

## 수업방안이 중학생들의 대기압 개념 변화에 미치는 영향

김종희<sup>1</sup> · 김상달<sup>2,\*</sup> · 배주현<sup>2</sup> · 이용섭<sup>2</sup>

<sup>1</sup>경상고등학교, 641-480 창원시 소계동 513번지

<sup>2</sup>부산대학교 지구과학교육과, 609-735 부산광역시 금정구 장전동 산 30번지

## The Effects of Teaching Methods on Conceptual Change of Atmospheric Pressure in Middle School Students

Jonghee Kim<sup>1</sup>, Sangdal Kim<sup>2,\*</sup>, Juhyeon Bae<sup>2</sup>, and Yongseob Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Keongsang High School, ChangWon City 641-480, Korea

<sup>2</sup>Department of Earth Science, Busan National University, Busan 609-735, Korea

**Abstract:** The purpose of this study is to inquire into the effects of teaching methods in the class on the conceptual change of atmospheric pressure for middle school students. After analyzing the concept of atmospheric pressure in the middle school science textbooks on the present 7th Curriculum, classes were performed adopting classified Method A and Method B. For Method A, the textbook is used to explain the concept in the view of weight. For Method B, the textbook is used to approach the concept in the views of molecular movement as well as of weight. This study consists of four classes in the third grade students of middle school in Busan, where they were divided into the Method A group and the Method B group. These study was carried out with pre-post on each of these classes on the learning achievement and on the conceptual change of atmospheric pressure. The results of this study were as follows: First, the effect on the learning achievement was displayed the average score of the Method B was showing a meaningful difference comparing to the Method A. Second, the effect on the conceptual change measured by verifying the score for the difference among the averages for each sub-scale three out of four conceptual factors, 'the direction of atmospheric influence and the reason', 'the principle of atmospheric action' and 'the atmospheric changes by the temperature rise on the surface of the earth and the reason', showed meaningful improvement. But, the one left factor, 'the distribution of atmospheric pressure by altitudes and the reason', displayed no meaningful difference. Third, The concept of atmospheric pressure is better defined as the pressure created by the movement of air particles, in the view of kinetic theory of gas, rather than explained by the notion of the weight of air.

**Keywords:** atmospheric pressure, teaching methods, conceptual change, learning achievement

**요약:** 본 연구에서는 현행 제7차 교육과정의 중학교 과학교과에서 제시된 대기압 개념을 분석하여 무게의 측면으로 대기압을 설명하는 교과서를 이용한 수업(수업방안 A)과 기체 분자운동과 무게의 양쪽 측면에서 설명하는 교과서를 이용한 수업(수업방안 B)의 두 가지 수업방안을 선정한 후 수업방안이 중학생들의 대기압 개념변화에 미치는 영향에 대하여 알아보았다. 이를 위하여 중학교 3학년 4개 학급을 대상으로 2개 학급씩 나누어 각각 수업을 실시하였다. 이 때 수업 전·후에 나타나는 학업 성취도와 대기압의 개념변화를 조사해본 결과는 다음과 같다. 첫째, 학업 성취도에 미치는 효과는 '수업방안 B'가 '수업방안 A'에 비해서 효과가 있는 것으로 나타났다. 둘째, 개념변화에 미치는 효과는 개념 검사의 사후 점수를 각 하위척도별로 효과를 검증한 결과, 개념의 요소 4개 중 3개의 요소인 '대기압이 작용하는 원리'와 '대기압이 작용하는 방향과 이유', '지표면의 온도 상승에 따른 기압 변화와 그 이유'에서는 개념 변화에 유의미한 향상이 있는 것으로 나타났으나 '고도에 따른 대기압의 분포와 그 이유'에서는 개념 변화에 있어 유사한 것으로 나타났다.

\*Corresponding author: sdkim@pusan.ac.kr

Tel: 82-51-510-2707

Fax: 82-51-513-7495

셋째, 대기압 개념의 올바른 수업방안으로는 대기압을 기체 분자 운동론의 입장에서 정의하고 높이에 따른 대기압의 크기 분포는 공기의 무게로 정의한 것과 결과가 같게 나타남을 강조할 필요가 있다.

