

초등학생들의 산-염기, 산성비, 토양산성화에 대한 이해

김 성 규[†]
(진주교육대학교)

An Understanding of Elementary School Students on the Acid-Base, Acid Rain and Soil Acidification

Sung-Kyu KIM[†]
(Chinju National University of Education)

Abstract

The purpose of this study is to investigate the understanding on the acid-base, acid rain and soil acidification of the elementary students. The participants in the current study were 280 6th graders from a elementary school in Gyeongnam Province. A questionnaire consists of four categories: understanding of (a) acid-base basic knowledge, (b) acid rain and (c) soil acidification. (d) In addition, students were asked to comment about the introduction of the acid rain experiment in the science textbook.

The results are as follows; First, the results regarding acid-base basic knowledge. They know the classification, characteristics, and properties of acid-based solutions well but they don't know the acid-base neutralization, examples using properties and application in real life. Second, the results regarding acid rain, students know the definition and damage of acid rain but they don't know the causing substances, emission source and way of solution of acid rain for lack of knowledge. Third, the results regarding soil acidification was the well-known part for the students because they had continued learning about the soil from the lesson of acid rain.

Also, we looked into the difference in gender and region about the understanding of acid-base, acid rain and soil acidification. According to the gender of the data about the understanding of acid-base, acid rain and soil acidification, the percentage of correct answers of female was higher than male's. Also we expected that urban students were higher than rural students on the understanding of acid-base, acid rain and soil acidification, but the understanding of urban students were similar to rural students.

Fourth, we got positive answers and negative answers to the introduction of acid rain experiment. Most of the positive opinion were "I want to know a lot acid rain experiment", followed by "It is possible to prevent the risk of the damage and It seems to having fun and new order.

Most of the negative opinion were "Acid rain experiment may be difficult and complicated followed by Just a theory in the book is enough, Acid rain experiment were boring and not fun, Acid rain experiment is dangerous, There are many to study in this order.

Key words : Acid-base, Acid rain, Soil acidification, Neutralization

[†] Corresponding author : 055-740-1242, skkim@cue.ac.kr

* 이 논문은 진주교육대학교 교내연구비(2012년)에 의해 연구되었음.

