

중등학교 과학 교사들의 대기압에 관련된 개념 분석

이지희¹ · 정진우 · 우종욱
(김천 중앙고등학교)¹ · (한국교원대학교)

Analysis of Secondary School Science Teacher's Concept on Atmospheric Pressure

¹Lee, Jeehee · Jeong, Jinwoo · Woo, Jongok
¹(Kimchon Jungang High School) · (Korea National University of Education)

ABSTRACT

This study was focused on whether secondary science teachers have consistent, integrative scheme on the definition of atmospheric pressure and phenomena caused by air pressure. We had made questionnaire and let 94 science teachers answer. We sorted the responses according to their major, school and compared them with the description in textbooks.

The result can be summarized into three findings. First of all, teachers whose major is chemistry have strong tendency to understand that atmospheric pressure is caused by molecular motion though it, in textbooks, is defined as the pressure by weight of air mass. The half of respondents believed that decreasing of atmospheric pressure in high altitude is due to molecular motions, while most textbook says decrease in the weight of air mass. Secondly, many science textbooks show that air mass expands, rises, becomes less dense and the pressure of atmosphere becomes low when it receives heat. So, most of respondents explained low pressure is formed by lower density. Thirdly, they answered that they just teach the phenomena of air pressure by using the textbooks which mainly deal with the present state rather than a principle.

In conclusion, the science textbooks should present the exact description and consolidated structures of those concepts to prevent students from having misconceptions on air pressure. In addition, training program for science teachers would be necessary to reconsider and explore the natural phenomena in various viewpoints.

Key words: atmospheric pressure, air pressure, continuous, integrative, molecular motion, preconception

I. 서 론

과학 지식이 급속히 팽창되고 과학 문명이 고도로 발달됨에 따라, 방대한 지식을 효과적으로 전달하는 교수-학습 방법에 대한 연구가 날로 증가하면서 대기압에 관련된 여러 자연 현상의 시뮬레이션을 인터넷 상에서도 쉽게 접할 수 있게 되었다. 그러나, 학생들은 자기 나름대로 구성된 선개념 체계로 개념을 이해하며(박승재와 조희형, 1999) 기초 개념이 부족한 상태의 학생들에게 활용된 애니메이션은 무의미하다(박재원, 2001)는 지적은, 국동식과 최동하(2001)의 대기압의 정의와 하위 개념간의 관계를 묻는 문항에서 정답률이 낮고, 노태희 등(1998)의 애니메이션을 이용한 컴퓨터 보조 수업이 개념 이해도 측면에서는 효과가 적다는 연구 결과의 근본적인 원인이라 할 수 있을 것이다.

학생들의 선개념에 대해서 지금까지 수행된 연구의 결과를 종합·분석해 보면, 과학개념에 대한 그들의 관념이 발원하는 출처는 넓은 의미로 자연에 대한 경험, 일상적인 생활 경험, 언어 생활, 그리고 학교 교육으로 나눌 수 있다. 학생들이 학교 교육을 통해서 갖게 되는 오개념의 출처는 다시 “과학 학습에 사용된 교재”, “교사가 파지한 과학 개념에 대한 개인적 관념”, 그리고 “과학 수업을 통한 언어의 연합”으로 더 세분화할 수 있다(박승재와 조희형, 1999).

과학자들의 지식 체계는 아동들의 지식 체계와 달라서 과학자들에 의해 진술된 교과서의 개념 구조는 아동의 지식 체계에 쉽게 받아들여지지 않을 수 있고, 받아들여진 개념이라도 과학자들이 원하는 개념과 다른 개념 구조로 존재할 수 있다(권재술과 김범기, 1993). 상호 관련이 있는 개념들이 서로 분리되어 독립적인 단원으로 구성되어 있을 때 학생들은 배운 개념을 전체적인 개념 구조 속에서 서로 관련을 짓지 못해서 오개념을 형성할 수 있으며, 개념에 관한 설명이 불명확하게 기술되어 있거나 잘못되어 있는 경우, 설명이 없이 도식만 되어 있을 경우, 또는 각 단계별로 연관된 설명이 부족한 경우 학생들은 그 개념들을 조절하는 과정에서 오개념이 형성될 수 있다. 교과서에 사용되는 용어를 부적절한 것으로 선택하였

을 경우에도 문장의 문법적 구조에 따른 의미 차에 의해 오개념이 형성될 수 있다(정완호, 1993; 박종석과 조희형, 1986).

학생들은 과학 내용을 교과서를 통해서 학습하기도 하지만, 대부분 교사와 학생간의 교수-학습 활동을 통해서 개념을 획득한다. 따라서 과학 교사가 잘못된 개념을 가지고 있게 되면 이는 직접적으로 학생의 개념 획득에 영향을 주게 된다(권재술과 김범기, 1993).