주요어: 대기압, 수업방안, 개념변화, 학업 성취도

## 서 론

지구과학은 현상의 다양성과 포괄성, 시공간적 광역성으로 인하여 학제적 접근에 의한 종합적 해석을 강조한다(김상달과 김중희, 2003). 이러한 지구과학의 특성에 따른 초·중·고등학교 지구과학 교육내용에 대하여 많은 학생들이 오개념을 가지고 있으며 이를 올바른 과학개념으로 이해하게 하는 것은 중요한 과제이다. 제7차 교육과정의 실시에 즈음하여 현재 중학교에서 사용 중에 있는 8종의 교과서에서 기상단원의 중요 개념인 대기압의 개념을 선정하여 이를 분석 비교한 결과, 7종의 교과서는 거의 비슷하게 무게의 측면으로 대기압을 설명하고 있는데 비해 1종의 교과서(최돈형 외 11, 2003)는 기체 분자운동과 무게의 양쪽 측면에서 설명하고 있다. 이러한 내용 제시의 차이는 주요 개념에 대한 이해를 어렵게 할 수 있을 뿐만 아니라 이로 인하여 많은 오개념을 유발할 가능성이 있다. 이러한 점들을 고려할 때 대기압의 오개념 유형과 형성 원인 그리고 이를 과학개념으로 변화시킬 수 있는 방안과 함께 대기압 개념에 대한 두 가지 설명방법이 개념 변화에 미치는 영향을 알아보는 것은 의미 있는 일이라고 생각된다.

지구과학 내용 중 대기압 개념은 고기압, 저기압, 바람, 날씨 등의 관련 개념의 이해를 위한 기초가 되며, 다른 전반적인 기상 관련 개념을 이해하는데 많은 영향을 미치므로 이 개념을 바르게 형성하는 것은 매우 중요하다. 대기압 개념에 관련된 선행 연구(송주현, 2002; 이지희, 2002; 이현숙, 2000)는 비교적 많이 이루어 졌으며, 이들 선행 연구에서는 이 개념에 대하여 학습자들은 다양한 유형의 오개념을 가지고 있음을 밝히고 있다. 특히 기압의 작용 방향에 대해서는 많은 비율의 학생들이 위에서 아래로 작용한다고 생각하고 있으며 그 이유를 중력의 방향과 관련 지워 설명하고 있었다. 기압의 오개념 유형에 대해서는 선행 연구(이성호와 임정환, 1998; 박수경, 1998; 김학목, 1993; 김옥현, 1993; 국동식, 1993; Novick and Nussbaum, 1978)가 많이 이루어 졌지만, 오개념의 형성 요인과 형성 과정, 오개념의 교정을

위한 수업 전략 및 학습 경험의 개발과 그 효과의 검증, 오개념의 변화 과정에 대한 연구 등은 더욱 활발히 이루어져야 할 필요성이 커지고 있다(권재술 외, 1998). 한편, 구성주의적 입장에서 학습자들이 지식을 형성하는 과정을 살펴보면 학습자들이 수업 전에 가지고 있는 필수 선수학습능력은 관련 상위 개념의 학습에 매우 중요한 역할을 하는 결정적인 요인이다(Strike, 1987; 박수경, 1998). 특히 교과서에 제시되는 관련 개념의 정의와 내용의 전개 순서는 학습자의 학습과정에 있어 개념을 형성하는데 결정적인 역할을 한다고 할 수 있다. 또한 교사들이 가지고 있는 개념도 학습자의 개념 형성에 아주 큰 영향을 미친다는 것은 당연한 사실이다. 구성주의에서는 학습자 중심의 수업을 강조하며 교사는 학습자의 학습을 도와주는 조력자의 역할을 하게 된다. 그러나 수업을 전적으로 학습자에게 맡기고 교사는 방관만 하는 것이 아니라 보다 효율적이고 효과적인 수업이 가능하도록 수업을 설계하고 운영하여야 한다. 특히 개념학습에 있어서 학습자가 보다 명확하게 개념을 이해할 수 있도록 개념을 분석하고 학습자를 진단하여 적합한 학습방법과 자료를 제시하는 것은 교사가 적극적으로 개입해야 할 일이다.

본 연구에서는 이러한 점들을 고려하여 대기압의 오개념 유형과 형성 원인 그리고 이를 과학개념으로 변화시킬 수 있는 방안과 함께 대기압 개념에 대한 두 가지 설명방법이 개념 변화에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이를 위하여 초·중·고등학교의 과학 및 지구과학 교과서에서 대기압 관련 개념과 내용을 조사한 후 이들 개념의 관련성과 위계성에 따라 학습자의 오개념 유형을 선정하고, 관련 선행 연구조사를 통하여 이러한 오개념이 발생할 수 있는 원인을 살펴본다. 그리고 현행 제7차 교육과정의 중학교 과학 교과서에서 제시된 대기압 관련 내용을 분석하여 대기압에 대하여 서로 다르게 기술하고 있는 교과서를 이용한 수업(A, B 수업방안)을 실시하였을 경우, 수업 전후에 나타나는 학업 성취도와 개념변화에 미치는 효과를 알아보고 이를 통하여 오개념 형성을 감소시킬 수 있는 수업방안을 제시하고자 한다.