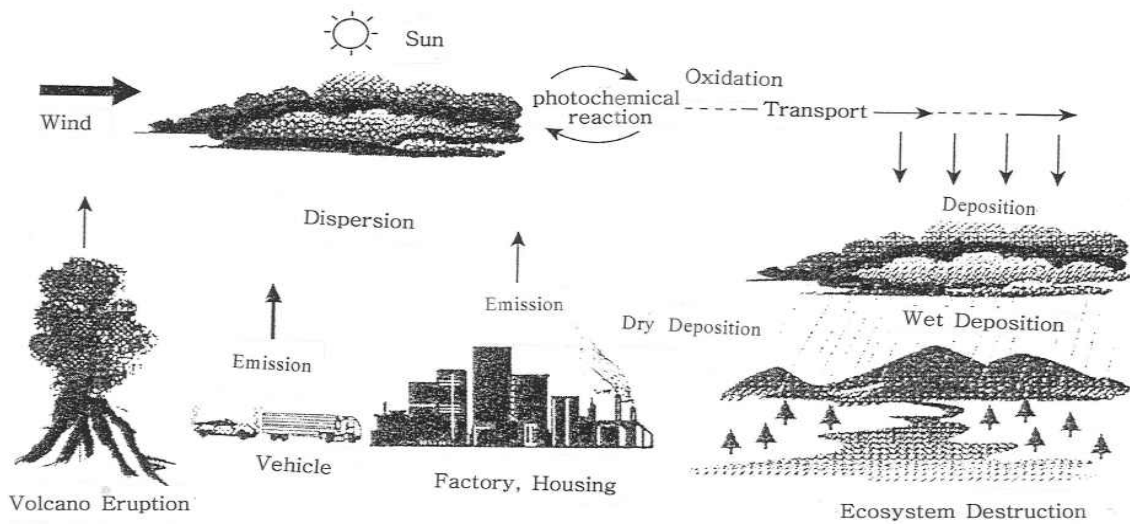
I. 서론

1. 연구의 필요성

산업혁명 이후 근대산업 발전을 수행하면서 부차적으로 환경파괴가 뒤따르게 되었다. 개발만이 인구문제와 빈곤을 해결할 수 있는 최선책이라 생각하고 무분별한 발전을 거듭한 결과 환경오염 문제에 직면하게 되었다. 인간도 더불어 사는 생태계의 일원임을 생각할 때 생태계의 파괴는 인류전체의 멸망을 초래케 할 것이다. 이런 문제를 의논하기 위해 1972년 스톡홀름에서 유엔인간환경회의(UNCHE)가 전 세계 113개국 대표들이 참석한 가운데 개최되었고, 1973년 유엔 산하 유엔환경계획(UNEP, United Nations Environment Programme)기구가 창설되었다. 1992년 6월 브라질 리우데자네이루에서 환경과 개발에 관한 유엔회의(UNCED)인 지구환경정상회담(earth summit)이 178개국 대표가 참가한 가운데 열렸다. 이 회의에서 지구환경의제 21(Agenda 21)을 채택한 「리우선언」의 행동강령을 채택하였다(Yoh Soo-Dong & Park Joung-Han, 1994). ‘환경과 개발

에 관한 리우선언은 스톡홀름 선언을 재확인하고 모든 국가와 모든 사람들 사이에 새로운 사회의 주요 분야와 새로운 차원의 협력을 창조 하였다. 이는 새롭고 공평한 범세계적 동반자 관계를 수립할 목적으로 모두의 이익을 존중하고, 지구의 환경 및 개발 체제의 통합성을 보호하기 위한 국제 협정 체결을 위하여 노력하며, 우리들의 고향인 지구의 통합적·상호 의존적인 성격을 인식하면서 다음과 같이 선언한다.’로 시작하여 총 27개 기본 원칙으로 구성되어 있다.

1850년 R. A. Smith는 공장 주변에 내리는 비와 교외 또는 농촌에서 내리는 빗물의 성분을 조사 연구하여, 빗물 성분이 각각 다르다는 사실을 발견한 후 공장 주변에 내리는 비를 가리켜 산성비(acid rain)라는 말을 처음 했었고 산성비의 무서운 영향을 경고하였지만 이에 대한 아무런 대책도 내놓지 않았다. 그리고 그 후 런던스모그라는 명예롭지 못한 명성을 얻게 되었다(Kim Joon-Ho, 2007). 산성비(Acid Rain)의 연구는 1970년대에 북유럽에서 국제적인 모니터링사이트를 설치하였고 이어서 캐나다와 미국 북부에서도 시작하였다. 1979년 34개국이 가입한 UN의 유럽경



[Fig. 1] Schematic diagram showing the acid rain(Source: Kim, Joon-Ho, Acid Rain, 2007, 24.)

제위원회(UNECE)가 주관하여 대기 오염물질의 원거리 이동에 관한 모델개발과 농도규제 강화에 조인하여 유럽과 북미에서도 황과 질소 산화물을 감소시키는 계기가 되었다. 1976년에 산성비와 산림생태계 1차 국제회의가 개최 되었고, International Conference on Acidic Deposition이 5년 마다 개최되어 2000년에 제6차 회의가 일본 쓰쿠바에서 이루어 졌다. 1993년부터 아시아의 산성 강화물 모니터링 망이 구축되어 국제간의 연구 방법 통일을 기하도록 노력하고 있다. 국내에서는 31개 관측소에서 체계적인 모니터링을 하고 있다(Kim Joon-Ho, 2005).

본 연구관련 국내 논문으로는 중성용액 만들기 개선안을 Hong Hyo Gyoung(2004)이 제안하였고, Jeon Yeong-Hwa et al.(2004)는 산-염기 중화반응 실험의 문제점 분석 및 개선 방안을 제시하였다.