중등학교 학생들의 대기압에 관한 선행 연구는 국동식(1994), 국동식과 김대영(2000), 국동식과 최동하(2001), 이현숙과 김재환(2000), 임청환과 김학목(1994) 등에 의해 이루어져 학생들의 오개념 유형과 오개념의 견고성, 수업 전략을 통한 개선 안이 제시되었으나 교사의 대기압에 관련된 오개념 연구는 미흡한 실정이다. 이에, 과학 교사들은 대기압을 어떻게 정의하고 있으며, 대기압과 관련된 자연 현상에 대해 바람직한 지식 구조가 형성되어 있는 지를 조사하고, 그 결과를 중등 교과서·대학교재의 표현 방식과 비교함으로써 학생들의 대기압에 관련된 오개념의 근원을 교사와 교재의 서술 방식에서 찾아보고자 한다.

II. 연구 방법

중등학교 학생들이 대기압의 원인과 정의를 정립하지 못하고, 대기압 개념과 관련된 기초 개념이 부족하여 선수학습을 지도해야할 필요가 있으며, 고도에 따른 대기압의 변화, 대기압의 작용 방향과 기온이 변할 경우 대기압이 변하는 과정에 대한 이해도가 낮게 나타난 선행 연구(국동식과 최동하, 2001; 국동식과 김대영, 2000; 이현숙과 김재환, 2000; 국동식, 1994; 임청환과 김학목, 1994)들의 결과로부터 학생들의 오개념이 다양하게 나타난 고도에 따른 대기압의 변화·저기압의 형성에 대한 교사들의 개념을 알아보는 문항2, 3과 대기압과 관련된 자연 현상에 대해 바람직한 지식 구조가 형성되어 있는 지 알아보는 문항4, 5, 6, 대기압의 정의와 대기압과 기압의 구분에 대한 의견을 묻는 문항1, 7로 설문지를 작성하였다. 설명 방식은 중학교 2학년 과학 교과서 8종(강영희

등, 2000; 공구영 등, 2000; 권재술 등, 2000; 김시중 등, 2000; 박봉상 등, 2000; 송인명 등, 2000; 우규환 등, 2000; 정창희 등, 2000)과 고등학교 지구과학II 교과서 12종(김정우 등, 2000; 나일성 등, 2000; 백광호 등, 2000; 우영균 등, 2000; 우종욱 등, 2000; 이민성 등, 2000; 이시우 등, 2000; 이태욱 등, 2000; 정재섭 등, 2000; 정진우 등, 2000; 정창희 등, 2000; 최석원 등, 2000), 대학 일반 물리학 5종(Bueche & Jerde, 1997; Giancoli, 1994; Halliday *et al.*, 1993; Hewitt, 1998; Serway *et al.*, 1999), 대학 지구과학 3종(김유근 등, 1994; 한국지구과학연구회, 1998; Skinner *et al.*, 1999), 기상학 9종(곽종흠과 소선섭, 1986; 한국기상학회, 1999; Battan, 1984; Brasseur *et al.*, 1999; Eagleman, 1985; Lutgens & Tarbuck, 1998; Meiberger *et al.*, 1982; Miller *et al.*, 1983; Moran & Morgan, 1994)을 분석하여 구성하였고 주어진 질문에 대하여 자신의 의견과 일치하는 것을 선택하거나, 없는 경우 서술하도록 하였다.

이 설문지를 H대학원 석사 과정의 과학 교사 10인에게 투입하여 응답 결과를 분석한 후 문항을 수정 보완한 뒤 과학교육 전문가 3인에게 검증 받은 부록의 최종 문항을 H대학교 대학원 과학교육학과와 공통과학교육과의 석사 과정 중인 94명의 중등 교사들에게 설문을 행하고 응답 비율을 비교하였다.

문항 개발에 참고한 각 교재의 기호는 앞에서 제시한 순서에 따라 대학 일반 물리학은 UP1~UP5, 대학 지구과학은 UE1~UE3, 그리고 기상학은 M1~M9로 표기하였다. 또한, 소선섭 등(2000)이 어떤 장소에서의 대기 압력은 공기가 정지해 있을 때 나타나는 정압(靜壓)과 공기가 움직이고 있기 때문에 나타나는 동압(動壓)이 겹쳐진 것이지만 보통의 기상 요소로서 정압의 관측치가 필요하게 된다고 한 것으로부터, 열린 계에서 정적 평형 상태에서의 공기의 압력을 대기압이라 표기하고, 닫힌 계에서 공기의 분자 운동에 의한 압력뿐만 아니라 열린 계인 대기에서 공기의 움직임에 의해 나타나는 모든 압력은 기압이란 용어를 사용하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 논의

1. 대기압의 정의

대부분의 중등학교 과학 교과서와 대학 교재에서 대기압(atmospheric pressure)을 “공기의 무게에 의한 압력”이라고 정의하고 있지만 일부 교재에서 공기의 압력(Oxtoby & Nachtrieb, 1990), 중력에 대한 공기의 반작용(안운선과 박윤창, 2000), 중력에 붙잡힌 공기의 분자 운동에 의한 압력(Eagleman, 1985; Moran & Morgan, 1994)이란 표현을 찾을 수 있었다. 이런 정의에 대하여, 교사의 43%가 대기압을 “공기의 무게에 의한 압력”, 23%가 “공기의 분자 운동에 의한 압력”, 33%가 “중력과 분자 운동에 의한 압력”이라 정의하였다.