## 연구 방법

### 연구 대상 및 처치 활동

본 연구의 대상은 부산광역시에 있는 중학교 3학년 남학생 4개 학급 144명이다. 이들 중 2개반 72명에게는 ‘수업 방안 A’를, 나머지 다른 두 반 72명에게는 ‘수업 방안 B’를 실시하였다. 수업방안에 따른 두 수업 집단에 대해서 동질성을 알아보기 위하여 학업성취도와 대기압 개념 점수에 대해 사전 검사를 실시하였다. 그 결과 학업성취도와 과제 분석을 통하여 선정된 대기압 개념의 4개 요소인 「대기압이 작용하는 원리」, 「대기압이 작용하는 방향과 이유」, 「고도에 따른 대기압 분포와 그 이유」, 「지표면의 온도 상승에 따른 기압 변화와 그 이유」와 4요소의 총합인 「전체영역」에서 두 집단이 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않아 두 집단은 동질적임을 확인하였다. 수업방안 A집단은 기압의 정의와 관련 개념을 무게로만 설명하여 수업을 진행하였고, 수업방안 B집단은 무게와 분자운동 양쪽 측면에서 설명하는 수업을 진행하였다. 학업 성취도 검사와 개념 검사는 두 집단에 동일하게 실시하였으며, 수업 및 연구에 소요되는 시간도 가급적 동일하게 통제하였다. 그리고 두 집단의 수업에는 동일한 교사가 수업을 6주간 6차시에 걸쳐 전개하였다.

### 검사도구

본 연구에서 사용한 개념 검사도구는 대기압이 작용하는 원리와 기압의 작용방향, 높이에 따른 기압의 분포, 지표면의 온도 변화에 따른 기압의 변화에 대한 학생들의 생각을 알아보기 위하여 각 요소별 2문항씩 8개 문항을 개발하였다. 각 문항에는 반드시 답한 이유를 상세하게 기술하도록 주문하였다. 개념 검사 문항은 1차로 과학 교사 5명(중학교 2명, 고등학교 3명), 과학교육 전문가 2명에게 의뢰하여 내용 타당도를 검증하였으며, 2차로 검사 문항에 대한 신뢰도( $\alpha = .81$ ) 검증을 하였다. 학업 성취도에 대한 검사도구는 대기압 개념의 정의와 기압의 작용방향, 높이에 따른 기압의 분포, 지표면의 온도 변화에 따른 기압의 변화의 4개의 영역을 대상으로 각 영역에 해당하는 문항 5문항씩 총 20문항으로 사전-사후 검사도구를 개발하여 신뢰도( $\alpha = .85$ )검증을 하였다.

### 연구 절차

본 연구에서 다룬 대기압 개념의 선정 및 과제분

석은 제7차 및 제6차 교육과정에 나타난 내용(교과서 및 교사용 지도서) 및 대기압 개념을 다룬 국내외 외국의 관련 선행 논문이나 저서의 내용을 근거로 하였다. 과제분석 결과를 바탕으로 필수 선수학습요소, 오개념을 선정하여 관련 개념 검사 문항을 개발하였다. 본 연구는 대상자 선정 → 사전 개념검사, 사전 성취도 검사 → 각 수업 방안에 따른 수업의 실시 → 사후 개념 검사, 사후 성취도 검사 → 자료 분석 및 결론 도출과 같은 절차로 이루어졌다.

### 자료 처리 및 분석

개념 검사는 수업처치 후 사전개념 검사와 동일한 검사지로 사후 검사를 실시하여 학생들의 개념 유형 변화를 알아보았다. 사전-사후 검사를 토대로 Lump and Staver(1995)의 평정척도에 따라 무응답 0점, 완전히 틀린 이해 1점, 틀린 것이 있는 불완전한 이해 2점, 불완전한 이해 3점, 완전한 이해 4점으로 평정하였다.

Lump and Staver(1995)가 사용한 개념의 평정기준은 다음과 같다.

- 1) 완전한 이해: 목적 개념의 요소가 모두 들어가 있는 응답
- 2) 불완전한 이해: 틀린 것은 없지만 완전하지는 않는 응답
- 3) 틀린 것이 있는 불완전한 이해: 부분적으로 오개념을 가지고 있는 것
- 4) 완전히 틀린 이해: 목적 개념의 요소를 전혀 가지고 있지 않는 것
- 5) 무응답: 학생의 응답이 “잘 모르겠다”이거나 응답을 하지 않은 경우

학업 성취도는 사전-사후의 검증으로 양적 분석을 하였으나 개념 변화는 학생들의 인지 구조 속에서 일어나는 현상이므로 관찰자가 파악하기에 어려움이 있다. 그리고 개념 변화의 정도를 문제해결 여부에 대한 양적인 분석으로 나타내기는 어려우므로 학생들이 가지고 있는 생각을 기술하도록 하여 확인하는 방법으로 학생들의 개념을 분석하였다. 따라서 수업 전과 후에 동일한 검사 문항으로 개념 검사를 실시하여 이를 비교 분석하고자 하였다.