산성비 원인물질과 그 피해 그리고 해결 방법 모색은 Yoh Soo-Dong & Park Joungh-Han(1994)이, 산성비 소개 및 정의는 Ha Heen(1991), Kang Sukjin & Ko Suk-Young(2007), Ko Suk-Young & Kang Sukjin(2008), Park Me-Oak(2010) 등이 언급하였다. 자동차 배출가스와 산성우는 Kim Jong-Choon(2012), 생태계에 미치는 영향과 방지 대책은 Lee Kyong-Jae(1993, 1996) 등이 언급 하였다. 과학영재 학생들을 대상으로 지구환경 문제에 대한 지식수준, 심각성, 확실성, 체험가능성에는 Jung Jaehwa et al.(2012), 고등학생들의 개념 연구는 Han, Jaeyoung, Jeong, Yeongseon & Noh Tae(2000), 초등 교사들의 산성비의 개념연구(Back Nam-Gwon, 2003) 등이 있다. 또한 탄산염질 암석으로 구성된 석조문화재의 산성비에 의한 손상 연구에는 Do Jin Young & Cho Hyen Goo(2013), Kim Sa Dug, Hwang Jindu & kang Dai ill(1998), 미량화학(Small-Scale Chemistry, SSC)을 활용한 산성비 연구는 Moon Kyung-Han(2005), Park Kwang-Seo(2004, 2009) 등의 연구가 있다. 토양의 산성화와 무기염류의 용탈에 관한 연구는 Lim Sung-Moo et al.(2004), Jung Won-Kyo(2006),

Kim Gab-Jung et al.(1998) 등이 있다. 산성비 관련 국외 산-염기논문으로 pH 따른 안토시아닌 색소 색깔변화를 이용한 Lech(2011)의 융합교육, 또한 풍선을 이용하여 간단한 산-염기 중화반응 실험 장치를 Proksa et al.(2006) 제안하였다. 산성비의 정의 관련 문헌으로는 Charola(1987), Goss & Eddleton(2003), Epp & Curtright(1991), Lopes et al.(2010), Zajicek(1985) 등이 있고, SO₂의 제법과 메카니즘은 Goss & Eddleton(2003), Campbell et al.(2011), Epp & Curtright(1991), Solomon et al.(1998), Raymundo-Pinero et al.(1999), King(2006), Hofmann & Schleyer(1994), Schilling et al.(2004) 등이 언급하였다. 또한 Schilling 등(2009)은 황산화물을 제거하는 가스세정기 연구를 하였다. NO₂의 제법과 메카니즘은 Solomon et al.(1998), Driscoll & Jones(1997) 등이 소개하였다. 탄산염 성분을 갖는 부식 관련하여 Schilling et al.(2009), Charola(1987), Baedecker & Reddy(1993) 등이 언급하였다. 그리고 토양산성화에 대하여 Schilling et al.(2004), Meighan et al.(2008), Epp & Curtright(1991) 등이 언급하였다. 위와 같이 국내, 국외 논문들은 대부분이 산성비의 정의, 피해, 원인물질 제법 등 이론적인 내용이 대부분이다. 교육현장과 관련된 논문은 많지 않고 알려진 논문은 중등 및 예비초등교사와 관련된 논문들이 대부분이다. 또한 중등 학생들을 대상으로 한 내용을 초등학생들에게 적용하려고해도 반응을 시켜 산성비 원인물질인 황산화물(SO₂), 질소산화물(NO₂)을 만드는 과정이어서 내용을 이해하기 힘들기 때문이다. 따라서 실험차시가 없는 사항에서 이론만으로 어려운 산성비를 이해시키는 부족하다. 그러므로 학교 현장 초등학생에게 적용하기가 힘들다.

개정 7차 과학 교과서에는 환경관련 시사적 내용을 과학글쓰기와 연관하여 잠시 언급하고 있지만 산성비에 대한 구체적인 내용은 제시되어 있지 않고 그 뒤 차시에 산성비로 인한 토양 산도 측정 실험만이 구성되어 있다(Ministry of

Education and Human Resources Development, 2011). 차시로 구분도 없이 시사적인 내용만으로 언급 하다 보니 학생들이 산성비에 대한 이해를 하기에는 턱없이 부족한 실정이다. 따라서 산성비가 중요한 만큼 초등학생들의 산성비와 관련된 산-염기의 기초 지식과 산성비 그리고 토양산성화에 대한 이해 정도를 알아 볼 필요가 있다. 또

한 환경오염 정도가 다른 농촌과 도시 학생들을 대상으로 산성비 이해 정도를 알아보는 것도 의미 있는 일이며 또한 남, 여 성별 이해 정도를 알고 싶었다. 그리고 더 나아가 산성비의 이해를 돕기 위하여 산성비 실험차시 도입에 대한 초등학생들의 의견을 알아보았다.