물리 전공 교사들의 67%가 “공기의 무게에 의한 압력”이라고 응답한 반면, 화학 전공 교사의 50%가 “공기의 분자 운동에 의한 압력”으로 응답한 것은 송주현(2002)이 기체의 압력과 대기압을 구분하지 않는 것처럼 닫힌 계에서 기체의 분자 운동을 주로 다루는 화학 교과서의 특성으로 인하여, 열린 계에서의 공기와 닫힌 계에서 기체로서의 공기를 구분하지 않은 것으로 보인다. 지구과학 전공 고교 교사들의 41%가 “중력과 분자 운동에 의한 압력”이라 응답한 것은 공기의 무게를 도입하는 정역학 방정식이 고등학교 지구과학 II에서 도입되고 기압 경도가 분자 운동과 관련 있기 때문인 것으로 생각된다.

대학 일반 화학이나 물리학에서는 일반적으로 기체 단원에서 대기압이 정의되고 있고, Lutgens과 Tarbuck(1998), Moran & Morgan(1994) 등의 기상학 교재는 공기의 분자 운동에 의해 나타나는 압력을 먼저 제시한 다음 중력을 도입하여 “공기의 무게에 의한 압력”이란 정의로 전개하고 있다. 그러나, 중등학교 교과서에는 대기압이 공기의 분자 운동과 연계되어 있지 않을 뿐만 아니라 대기가 무게를 나타내게 되는 원리의 도입 없이 바로 정의되고 있다.

2 고도에 따른 대기압의 변화

중등학교 교과서에서는 높은 산 위로 올라갈수록 대기압이 작아지는 이유에 대해, 질문으로 제시한 박봉상 등(2000)을 제외한 7종의 중학교 교과서와 12종의 고등학교 교과서에서 내리 누르는 공기의 양이 줄어들므로 고도에 따라 대기압이 작아진다고 표현되어 있다. 그러나 40%의 교사가 “공기의 무게가 줄어들어서”, 9%의 교사가 무게와 온도 또는 무게와 밀도가 줄어서, 2%의 교사가 온도와 밀도가 줄어들어서라고 응답하였다. 49%의 교사가 온도나 밀도의 한 가지 요인만으로 설명하는 것은 국동식과 최동하(2001), 임청환과 김학목(1994)에서 나타난 학생들의 오개념 특징과 같다고 할 수 있겠다.

공기의 무게에 의한 압력이란 대기압의 정의를 바로 이해하고 있는 교사라면 고도에 따른 대기압의 변화는 공기의 무게가 줄어들어서라고 응답해야 할 것이다. 조사 결과에 의하면 대기압을 공기의 무게에 의한 압력이라고 정의한 교사의 58%만이 공기 기둥의 무게가 줄어들어서라고 응답하였다.

3 저기압의 형성

가열된 지역에서의 저기압 형성에 대하여, 전체 응답자의 6%, 지구과학 전공의 13%만이 공기의 무게가 감소하여 저기압이 형성된다고 응답하였고, 82%의 교사가 밀도로 설명하였다. 이런 결과는 해륙풍의 발생에 대하여 모든 중학교 교과서에서 Fig. 1과 같이 제시되며, 총 12종 중 9종의 지구과학Ⅱ에서 부등 가열된 지역의 등압선이 표시된 그림이 제시되고 있으나, 대위된 공기는 팽창하고 상승하여 밀도가 작아져

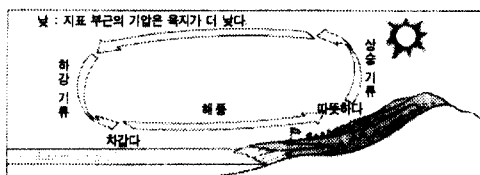


Fig. 1. Explanation type of sea breeze in middle school textbooks(Woo, Guywhan et al., 2000)

서 저기압이 형성된다고 서술되어 있는 영향이라고 생각한다.

대기압을 공기의 무게에 의한 압력이라고 정의한 Lutgens & Tarbuck(1998)도 다음과 같이 설명한다.

기압은 기체 분자의 끊임없는 충돌로 물체의 표면에 가하는 힘에 의한 것으로 온도와 밀도에 의해 큰 영향을 받는다. 부피가 일정한 닫힌 계에서는 온도가 올라가면 입자의 속력 증가로 압력이 증가하지만, 대기는 기온이 올라가면 기체 분자의 운동이 활발해져 부피가 커지므로 공기의 밀도가 줄어들어 대기압은 낮아진다.

이런 표현은, 학생들은 자기 나름대로 구성한 선개념 체계로 개념을 이해한다(박승재와 조희형, 1999)는 것처럼 부피가 커지면 압력이 낮아진다는 보일의 법칙만 적용하여 대기압이 낮아진다고 이해할 수 있고 동료 교사들과의 토론에서도 그것을 확인할 수 있었다.