자료 처리는 수업 전-후의 응답한 내용을 각 문항별로 개념 유형을 조사하였으며, 과학 성취도 검사, 개념 검사에는 집단 유형(수업방안 A, 수업방안 B)에 대해서 전-후 비교로 통계 패키지 SPSS 10.0으로 처리하였다.

**Table 1.** Learning achievement, a mean, the standard deviation, *t*-statistics

집단유형	N	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
수업A 집단	72	68.82	16.71	2.303	.023
수업B 집단	72	75.00	15.47		

**Table 2.** The *t*-test results of average difference about post-conceptual factors

영역	집단유형	N	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
사후개념 ① + ② + ③ + ④	수업A 집단	72	20.58	2.69	12.31	.000
	수업B 집단	72	25.64	2.21		
사후원리 ①	수업A 집단	72	4.50	.95	20.10	.000
	수업B 집단	72	7.17	.61		
사후방향 ②	수업A 집단	72	4.36	1.01	17.34	.000
	수업B 집단	72	7.01	.81		
사후고도 ③	수업A 집단	72	6.97	.84	.62	.539
	수업B 집단	72	7.06	.79		
사 후 온 도 ④	수업A 집단	72	4.75	.82	2.26	.025
	수업B 집단	72	4.40	1.02		

\*개념의 4개 요소중 '대기압이 작용하는 원리'는 원리로, '대기압이 작용하는 방향과 이유'는 방향으로, '고도에 따른 대기압 분포와 그 이유'는 고도로, '지표면의 온도 상승에 따른 기압 변화와 그 이유'는 온도로 표시하고, 하위 영역의 총합 점수를 '전체 영역'으로 표시

## 연구 결과 및 논의

### 수업방안에 따른 수업이 학업성취도에 미치는 효과

설명의 체계가 서로 다른 교과서를 이용하는 두 가지의 수업 방안을 적용하여 수업을 실시하였을 경우 대기압에 대한 학생들의 학업성취도가 수업 전·후에 어떻게 변화하는가를 살펴보고자 하였다. 우선, 수업을 실시하기 전 학생들의 학업성취도를 분석하고, 이어서 수업을 실시한 다음 수업 후의 학업성취도를 분석한 결과, 수업방안에 참여한 학생들은 학업성취도의 평균점수에서 유의미한 향상을 보이고 있다(Table 1). 5%의 유의확률에서  $p < .05$ 이므로 수업방안 A, B에서는 유의미한 차이를 나타내고 있다. 이는 수업방안 B 수업을 받은 집단의 평균 75.00이 수업방안 A 수업을 받은 집단의 평균 68.82에 비해 학업성취도에서 유의미한 향상점수를 나타내었음을 알 수 있다.

### 수업방안에 따른 수업이 개념변화에 미치는 효과

수업방안 A와 수업방안 B의 수업이 학생들의 개념변화에 어떠한 영향을 미치고 있는가를 검증하기 위하여 중학생을 대상으로 수업을 실시한 결과, 개념검사의 사후점수를 각 하위척도별로 평균차이 검증을 실시하였다.

그 결과 수업방안을 달리한 수업에 참여한 학생들

은 사전·사후의 개념 변화의 5% 유의확률에서는 개념의 요소 4개 중 3개 요소, '대기압이 작용하는 원리', '대기압이 작용하는 방향과 이유', '지표면에 온도 상승에 따른 기압변화와 그 이유'는 평균점수에서 유의미한 향상을 보이고 있다( $p < .05$ ). 그런데 개념 변화의 사전·사후의 개념 변화의 5% 유의확률 수준에서는 개념의 1개 요소 '고도에 따른 대기압의 분포와 그 이유'에서는 유의미한 차이를 보이지 않고 있다( $p > .05$ ). 그러나 전체 점수(사후 개념)에서는 유의미한 향상점수를 나타내었음을 알 수 있다( $p < .05$ ). 개념의 구성요소별로 보다 구체적으로 그 결과를 제시하면 다음과 같다.