<Table 1> Comparison of acid rain contents in Korea, Japan and the USA

	Korea	Japan	USA	
Subject	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperation between countries can reduce the damage of acid rain. • Science writing, • Let's measure the acidity of the soil in our area.(Measuring the acidity of the soil in our area) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dissolve the things in water contained in the liquid • Acid Rain 	<ul style="list-style-type: none"> • What is Acid Rain? 	<ul style="list-style-type: none"> • The Plague of the Dead lakes
Contents	<ul style="list-style-type: none"> • Presentation of definition, damage, and characteristics of acid rain and the global cooperation. The schematic diagram showing the acid rain is given. • Writing a speech asking for international cooperation to reduce the impact of acid rain • Measuring the pH of the soil of sampled area 	<ul style="list-style-type: none"> • The picture of damaged plaster figure by the acid rain • Contents about the concrete melting like an icicle by the acid rain • Pictures of the forest devastation caused by the soil acidification 	<ul style="list-style-type: none"> • Description and definition of the cause substance of acid rain and Description of acid rain damage, Why is acid rain harmful?, Present the pictures of a devastated forest • Presenting questions about the acid 	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmation of acid rain, Mention about the cause of NO₂ and SO₂ emission, gas regulation The picture of the stone damaged by the acid rain • What did I learn?
Section Name	2. Acid and Base	8. The Nature of the Water Contained In liquid	5. Earth's Atmosphere 2. Earth's Changing Crust(Chemical Weathering)	4. Making Mountains and Soil
Grades	6	6	5	6
Source	Kumsung Publishing Co Inc.	Tokyo Publishing Co Inc.	Mc Graw Hill	Mc Graw Hill

2. 선행연구

선행연구로 초등학교 교육과정에서 어떠한지를 알아보았다. 미국, 일본 과학교과서에 소개된 산성비에 대한 내용을 알아보고 한국과 미국 그리고 일본의 초등학교 과학 교과서의 산성비에 과학 글쓰기 내용이 있다. 10/10차시에는 ‘우리지역에 있는 토양의 산도를 측정하여 볼까요?’에서 pH 미터기로 우리지역에 있는 토양의 산도를 측정하는 내용이 실려 있다(Ministry of Education, Science and Technology, 2011).

세 나라의 산성비에 대한 내용을 보면 공통점으로는 실험이 아니라 여러 그림을 통해서 산성비의 정의, 원인기체 그리고 그 피해와 해결방법을 제시하였다. 우리나라의 경우에는 토양산성화의 실험이 추가되어 있는 부분이 미국, 일본과 다른 점이라 하겠다. 또한 미국의 경우에는 5, 6학년에서 산성비를 반복해서 다루고 있다는 부분이 나머지 두 나라와의 다른 점이다.

II. 연구 방법

1. 설문대상 및 검사도구

설문 대상으로는 산 염기를 수업한 초등학교 6학년 학생 280명으로 하였다. 성별은 도시 농촌 관계없이 남학생 116명, 여학생 164명이다. 지역은 인원은 도시 128명, 농촌 128명으로 고정하였다. 설문대상 구성은 <Table 2>와 같다. 설문지 구성은 총 18문항으로 작성되었다. 설문지 문항은 네 가지 범주로 산-염기의 기초 지식인 산-염

기의 분류, 용액의 분류, 특징, 성질, 섞임(중화), 생활 적용의 예와 성질이 이용되는 예, 산성비의 정의, 발생원인 물질, 배출 발생원, 피해, 해결방법과 토양산성화의 원인, 오염지역, 극복방법, 측정방법, 연구목적 등 17문항을 개발하였다. 그 중 특히 13번 문항은 산성비 실험 차시 도입의 긍정적인 이유와 부정적인 이유를 묻는 문항도 포함시켰다. 설문지 문항은 과학교육전문가와 교사 2명의 검토를 통해 최종적으로 수정하여 사용하였다.