그러나, 기온이 상승함에 따라 부피가 커지는 것은 외부 압력과 평형을 이루기 위한 것으로 그 공기 덩어리에 작용하는 공기의 무게가 변하지 않는 한 대기압은 일정하게 유지된다(Fig. 2의 b). 그러므로, 공기의 밀도가 줄어들어 대기압이 낮아진다는 설명은 정확하지 않다.

Fig. 2의 초기 상태(a)에서 바다와 육지가 부등 가열되면 육지 공기의 팽창에 의해 상층에서 기압 경도가 생기고(b) 이로 인하여 육지의 상층에서 바다의 상층으로 공기의 흐름이 생긴다. 이러한 흐름은 바다의 상층에 공기가 쌓이게 함으로써 바다에는 고기압, 육지에는 저기압이 나타나서 하층에서도 기압 경도가 발생하게 되고 결국 바다에서 육지로 바람이 불게 된다(c)(우영균 등, 2000; 이민성 등, 2000; 정재섭 등, 2000). 이러한 설명 체계가 공기의 무게에 의한 압력이란 대기압의 정의가 그대로 적용되며, 저기압의 형성과정을 명확하고 정확하게 서술하는 것이다.

대학 지구과학 교재에서의 해풍의 형성에 대한 설명 방식은 Table 1과 같다.

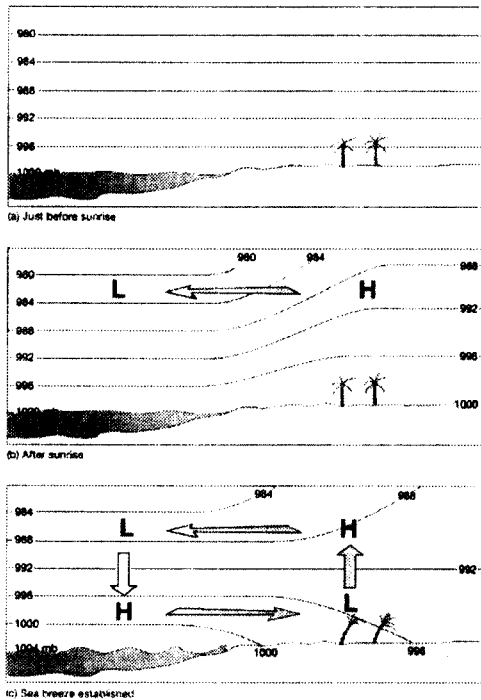


Fig. 2. Creating a sea breeze(Lutgens & Tarbuck, 1998)

Table 1. Explanation type of low pressure development

No figure	Circulation figure without isobar	Circulation figure with isobar
Ⓐ UE2		
Ⓑ	UE3, M3	UE1, M1, M9
Ⓒ M5, M8		*M2, M6, M7

UE : Earth Science, M : Meteorology

* exact explanation

Ⓐ By decreasing density

Ⓑ By expanding

Ⓒ Expands → pressure gradient develops on upper layer → the upper air layer flows → low pressure develops on lower layer

Table 1에서 알 수 있듯이 저기압의 형성 과정에 대하여 대학 일반 지구과학에서도 명확하게 표현되지

않으므로, 구체적이고 정확하게 표현된 교재를 가지고 학습하지 않을 경우에는 단순히 밀도가 작아져서 저기압이 형성된다고 이해할 수 있다.

대기압을 '공기의 무게에 의한 압력'이라 정의한 교사의 10%만이 고도에 따른 대기압의 변화와 저기압 형성에 대해 일관된 무게 개념을 적용하는 것은 교사들이 대기압의 정의를 완전히 이해하지 않은 것으로 보여지며 이러한 결과는 중등학교 교재의 서술 방식의 영향이 큰 것으로 나타났다.

4. 공기 상승의 원리

중학교 학생들이 폐쇄된 공간에서 특정 영역만을 가열할 때 나타나는 대류 현상을 기압과 관련지어 설명하지 못함을 보여준 전선례(1999)의 연구로부터 과학 교사들은 가열된 공기의 상승에 대해 어떤 설명 방식을 갖는 지를 알아보기 위한 문항에 전체 응답자의 65%가 "밀도가 작아져서"라고 응답하였고, 19%가 "부력"으로 13%만이 "기압경도력이 커져서"라고 응답하였다. 화학교사의 82%가 공기보다 밀도가 작아져서라고 응답한 것은 대학 일반 화학에서 대류 현상에 대하여 밀도(Jones & Atkins, 2001)나 알짜힘(Oxtoby & Nachtrieb, 1990)으로 설명하고 있으나 대체적으로 언급이 적은 영향이라고 생각한다. 반면 일반 물리학에서는 밀도와 부력으로, 지구과학에서는 밀도, 부력 또는 기압 경도로 설명하고 있다.

대학 물리학과 지구과학 교재의 대류에 대한 서술은 Table 2와 같다.