첫째, '대기압이 작용하는 원리'의 경우 학생들은 수업방안에 참여 이후 각각 평균에서 수업방안 A의 평균이 4.50점, 수업방안 B의 평균이 7.17점으로 나타났으며,  $t = 20.10$ ,  $p = .000$ 이므로 유의확률 5% 수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 통계적으로는 수업방안 A와 수업방안 B의 사후 점수에서 유의미한 차이가 있음을 보여 주었다. 즉, 수업방안 B에 따른 수업이 학생들의 '대기압이 작용하는 원리'의 개념변화에 효과가 있는 것으로 나타났다.

둘째, '대기압이 작용하는 방향과 이유'의 경우 학생들은 수업방안에 참여 이후 각각 평균에서 수업방안 A의 평균이 4.36점, 수업방안 B의 평균이 7.01점으로 나타났으며,  $t = 17.34$ ,  $p = .000$ 이므로 유의확률

5% 수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 통계적으로는 수업방안 A와 수업방안 B의 사후 점수에서 유의미한 차이가 있음을 보여 주었다. 즉, 수업방안 B에 따른 수업이 학생들의 '대기압이 작용하는 방향과 이유'의 개념변화에 효과가 있는 것으로 나타났다.

셋째, '고도에 따른 대기압의 분포와 그 이유'의 경우 학생들은 수업방안에 참여 이후 각각 평균에서 수업방안 A의 평균이 6.97점, 수업방안 B의 평균이 7.06점으로 나타났으며,  $t=.62$ ,  $p=.539$ 이므로 유의확률 5% 수준에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 통계적으로는 수업방안 A와 수업방안 B의 사후 점수에서 유의미한 차이가 없음을 보여 주었다. 즉, 수업방안 A, B에 따른 수업은 학생들의 '고도에 따른 대기압의 분포와 그 이유'의 개념변화에 유사한 것으로 나타났다.

넷째, '지표면에 온도 상승에 따른 기압변화와 그 이유'의 경우 학생들은 수업방안에 참여 이후 각각 평균에서 수업방안 A의 평균이 4.75점, 수업방안 B의 평균이 4.40점으로 나타났으며,  $t=2.26$ ,  $p=.025$ 이므로 유의확률 5% 수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 통계적으로는 수업방안 A와 수업방안 B의 사후 점수에서 유의미한 차이가 있음을 보여 주었다. 이는 수업방안 A에 따른 수업이 수업방안 B의 수업보다 학생들의 '지표면에 온도 상승에 따른 기압변화와 그 이유'의 개념변화에 효과가 있는 것을 나타내는 것이다.

### 대기압의 두 가지 설명체계에서 학생들의 개념 형성 과정과 문제점

연구의 결과에서 나타나듯이 학생들은 수업 전에 가지고 있던 나름대로의 개념틀을 바탕으로 새로운 개념으로 이해한다는 것을 알 수 있다. 따라서 공기의 무게로 대기압을 설명하는 경우와 기체 분자 운동론으로 대기압을 설명하는 경우의 학생들의 개념 형성과정과 그 문제점을 분석해 보면 다음과 같다.

무게에 의한 대기압 개념: 대기압을 "공기의 무게에 의한 압력"으로 정의하는 경우 높이에 따른 기압의 분포에 대한 이해는 쉬우나 대기압이 작용하는 방향에 대해서는 많은 학생들이 "위에서 아래로 작용한다"라고 생각할 수 있으며, "물체의 면에 대하여 수직되게 모든 방향으로 작용한다"라고 알고 있으나 그 이

유를 올바르게 설명하지 못하고 단지 그 사실만을 기억하고 있을 뿐이다. 이 경우 학생들이 대기압의 개념 정의에서 작용방향을 이해하기까지의 사고 과정을 현행 교과서에서 제시한 대로 분석하여 나열하면 다음과 같다.