2. 자료 분석 및 처리

객관식 설문의 3가지 범주인 산-염기의 기초 지식, 산성비, 토양산성화로 구성하였다. 분석에 있어서 산 염기의 기초 지식, 산성비 그리고 토양산성화 등 모두 정·오답으로 분류하였고 남녀 성별, 농촌, 도시 지역별 학생들의 산-염기의 기초 지식, 산성비, 토양산성화에 대한 이해 정도를 알아보았다.

통계처리 프로그램인 SPSS 21을 사용하여 전체 응답 빈도와 백분율(%) 그리고 학생 남녀 성별, 농촌, 도시 지역학생들의 이해정도를 교차분석(χ^2)과 T-검정을 통하여 두 성별, 지역별 평균 차이를 분석하였다.

설문 문항 중 산성비의 배출 발생원인과 토양산성화 연구목적 등은 교과서에 직접적으로 언급은 없으나 비교적 상식과 가깝고 수업시간에 교사의 설명과 독서를 통하여 충분히 알 수 있는 내용이라 생각하고 설문지 내용에 포함하였다.

<Table 2> Configuration of survey participants

Grades	Male	Female	Urban	Rural
6	116	164	128	128
Total	280		256	

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 산-염기, 산성비 그리고 토양 산성화에 대한 이해

산-염기 기초 지식을 묻는 질문에서는 산-염기 분류, 용액의 분류, 특징, 성질 등은 75.7% 이상 82.1%로 높은 정답률을 보였다. 산-염기 분류에서 정답률은 77.5%이며 수업시간에 산-염기 분류에서 사용하고 있고 가장 기초적인 페놀프탈레인 지시약과 천연 지시약인 자주색 양배추지시약 등을 사용하여 산-염기성 용액을 분류하는 방법을 배웠는데도 불구하고 문제를 정확하게 파악하지 않고 답하였다. 오답률이 22.5%로서 양배추는 7.1%, 리트머스 시험지 사용 2.9%, 페놀프탈레인 지시약을 선택한 학생은 12.5%였다. 용액의 분류하기에서는 용액의 물질의 성질인 맛, 냄새, 색깔 등이 포함됨에도 불구하고 사전 실험에서는 화학 물질의 맛을 보면 안된다고 학습이 된 것 같아 17.9%가 맛을 이용할 수 있다는 오답을 선택하였다. 산-염기의 특징은 평소 산과 염기의 기본적인 특징을 82.1%의 높은 정답률로 답하여 잘 알고 있었다. 산-염기의 성질에서는 오답률이 23.6%로 11.4%가 산과 대리석과의 반응을 알지 못하였다. 대리석으로 만들어진 문화재의 부식 현상에 대한 해결책으로 훼손된 문화재를 보호하기 위하여 비를 맞지 않는 건물 실내로 옮기는 등의 조치를 취하고 있다(Kim Sa Dug, 1998).

또한 염기와 두부 단백질과의 반응도 7.5%가 오답을 선택하였다. 산-염기 섞음(중화) 58.9%, 생활 적용의 예 56.4%와 산-염기 성질이 적용되는 예 45.7% 등의 정답률이 다소 낮았다. 농도를 같은 관계로 산과 염기의 양이 절대적인데도 불구하고 섞음 또는 중화반응의 의미를 잘 이해하지 못하였다. Hong Hyo Kyung(2004)의 중성용액 만드는 방법에 관한 개선 연구에서 중성용액을 만들 때 중화점을 찾는데 지시약의 색 변화가 거의 순간적으로 이루어지고 pH 변화 또는 중화점