Table 2. Explanation type of convection in university textbooks

	Textbook
With density	UP1, UP2, UP5, UE3, M2, M8, M9
With buoyancy	UP3, UP4, M1, M6
With gradient force	UE2, M4

UP : Physics UE : Earth Science, M : Meteorology

공기 중에 놓여진 물체에 작용하는 힘은 중력과 기압이다. 물체에 작용하는 대기압의 합은 물체에 작용하는 중력과 반대 방향으로 나타나고, 이 힘을 부력으로 표현한다(Resnick et al., 1993). 물체에 작용하는 중력보다 부력이 크면 상승하고, 작으면 하강하며 두 힘이 같으면 가만히 떠 있는 상태가 된다.

부력 개념이 도입되지 않은 교육 과정에서는 기구의 상승이나 대류현상을 부력으로 설명할 수 없기 때문에 공기보다 밀도가 작은 물질은 상승한다는 경험적 현상만을 제시하고 있다. 그러나 “유체에 잠겨 있는 물체는 그 물체의 부피에 해당하는 무게만큼 부력을 받는다”는 개념을 도입하지 않아도 무게, 사물의 법칙, 대기압, 힘의 합성을 학습한 후에는 공기의 밀도가 작아지면 왜 상승하는 지에 대한 원리를 설명할 수 있다. 응답자의 65%가 밀도가 작아져서라고 응답한 결과로부터 중등학교 과학 교과서에서의 서술방식이 교사들의 관념에 미치는 영향을 다시 한번 더 확인할 수 있었다.

5. 작용 방향에 대한 응답

대기압은 공기 덩어리 안에서 모든 방향으로 움직이는 입자들에 의해 모든 방향으로 작용하고, 크기는 그 공기 덩어리에 작용하는 압력의 크기와 같다. 이러한 유체의 특성을 교사들이 이해하고 적용하는 지를 알아보기 위한, ‘대기압은 공기의 무게에 의한 압력이란 정의로부터 무게는 아래로 작용하는 힘인데 왜 대기압이 사방으로 작용하는 지에 대해 질문한다면 선생님은 어떻게 설명해 주십니까?’ 라는 질문에 대하여, 39%의 교사만이 유체의 특성으로 설명한다고 하였으며, 실제 현상의 예를 든다(28%), 공기가 우리를 둘러싸고 있기 때문에(17%), 분자 운동으로 설명한다(6%)고 응답하였다.

특히, 화학 전공 중학교 교사의 45%가 분자 운동으로, 33%가 실제 현상을 예를 든다고 응답한 것은 보일의 법칙과 사물의 법칙 등 기체의 분자 운동에 대한 학습만 이루어지는 중학교에서 가장 쉽게 이해시킬 수 있는 방법이기 때문이라고 생각한다. 그러나, 이러한 응답은 ‘누르는’이란 질문에 대한 적절한 응

답이 아니며 공기의 무게에 의한 압력이란 대기압의 정의로 작용 방향을 설명하려면 파스칼의 원리를 도입해야 하지만 현 교육 과정의 중등학생들에게 이러한 설명 체계는 무리가 있다. 23%의 교사가 공기가 우리를 둘러싸고 있어서, 또는 분자 운동으로 설명하고 있는 것과 같이 대기압을 중력에 붙들린 공기들의 분자 운동에 의한 것이란 개념을 먼저 도입하면 “공기가 내리누르는”이라는 표현으로 인하여 발생할 수 있는, 대기압은 아래 방향으로 작용한다는 오개념을 감소시킬 수 있을 것이다.

6. 바람에 의한 압력

임청환과 김학목(1994)의 연구에서 나타난 대기압의 작용 방향은 바람의 영향을 받는다는 학생들의 오개념은 대기압의 기본 조건인 “정적인 대기”를 인식하지 못했기 때문에 발생한 것으로써, 일상 생활에서 직접적으로 경험하게 되는 바람과 대기압과의 관계 혹은 바람에 의한 압력을 교사들은 어떻게 인식하고 있는 지 알아보기 위한 것이 문항6이다.

바람이 부는 어떤 장소에서의 대기의 압력을 식으로 표현하면

$$P_s + \frac{1}{2} \rho v^2 = P_t \quad (1)$$

P_s : 기체의 흐름 내에서의 정지 압력

ρ : 기체의 밀도

v : 기체의 이동 속도

P_t : 총압력

과 같으며, 바람이 부는 곳에서 대기압이 작게 나타나는 것에 대해서 대학 일반 물리학(Hewitt, 1998)에서 베르누이 방정식을 도입하기 위해 잠시 언급되며 기체내의 유속 측정에서 (1)식이 기술된다. 즉, 폭풍 속의 대기압이 조용한 집안에서보다 낮은 것은 바람으로 인하여 “누르는” 힘이 작아지기 때문이다.