- ① 공기는 여러 가지 기체의 혼합물이다.
  - ② 혼합물(질소, 산소, 이산화탄소, 아르곤, 수증기 등)은 물질이며 질량을 가진다.
  - ③ 압력은 단위 면적을 누르는 힘이다.
  - ④ 공기의 압력, 즉 기압은 공기의 무게에 의한 것이다.
  - ⑤ 무게는 질량×가속도로써 표현되는 힘이다.
  - ⑥ 무게는 중력 가속도와 같은 방향으로 작용한다.
  - ⑦ 고도가 높아질수록 그 위에 있는 공기의 양이 줄어들므로 기압은 감소한다.
  - ⑧ 기압은 무게에 의한 것이므로, 그것의 작용방향은 중력가속도의 방향과 같이 위에서 아래 방향이다.
- ①에서 ⑧의 순으로 학습이 진행될 경우 높이에 따른 기압 크기 변화 경향 설명이 용이하며, 토리첼리 실험을 설명하기에 좋다. 그러나 기압이 작용하는 방향에 대해서는 학습자의 오인을 발생하게 한다. 왜냐하면 기압의 선행학습요소인 무게의 작용 방향은 기압의 작용 방향을 결정짓는데 큰 역할을 하기 때문이다. 학습자에게는 근거 있는 이유를 들어 기압이 작용하는 방향을 설명할 수 있으므로 이는 근거 있는 오개념이라고 할 수 있다. 기압의 정의를 공기의 무게로 설명하는 것은 틀린 것은 아니지만 보다 상위의 목표와 관련 개념을 설명하기에는 부적합한 점이 있다. 대기압을 공기의 무게로 정의할 경우 고도가 높아질수록 기압이 감소하는 것은 보다 위에 있는 공기의 양이 줄어들므로 무게가 감소하여 기압이 낮아지는 것으로 설명한다. 그러나 사실은 고도가 높아짐에 따라 기압이 감소하는 것은 밀도가 감소하기 때문에 나타나는 영향이 더욱 크다. 다만 그 결과가 보다 위에 있는 공기의 양에 의한 무게로 정의해도 같게 나타날 뿐인 것이다. 그리고 고도가 높아질수록 기압이 감소하는 원인을 고도 상승에 따른 만유인력의 감소 때문으로 설명하는 경우도 있다. 기온이 상승하면 공기가 가벼워져 상승하므로 누르는 힘이 약해져 저기압이 된다거나 상승한 공기를 보충하기 위해 다른 곳에서 공기가 유입되므로 기압이 상승한다거나 공기가 팽창하여 단위 면적 위의 공기의 무게가 감소하므로 기압이 낮아진다는 나름대로 근거 있

는 오개념도 발생할 수 있다. 중학교 제7차 교육과정에서의 대부분의 과학 교과서가 무게로 대기압을 정의하고 있으며 이를 그대로 이용하였을 경우에는 앞에서 언급한 여러 가지 오개념이 자연스럽게 발생할 수 있다는 것을 염두에 두어야 할 것이다.

기체분자 운동론에 의한 대기압 개념: 우선 압력은 '단위 면적에 가해지는 힘'으로 정의한다. 기압은 공기에 의한 압력이며, 그리고 공기는 유체이므로 유체의 압력에 대한 정의로 다룬다. 유체에서는 유체를 구성하는 입자들이 단위 면적에 단위 시간동안 가해주는 충격량으로 압력을 정의할 수 있으며, 유체를 구성하는 입자는 불규칙하게 모든 방향으로 작용한다는 것을 도입할 필요가 있다. 충격량을 결정하는 것은 입자의 빠르기(온도에 의해서 결정)와 단위 체적속의 입자의 수를 나타내는 밀도다. 이 경우 학습자들이 거치게 되는 이해의 과정은 다음과 같다.

① 공기는 여러 가지 기체의 혼합물이다.

② 혼합물(질소, 산소, 이산화탄소, 아르곤, 수증기 등)은 물질이며 질량을 가진다.

③ 이들은 기체 상태이므로 입자들은 자유롭게 모든 방향으로 움직일 수 있다.

④ 입자들의 운동 상태는 입자들이 가지고 있는 에너지에 의해 결정된다.

⑤ 압력은 단위 면적에 가해지는 입자들의 충격량이다.

⑥ 충격량을 결정하는 것은 충돌 횟수이며 이는 밀도와 충돌하는 입자의 빠르기에 의해서 결정된다.

⑦ 고도가 높아질수록 그 위에 있는 공기의 양이 줄어들므로 밀도가 줄어들어 기압이 감소한다.

⑧ 기압의 작용 방향은 입자들의 운동 방향에 의해 결정되므로 모든 방향이다.

이 방안대로 기압 개념을 학습하게 되면 충격량의 개념 이해가 좀 어렵기는 하지만 높이에 따른 대기의 밀도 분포로서 기압의 분포 현상을 알 수 있으며(밀도가 크면 압력이 큼), 온도 변화는 입자의 운동 상태 및 밀도의 변화를 유발하므로 이들이 복합적으로 기압의 변화에 관여한다는 사실을 알 수 있다. 또한 기압의 작용 방향을 자연스럽게 공기 입자가 움직이는 방향인 모든 방향으로 인지할 수 있을 것이다. 그렇지만 기압이 밀도와 온도에 의해서 결정된다는 것을 단순히 인지할 경우, 고도가 상승하면 기온이 낮아져서 공기의 분자운동이 느려지므로 기압

이 감소하는 것으로 설명할 수 있으며, 기온이 상승하면 기체의 분자 운동이 빨라지므로 기압이 상승한다는 오개념을 발생할 우려가 있다.

