 내려가려는 힘이 유리관의 공기보다 크기 때문에 물방울이 아래로 내려간다.
- 공기가 통하지 않아서 물방울은 그대로이다.
- 손에 눌린 압력에 의해서 물방울은 그대로 이다.
- 위에서 누르는 힘과 아래에서의 압력이 같기 때문에 물방울은 그대로이다.

두 집단의 개념변화 효과 비교

실험이 개념변화에 미치는 효과를 비교하기 위하여 개념변화가 일어난 문항에 대해 1점씩을 부여하면, 비교집단은 총 146점을 얻었고, 실험집단은 총 173점을 얻었다. 문항별로 보면 교과서실험 집단은 8번, 2번, 5번과 6번 순서대로 개념변화가 많이 일어났고, 제안실험 집단은 8번, 6번, 5번, 1번, 9번 순서대로 개념변화가 많이 일어났으며, 두 집단의 개념변화는 Table 1에서와 같이 나타난다.

두 집단간의 개념변화에서 차이가 많이 나는 문항은 1번 문항과 8번 문항으로 나타난다. 1번 문항에서는 실험집단이 비교집단보다 개념변화 효과가 뚜렷하게 나타나는데, 이는 공기의 무게를 이론만으로 학습하는 것보다는 직접 측정하는 실험을 한 것이 공기의 무게에 대한 대체개념을 과학적 개념으로 변화시키는 데 효과적인 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 기압의 작용방향에 대한 8번 문항에서는 교과서실험의 “알루미늄 캔 찌그러뜨리기”, “플라스틱 병의 변형” 실험에서 캔이나 플라스틱 병의 변형으로 기압의 작용은 학생들이 쉽게

이해할 수 있으나, 캔이나 플라스틱 병의 옆면에서만 변형이 일어나기 때문에 기압의 작용방향에 대한 개념 변화가 실험집단에 비해 적게 나타난다. 반면에 실험집단은 압력의 변화에 따라 공기의 부피가 변하는 실험(Fig. 3)을 통해 풍선의 모양이 모든 방향에서 변하는 것을 경험하여 기압의 작용방향에 대한 개념변화가 효과적으로 일어났음을 알 수 있다.

결론

본 연구의 결론은 다음과 같다.

(1) 대기압의 측정을 이해하기 위해서는 압력, 파스칼의 원리 이해가 바탕이 되어야 하지만, 압력에 대한 언급을 1종 교과서에서만 나오고 있어 기초개념 형성이 부족하다.

(2) 8종의 교과서 중 대기압이 실생활에 이용되는 예가 1종의 교과서에서 음료수를 마시는 빨대와 벽걸이 빨판이 소개되고 있고, 다른 1종의 교과서에서 팩에 든 음료수를 빨대를 써서 마시는 내용이 언급되고 있다. 실생활에서 기압의 작용과 이용에 대한 경험은 학생들의 기압에 대한 개념이해를 향상시킬 수 있으나 현행 교과서에서는 내용언급이 부족하다.

(3) 토리첼리 실험은 수은을 이용해 직접하기가 곤란하므로 교과서에서는 그림과 함께 설명이 나오고 있다. 이 실험과정은 학생들이 이해하기 어려우므로 간접적으로 이해시킬 수 있는 실험으로 지름이 다른 두 유리관을 서로 연결해 물을 넣어 물기둥의 변화를 관찰하는 실험을 해 보았지만, 효과적인 개념변화가 일어나지 않았다. 현상의 관찰이 곧바로 학생들의 개념변화에 영향을 미치지 않는 것으로 보아 기초개념의 이해가 바탕이 되어야함을 알 수 있다.

(4) 교과서의 “빨대 속의 물” 실험을 한 경우 문항 3

에서 대체개념이 감소하는 효과가 있지만 여전히 많은 학생들이 빨대의 원리를 이해하지 못하고 있음을 알 수 있다

(5) 학생들의 개념변화에 있어서 중요한 영향을 미치는 실험으로 “공기의 무게 측정”, “압력변화에 의한 공기의 부피변화”로 나타났다. 위 실험은 현상이 뚜렷하게 나타나 학생들의 호기심을 유발시키며 실험실내의 기구를 이용하여 쉽게 할 수 있고, 기압에 대한 개념형성에 도움이 되는 실험이므로 교과서에 소개해야 할 것이다.

학생들의 기압에 대한 대체개념이 학습 후에도 쉽게 변화되지 않았지만, 제안실험을 한 집단이 기압에 대한 개념형성이 효과적으로 나타난 점으로 보아 대체개념을 개선시킬 수 있는 다양한 학습방법과 과학적 개념 획득을 위한 실험소재가 지속적으로 연구되어야 할 필요성이 있다.

참고문헌

국동식, 1993, 대기압 개념에 대한 수업진후의 이해변화. 한국 지구과학학회지, 14(2), 162-172.

권재술·김범기·우종욱·정완호·정진우·최병순, 1998, 과학교육론, 교육과학사. 205-276.

박수경, 1998, ARCS전략을 적용한 구성주의적 수업이 과학개념획득과 동기유발에 미치는 효과. 부산대학교 박사논문 202 p.

이일동, 1999, 과학사적 수업을 통한 대기압 오개념 개선. 경북대학교 석사학위논문 53 p.

전선례, 1999, 중학생의 대기와 물의 순환 개념변화에 대한 협동학습의 효과. 한국교원대학교 석사학위논문 91 p.

Lump, A.T., Staver, J.R., 1995, Peer collaboration and concept development learning about photosynthesis. Journal of Research in Science Teaching, 32, 71-98.

Viennot, L., 1979, Spontaneous reasoning in elementary dynamics. European Journal of Science Education, 1(2), 205-221.

2000년 3월 18일 원고 접수
 2000년 8월 31일 수정원고 접수
 2000년 10월 7일 원고 채택