우리가 일반적으로 경험하는 기압은 내리 누르는 정지 압력인 대기압뿐 아니라 동압에 해당하는 바람에 의한 압력을 함께 느끼게 되며 (1)식을 이해할 때 지상기상관측지침에서의 ‘기압계의 설치는 바람의 영

향을 적게 받는 곳을 택해야 한다'는 부분을 이해하게 된다.

교사들의 바람에 대한 인식은, 대기압과 기압은 다를 수 있다(1%), 대기압과 바람에 의한 압력은 구별해야 한다(49%)였으며 이러한 응답을 한 교사 중 기압과 대기압은 구분되어야 한다고 한 교사는 60%로, 전체 응답자에 대해서는 30%에 불과하였다. 이는 대기압의 작용방향이 바람의 영향을 받는다는 학생들의 오개념과 무관하지 않으며, 중등학교 과학 교과서나 대학 지구 과학에서 대기압의 차이에 의해 바람이 형성된다고 표현되어 있을 뿐 바람이 대기압에 미치는 영향이나 바람에 의한 기압에 대한 언급이 전혀 없기 때문이라고 생각된다. 과학이 문제에 직면하여 탐구의 결과로 얻어진 지식의 체계라면 정역학 평형이라는 조건하에서 만족하는 대기압 개념뿐만 아니라 바람이라는 실제로 경험되는 현실을 적용한 기압에 대한 설명 또한 무시되어서는 안될 것이다.

V. 결론 및 제언

공기의 무게에 의한 압력이란 대기압의 정의는 지구 중력에 붙들린 공기의 분자 운동에 의한 압력이라는 것을 가장 함축적으로 표현한 것이다. 이 정의를 이해한다는 것은 기체의 분자 운동론, 유체의 특성, 정역학 방정식 등의 선개념을 서로 연관지어 통합하였다는 것이며, 대기압과 관련된 다른 현상에도 무게 개념을 적용하여 설명할 때 공기의 무게에 의한 압력이란 대기압의 정의를 완전히 이해하였다고 볼 수 있다. 그러나 연구 결과에 의하면 공기의 무게에 의한 압력이란 대기압의 정의를 다른 현상에도 적절히 적용하는 교사는 소수에 불과하였다. 특히 절반의 화학 교사들이 대기압 및 그와 관련된 현상들을 분자 운동으로 설명하는 경향이 강한 것은 과학 교과서에서 대기압이란 용어보다 기압이란 용어를 사용하고 있고 열린 계와 닫힌 계의 차이를 명확하게 설명하는 부분이 없기 때문에, 닫힌 계에서만 아니라 열린 계에서 공기에 의해 나타나는 모든 압력인 기압(air pressure)과 정적인 대기가 나타내는 압력인 대기압(atmospheric pressure)을 구분하지 않는 결과라고

생각된다. 물리·화학 영역에서의 기압(air pressure)과 지구과학의 기압(atmospheric pressure)이란 용어의 혼란을 없애기 위해서는 정적 상태의 대기의 압력을 대기압으로 표현해야 할 것이다.

기압 경도와 공기의 무게가 평형을 이룬 상태에서 정역학 방정식이 유도되고, 그 식이 고등학교 지구과학Ⅱ에서 도입될 뿐만 아니라 그 이상의 교육을 받은 과학교사들도 공기의 무게에 의한 압력이란 정의를 완전히 이해하지 않은 것으로 나타난 것은 중학교 학생들의 인지 수준에서 '공기의 무게에 의한 압력'이란 정의가 어려운 개념이라는 것을 간접적으로 시사하는 것이라 판단된다. 그러므로 대기압의 바른 이해를 위해서는 교과서의 내용 전개가 분자 운동, 중력, 힘의 평형, 대기압이 연계되어 구성되어야 할 것이며, 그러한 개념 전개가 학생들의 대기압의 작용 방향에 대한 오개념도 줄일 수 있는 방법일 것이다.

공기의 밀도 개념만으로는 설명하기 어려운 저기압의 형성 과정을 많은 교사들이 밀도가 작아져서 저기압이 형성된다고 응답한 것으로부터, 기체 분자 운동론에 대한 교사들의 개념 체계에 대한 후속 연구가 필요하다고 생각되며 더불어 학생들의 과학적인 개념 형성을 위해서는 저기압의 형성 과정을 정확히 설명하는 교재를 택해야 할 것이다.

대기압의 작용 방향, 열기구의 상승, 바람에 관한 교사의 응답 결과는 교사들의 기압에 관련된 개념들이 통합적으로 구성되어 있지 않고 중등학교 교재의 표현을 기계적으로 적용함을 보여주므로, 점진적이고 체계적인 개념 구조를 가지고 자연 현상을 통합적인 사고 과정으로 탐구하는 태도를 가질 수 있는 교사 교육이 필요하다고 하겠다.

적 요

이 연구에서는 대기압의 정의와 기압에 관련된 현상들에 대한 원리를 묻는 설문지를 개발하여 H대학교 석사 과정에 있는 94명의 과학 교사들에게 투입하여 일관되고 통합된 설명 체계를 갖고 있는지를 알아보았다. 전공별로 구분하여 응답률을 비교하고 중등학교 과학 교과서, 대학 교재의 서술 방식과 교사

들의 응답을 비교하였다.