### 바람직한 대기압 개념 수업 방안

학습자의 인지구조는 학습자의 선경험을 바탕으로 형성되는데, 그 중 학교 수업에 의한 영향이 지배적이다(Hewson과 Hewson, 1981). 따라서 학습자는 교과서에 제시되는 순서가 곧 학습 순서로 생각하는 경우가 많으므로 기압에 관련되는 개념을 올바르게 학습하게 하기 위해서는 개념 제시 순서를 보다 적절하게 조절할 필요가 있는 것이다. 기존의 교과서에서 제시하고 있는 대기압에 대한 수업 방안을 적용한 결과를 분석한 자료를 바탕으로, 대기압의 정의를 보다 정확하게 제시하고 기압의 작용방향 및 기온 변화에 따른 기압 변화에 대한 오개념 발생을 감소시킬 수 있는 수업 방안을 제시하면 다음과 같다. 대기압의 정의는 공기가 기체이므로 공기의 무게에 의한 설명보다는 기체 분자 운동론의 입장에서 공기 입자의 운동에 의하여 가해지는 압력으로 정의하는 것이 바람직하다. 기체 분자 운동론을 적용할 경우 학생들은 충격량의 개념을 이해하기가 어려우므로 이를 이론적으로 설명하기보다는 공기 입자를 구슬로 바꾸어 진동시키는 실험의 형태로 제시하면 저학년의 학습자에게도 가르칠 수 있을 것이다. 고도가 상승함에 따라 기압이 감소하는 것은 대기의 밀도가 감소하기 때문이며, 다만 높이에 따른 기압 크기의 분포는 그 결과가 공기의 무게로 설명할 경우, 보다 위에 있는 공기의 무게로 나타낸 것과 같으며 고도가 높아질수록 보다 위에 있는 공기의 양이 감소하므로 무게가 감소하는 것과 같다고 언급하는 것이 좋다. 기온이 변할 경우에 나타나는 기압의 변화는 기온이 상승하면 공기가 팽창하게 되고 공기의 밀도가 감소하므로 기압이 낮아진다고 설명하는 것이 바람직하다.

### 결론 및 제언

본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 대기압을 공기 무게에 의한 압력과 함께 기체 분자 운동론으로 설명하는 수업 방안 B가 대기압을 공기의 무게에 의한 압력으로 설명하는 수업 방안 A보다 학업성취에 있어 효과적이다.

둘째, 수업방안 A와 수업방안 B를 적용하여 학생

들의 개념 변화(대기압이 작용하는 원리, 대기압이 작용하는 방향과 이유, 고도에 따른 대기압 분포와 그 이유, 지표면의 온도 상승에 따른 기압 변화와 그 이유)를 알아보았으며 그 결과는 다음과 같다.

- '대기압이 작용하는 원리'의 개념변화에서는 수업 방안 B가 수업방안 A보다 효과적이다.

- '대기압이 작용하는 방향과 이유'의 개념변화에서는 수업방안 A보다 수업방안 B에서 효과가 있는 것으로 나타났다.

- '고도에 따른 대기압 분포와 그 이유'의 개념변화에서는 수업방안 A와 수업방안 B에서 차이가 없는 것으로 나타났다.

- '지표면의 온도 상승에 따른 기압 변화와 그 이유'의 개념변화에서는 수업방안 A가 수업방안 B보다 효과적이다.

- 학습자의 개념변화에 있어서 수업방안 B가 수업방안 A에 비해 전체적으로 효과적이다.

셋째, 수업방안을 A, B로 달리하여 수업을 실시한 결과 개념에 따라서 개념변화에 차이가 있다. 이러한 차이를 고려하여 개념의 유형에 따라 적절한 수업방안을 적용하는 것이 학습의 효과를 증진시킬 수 있을 것이다.

본 연구의 결과를 고려할 때 학생들이 수업 전에 가지고 있는 선 개념과 학생들의 학습에 큰 비중을 차지하는 교과서 내용의 정확한 기술이 매우 중요할 것으로 판단되어 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 대기압 개념의 올바른 수업 방안은, 대기압을 기체 분자 운동론의 입장에서 정의하고 높이에 따른 대기압의 크기 분포는 공기의 무게로 정의한 것과 결과가 같게 나타남을 강조할 필요가 있다. 이러한 접근은 다소 어려운 물리 개념의 이해가 선행되어야 하므로 보다 적절한 구체적인 수업 방법을 모색할 필요가 있을 것이다. 따라서 이 분야에 대한 후속 연구가 필요할 것이다.