에서 민감하게 변하여 중성용액을 만드는데 매우 어려움이 있다고 지적한 것처럼 도구를 활용하여 중화점을 보기 쉽게 개선안을 마련해야 할 것이다. 또한 Jeon Yeong-Hwa et al.(2004) 산-염기 중화반응 실험의 문제점 분석 및 개선 방안에서 산성 수용액에 염기성 수용액을 중화시키고 시약의 농도는 0.5%~1.0%가 적당하고 스포이트는 되도록 한 방울의 부피가 적은 것을 사용하며 지시약은 묽은 농도의 용액을 사용하여야 한다고 하였다. 교사용 지도서에 있는 내용으로 보아 교사가 그에 관한 내용을 학생들에게 가르쳐주었음에도 문제의 뜻을 잘 이해하지 못했다. 산-염기가 생활 적용 예는 56.4%로 겨우 절반이 넘게 정답을 선택하였다. 학교현장에서 배워서 실생활과 결부시킨다는 것은 실제로 어렵다. 그러나 가정에서의 경험, 대중매체로부터 얻은 정보 그리고 과학수업에서 교사용지도서에 소개된 생활 속의 산-염기 내용을 교사로 부터 배워서 어느 정도는 알고 있었다. 산-염기 성질이 이용되는 예는 정답(45.7%)을 선택한 학생보다 오답(54.3%)을 선택한 학생이 더 많았다. 비누의 염기성과 식초의 중화의 내용을 선택한 학생이 32.9%였다. 아마도 염기성 비누와 먹는 식초를 생각하면서 산-염기 관계를 알지 못하였다. 산성화된 토양은 염기성 비료를 넣어 산성화를 약하게 한다는 것을 평소 잘 알고 있어 7.5%가 오답을 하였고, ‘신맛을 내는 김치에 조개껍질을 넣어 신맛을 줄일 수 있다’에는 13.9%가 답하였다. Yim Jin-Hee(1999) 학위 논문에서 밝힌 것처럼 폐굴껍질로 비에 토양이 씻겨나간 칼슘을 보강하여 토양의 산성화를 보강해주는 것과 유사하고 산-염기 섞음(중화) 내용을 수업시간에 배웠는데도 불구하고 내용이 어려워서 기억을 하지 못하였다.

산성비의 정의와 피해는 60% 이상으로 과학교과서와 신문 및 다양한 방송매체 등을 통하여 많이 들어 다소 이해하였다. 그러나 산성비 발생원인 물질과 배출 발생원 그리고 해결방법은 정답률이 각각 38.6%, 23.6%, 11.4%로 아주 낮게 나

타났다. 이것은 과학교과서 및 교사용지도서에 발생원인 물질과 해결 방법 등이 소개되어 있지만 산성비에 대한 지식이 부족하여 발생원인 물질과 배출 발생원 그리고 해결방법 등이 학습이 되지 않은 것 같다. 현재 과학교과서에서는 산성비의 정의, 피해 그리고 해결방법이 이론적인 내용으로 구성되어 있어 환경의 중요성을 인식해서 교사가 정확하게 가르치지 않으면 알 수가 없는 것이 현장의 실정이다. 따라서 산성비 실험차시가 있으면 산성비를 이해하는데 많은 도움이 되리라 확신한다.

토양 산성화와 관련된 내용은 60%에서 72.5%로 잘 알지는 못하지만 다소 이해하는 것 같다. 토양산성화의 내용은 산성화로 인하여 염기성 비료를 특히 석회질 비료를 뿌려 산성화를 중화시켜야한다고 교과서 및 방송매체를 통하여 알고 있는 것 같다. 특히 많은 비로 인하여 토양속의 무기물질이 씻겨 내려가 산성화를 가속화한다는 심화된 내용이어서 학생들이 이해하는데 어려움이 있었다. 개정 7차 교육과정부터 ‘10차시 우리 지역에 있는 토양의 산도를 측정하여 볼까요?’ 차시가 있어도 학생들이 충분히 학습하지 못한 것 같다. 특히 측정방법에서 토양산성화의 측정방법이 아닌 것에 13.2%가 pH미터 측정기라고 오답을 선택하였다. 이것은 현장에 pH 미터기의 부재와 이를 학생들이 사용한 경험이 없어 오답을 선택하였다. 따라서 각 학교는 재정보조를 해서 pH 미터기 구입을 해야 할 것이다.

우리나라 토양이 산성화되는 큰 요인 중 하나가 과도한 화학비료 사용이다. $(NH_4)_2SO_4$, NH_4Cl , KCl , $(NH_2)_2CO$, H_3PO_4 등을 주성분으로 한 화학비료의 과도한 사용과 대기 중 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x)의 증가에 의한 산성비의 확산도 토양산성화에 기여한다(Park, Byoung-Yoon et al., 2001).