연구 결과 첫째, 교과서와 대학 교재의 공기의 무게에 의한 압력이란 대기압의 정의에도 불구하고 화학 전공의 중학교 교사·지구과학 전공의 고등학교 교사는 중력과 분자 운동에 의한 압력으로, 화학 전공의 고등학교 교사는 기체의 분자 운동에 의한 압력이란 응답률이 상대적으로 높았다. 또한 고도에 따른 대기압의 변화를 공기 기둥의 무게로 설명하는 대부분의 교재에도 불구하고 이러한 응답을 한 교사는 절반에 불과하였다. 둘째, 대다수의 중등 교과서에서 저기압의 형성에 대해 대기압의 정의인 공기의 무게 개념을 적용하지 않고 가열되면 팽창하고 상승하여 밀도가 작아져 형성된다는 정확하지 않은 서술을 하고 있으며 대부분의 교사들도 밀도 개념으로 저기압의 형성을 설명하였다. 셋째, 교사들이 기압과 관련된 현상들을 교육과정에 의한 학생들의 선개념을 고려하여, 원리보다 현상만을 제시한 교과서의 서술 방식대로 응답하였다.

이러한 결과로부터, 대기압의 올바른 개념 형성을 위해서는 교과서의 내용 전개가 분자 운동, 중력, 힘의 평형, 대기압이 연계되어 구성되어야 할 것이며, 설명 체계 또한 명확하여야 할 것이다. 교사들의 기압에 관련된 개념들이 통합적으로 구성되어 있지 않은 것은 교과서나 교재의 영향이 크며 점진적이고 체계적인 개념 구조를 가지고 자연 현상을 통합적인 사고 과정으로 탐구하는 태도를 가질 수 있는 교사 교육이 필요함을 보여준다.

참 고 문 헌

- 곽종흠, 소선섭 편저(1986). 일반기상학. 교문사.
- 국동식(1994). 중, 고등학생들의 대기압 개념 이해의 횡단적 연구. 한국지구과학회지, 15(4), 231-246.
- 국동식, 김대영(2000). 인지 갈등 수업 모형이 대기압 개념 변화에 미치는 영향. 한국지구과학회지, 21(4), 369-379.
- 국동식, 최동하(2001). 대기압 개념학습을 위한 CAI 프로그램 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 22(2), 89-95.
- 권재술, 김범기 편저(1993). 과학 오개념 편람. 한국교원대학교 물리교육연구소.
- 김유근, 서승조, 우종욱, 이용대, 최수남(1994). 대학 지구과학. 형설출판사.
- 노태희, 차정호, 김창민, 최용남(1998). 중학교 과학 수업에서 입자 수준의 애니메이션을 이용한 컴퓨터 보조수업의 효과. 한국과학교육학회지, 18(2), 161-171.
- 대학물리교재 편찬위원회 역(1998). 기초물리학. 범한서적주식회사. [원저: Halliday, D., Resnik, R., & Walker, J.(1993). Fundamentals of Physics(4th ed.), John Wiley & Sons, Inc.]
- 대학물리교재편찬위원회 역(2000). 대학물리학. 북스힐. [원저 Serway, R. A., Beichner, R. J., & Jewett, J. W.(1999). Physics for scientists and engineers with modern physics (4th ed.). Thomson Learning.]
- 대한화학교재편찬회 역(2001). 일반화학. 탐구당. [원저: Jones, L., & Atkins, P.(1999). Chemistry: Molecules, Matter, and Change (4th ed.). W. H. Freeman & Co.]
- 물리교재편찬위원회 역(1995). 일반물리학. 청문각. [원저 Giancoli, D. C. (1992). General physics (3rd Ed). Prentice-Hall.]
- 물리학교재편찬위원회 역(1997). 일반물리학. 청문각. [원저 Bueche, F. j., & Jerde, D. A.(1996). Principles of physics (3th ed.). New York : McGraw-Hill.]
- 박승재, 조희형(1999). 교수-학습이론과 과학교육. 교육과학사.
- 박재원(2001). 초등학교 과학 수업에서 입자 모델을 사용한 컴퓨터 애니메이션 자료의 교수 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 박종석, 조희형(1986). 고등학생들의 유전에 대한 오인의 확인 및 유전학 지도방향. 한국과학교육학회지, 6(2), 35-42.
- 소선섭, 이천우, 김맹기(2000). 대기관측법. 교문사.
- 송주현(2002). 과학 교과서에서 기압과 대기압의 설명 방식의 차이점 분석. 한국교원대학교 대학원