둘째, 지구과학 분야의 대기압 개념을 학습하기 위해서는 관련 필수 선행학습요소인 압력, 충격량 등을 충분히 학습한 후 대기압 개념을 다룰 수 있도록 관련 타 과목과의 연계성을 고려하여 교과서의 집필과 교육과정을 운영하도록 하여야 할 것이다.

## 참고 문헌

강만식, 장창희, 이원식, 한인섭, 박은호, 이창진, 김일희,

장병기, 정병훈, 윤용, 이태욱, 한천옥, 2003, 중학교 과학 3. 교학사, 132-134.

국동식, 1993, 대기압 개념에 대한 수업 전후의 이해 변화. 한국지구과학회지, 14 (2), 162-172.

권재술, 김범기, 우종욱, 정완호, 정진우, 최병순, 1998, 과학교육론. 교육과학사, 23-32.

김상달, 김종희, 2003, 지구과학교육론. 만수출판사, 45-53.

김옥현, 1993, 중등학생의 지구과학개념과 오개념에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문, 55 p.

김정률, 고현덕, 김재현, 김남일, 임용우, 동효관, 김선주, 남철주, 김영순, 이준용, 2003, 중학교 과학 3. 블랙박스, 138-141.

김찬중 외 5명, 2003, 고등학교 지구과학 II 교과서. 천재교육. 109 p.

김학목, 1993, 대기압과 달의 운동에 관한 중학생들의 개념 분석. 한국교원대학교 석사학위논문, 56 p.

박봉상, 김윤우, 홍달식, 박문수, 정대영, 심국석, 심중섭, 최진복, 장정찬, 최병수, 진만식, 2003, 중학교 과학 3. 동화사, 138-142.

박수경, 1998, ARCS전략을 적용한 구성주의적 수업이 과학개념획득과 동기유발에 미치는 효과. 부산대학교 박사학위논문, 70 p.

소현수, 안태인, 최승언, 박건식, 목창수, 김종권, 김득호, 구수길, 박완규, 김완섭, 김영산, 2003, 중학교 과학 3. 두산.

송주현, 2002, 과학 교과서에서 기압과 대기압에 대한 설명 방식의 차이점 분석. 한국교원대학교 석사학위논문, 10-13.

이광만, 허동, 이경운, 정무호, 방태철, 이기성, 안태근, 정상운, 복완근, 정익현, 박병훈, 박정일, 정수도, 김경수, 박지극, 송양호, 이천기, 2003, 중학교 과학 3. 지학사, 122-125.

이성목, 채광표, 김기대, 이문원, 권석민, 손영운, 노태희, 정지오, 서인호, 김영수, 김운택, 이세영, 2003, 중학교 과학 3. 금성교과서, 136-138.

이성호, 임청환, 1998, 공기의 성질에 관한 초등학생들의 개념 유형 및 갈등상황 후 변화. 한국지구과학회지, 19, 512-523.

이지희, 2002, 중등학교 과학 교사들의 대기압에 관련된 개념 분석. 한국교원대학교 석사학위논문, 15-17.

이현숙, 2000, 중학생들의 기압에 대한 개념을 향상시키기 위한 실험방법 개선안. 한국교원대학교 석사학위논문, 30 p.

정완호, 권재술, 김범기, 김성하, 백성혜, 우종욱, 이봉호, 이석형, 정진우, 최병순, 2003, 중학교 과학 3. 교학사, 126-130.

최도형, 김동영, 김봉래, 김재영, 노석구, 신영준, 이기영, 이대형, 이면우, 이명제, 이상인, 전영석, 2003, 중학교 과학 3. 대일도서, 140-145.

Hewson, P.W. and Hewson, M.G., 1981, Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning (part II): Analysis of instruction. Paper presented at the annual meeting of

- the National Association for Research in Science Teaching, 54th, Grossinger's in the Catskills, Ellenville, NY, April 5-8. ED 204 129.
- Lump, A.T. and Staver, J.R., 1995, Peer collaboration and concept development learning about photosynthesis. *Journal of Reserch in Science Teaching*, 32, 71-98.
- Novick, S. and Nussbaum, J., 1981, Pupil's understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education*, 65 (2), 187-196.
- Stavy, R. (1988). Children's conception of gas. *International Journal of Science Education*, 10 (5), 553-560.
- Strike, K.A. (1987). Toward a coherent constructivism. In Novak, J.D. (ed.), *Proceeding of the second international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics* (Vol. 1, pp. 481-489). Ithaca, NY: Cornell University, July, 26-29.

---

2004년 2월 24일 원고 접수  
2004년 3월 19일 수정원고 접수  
2004년 3월 20일 원고 채택