- 석사학위논문.
- 안운선, 박윤창(2000). 대학화학. 탐구당.
- 이현숙, 김재환(2000). 중학생들의 대기압에 대한 개념을 향상시키기 위한 실험 방법 개선. 한국지구과학회지, 21(6), 647-654.
- 임청환, 김항목(1994). 대기압과 달의 운동에 관한 중학생들의 개념 분석. 한국지구과학회지, 15(3), 157-169.
- 전선례(1999). 중학생의 대기와 물의 순환 개념변화에 대한 협동학습의 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 정완호(1993). 고등학생들의 생물 오개념에 관한 연구. 서울대학교 박사 학위 논문.
- 한국기상학회(1999). 대기과학개론. 시그마프레스.
- 한국지구과학연구회(1998). 지구과학개론. 교학연구사.
- Battan, L. J.(1984). *Fundamentals of meteorology*. Prentice-Hall.
- Benson, D. L., Wittrock, M. C., & Baur, M. E. (1993). Students' Preconceptions of the Nature of Gases. *Journal of Research in Science Education*, 30(6), 587~597.
- Brasseur, G. P., Orlando, J. J., & Tyndall, G. S.(1999). *Atmospheric chemistry and global change*. Oxford University Press, Inc.
- Eagleman, J. R.(1985). *Meteorology, the atmosphere in action*. Wadsworth Pub. Co.
- Hewitt, P. G.(1998). *Conceptual physics (8th ed.)*. Paul G. Hewitt.
- Lutgens, F. K., & Tarbuck, E. J.(1998). *The atmosphere*. Prentice Hall.
- Meiburger, M., Edinger, J. G., Bonner, W. D. (1982). *Understanding Our atmosphere environment (2nd ed.)*. W. H. Freeman and Company.
- Miller, A., Thompson, J. C., Peterson, R. E., Haragan, D. R.(1983). *Elements of meteorology(4th ed.)*. C. E. Merrill Pub. Co.
- Moran, J. M., & Morgan, L. W.(1994). *Meteorology: the Atmosphere and the science of weather*. Macmillan College Pub. Co.
- Oxtoby, D. W., & Nachtrieb, N. H.(1990). *Principle of modern chemistry(2nd ed.)*. Saunders College Pub.
- Skinner, B. J., Porter, S. C., & Botkin, D. B. (1999). *The blue planet: An introduction to earth system science (2nd ed.)*. John Wiley & Sons, Inc.

* 중등학교 과학 교과서는 참고 문헌에서 생략하였음.

부 록

설문지

1. 다음은 대기압(atmospheric pressure)에 관한 여러 정의들입니다. 선생님은 어느 표현이 가장 올바른 표현이라고 생각하십니까?

- ① 공기의 무게에 의한 압력
- ② 공기 분자의 운동에 의한 압력
- ③ 지구 중력에 대한 공기의 반작용
- ④ 지구 중력과 대기의 분자 운동에 의한 압력
- ⑤ 기타()

2. 높은 산 위로 올라갈수록 대기압(atmospheric pressure)이 작아지는 이유를 무엇으로 설명하시나요?

- ① 공기의 밀도가 작아져서
- ② 공기 기둥의 무게가 작아져서
- ③ 기온 감소에 의한 공기 분자의 운동 감소로
- ④ ①+② ⑤ ①+③ ⑥ ②+③ ⑦ ①+②+③
- ⑤ 기타()

3. 가열된 지역에서 저기압의 생성 과정을 다음과 같이 표현합니다. 어느 표현이 가장 정확하다고 생각하십니까?

- ① 공기가 가열되면 팽창하여 밀도가 감소하여 저기압 생성
- ② 가열된 지역의 공기의 무게가 감소하여 저기압 생성
- ③ 부력이 더 커져서 저기압 생성
- ④ 기타()

4. 열기구의 상승 원리는 다음 중 어느 표현이 가장 정확하다고 생각하십니까?

- ① 밀도가 감소하여 상승한다.
- ② 부력이 더 커져서 상승한다.
- ③ 기압차가 더 커져서 상승한다.
- ④ 기타()

5. 만약 “대기압은 공기의 무게에 의한 압력”이란 정의로부터 “무게는 아래로 작용하는 힘인 데 왜 대기압이 사방으로 작용하는 지”에 대해 질문한다면 선생님은 어떻게 설명해 주십니까?

- ① 실제 현상을 예로 든다. ② 공기가 우리를 둘러싸고 있기 때문이다
- ③ 한 방향으로 힘을 받아도 유체는 모든 방향으로 압력이 작용한다.
- ④ 분자 운동으로 설명한다.
- ⑤ 기타()

6. 태풍이 지나갈 때, 바람으로 인하여 느끼는 기압은 바람이 없는 날보다 더 큰 것 같은데 대기압은 왜 낮은 지 묻는다면 어떻게 설명해 주십니까?

- ① 공기의 무게가 줄어서
- ② 바람이 불면 공기의 밀도가 작아져서 대기압이 낮아진다.
- ③ 대기압과 바람에 의한 압력은 구별해야 한다.
- ④ 대기압은 실제로 느끼는 기압과 다를 수 있다.
- ⑤ 기타()

7. 기압(air pressure)과 대기압(atmospheric pressure)을 구분해서 사용해야 한다고 생각하십니까?

- ① 예 ② 아니오
- 이유(