따라서 6학년 1학기 2단원 ‘산과 염기’ 총 10차시에 걸쳐 산과 염기의 기초 지식으로부터 생

활의 이용 그리고 토양산성화 실험까지 잘 정리되어 있지만 이해하는 정도는 다소 부족한 실정이다. 산-염기 기초 지식, 산성비, 토양 산성화에 대한 초등학생들의 이해 정도, 오답 빈도분석은 <Table 3>과 같다.

2. 남녀 성별에 따른 산-염기 기초 지식, 산성비, 토양산성화 이해 정도 비교

최근 산업의 발달로 인해 산-염기 관련 산성비가 국제적인 문제로 확대되면서 산성비에 대한 중요성이 있는 만큼 과학교과서 내용에 산-염기 기초 지식, 산성비, 토양산성화 등을 배웠으므로 남학생, 여학생 성별에 따른 이해 정도를 알아보고자 하였다.

산-염기 기초 지식을 묻는 질문에는 여학생이 남학생보다 정답비율이 모두 높았다. 특히 여학생의 산-염기 분류 82.2%, 산-염기 특징 87.3%, 산-염기 성질 85.6% 등은 이해정도가 매우 높았다. 남녀 모두 산-염기 섞임(중화), 생활 적용의 예, 성질이 이용되는 예는 40.7%-63.6%까지 다소 낮은 정답률을 보였다. 특히 산-염기 성질이 이용되는 예에서 남학생인 경우에는 59.3%로 정답률보다 오답률이 높았다. 특히 염기성 비누를 사용한 후에 식초로 헹구면 머리카락이 부드러워진다는 여성들이 많이 사용하는 방법이어서 경험도 없고, 학습한 내용도 기억이 나지 않아 34.6%의 많은 남학생이 오답을 선택하였다.

여학생들도 30.5%가 오답을 선택하였다. 산-염기 중화에서는 기존의 제7차 교육과정의 5단원 7차시 중성 용액을 만드는 방법에서는 산-염기를 적당한 양을 섞으면 중성이 될 것이라는 것을 추론할 수 있다와 같이 중성용액 만들기에 초점을 맞춘 반면 개정 7차 경우에는 산-염기 용액을 섞으면 양에 따른 용액의 성질이 변함을 설명할 수 있다고 하여 약간은 중화개념이 아닌, 양에 따른 용액의 세기가 산, 염기가 어느 것이 우세한지가 관건인 것 같다.

<Table 3> The frequency of elementary students understanding on acid-base, acid rain and soil acidification

Contents	Classifications	N(%)		Total
		Correct	Incorrect	
Acid Base	1. Classification	217(77.5)	63(22.5)	280(100)
	2. Classification of solution	212(75.7)	68(24.3)	280(100)
	3. Characteristics	230(82.1)	50(17.9)	280(100)
	4. Properties	214(76.4)	66(23.6)	280(100)
	5. Neutralization	165(58.9)	115(41.1)	280(100)
	6. Application in real life	158(56.4)	122(43.6)	280(100)
	7. Examples Using Propertie	128(45.7)	152(54.3)	280(100)
Acid Rain	8. Definition	191(68.2)	89(31.8)	280(100)
	9. Causing Substances	108(38.6)	172(61.4)	280(100)
	10. Emission Source	66(23.6)	214(76.4)	280(100)
	11. Damages	184(65.7)	96(34.3)	280(100)
	12. Way of Solution	32(11.4)	248(88.6)	280(100)
Soil Acidification	14. Cause	168(60.0)	112(40.0)	280(100)
	15. Emission Place	186(66.4)	94(33.6)	280(100)
	16. Way of Solution	191(68.2)	89(31.8)	280(100)
	17. Way of Measuring	203(72.5)	77(27.5)	280(100)
	18. Propose of Study	193(68.9)	87(31.1)	280(100)

특히 남학생들은 오답을 골고루 답한 학생들이 많았다. 따라서 학생들이 산-염기 섞임에 대한 내용을 잘 이해하지 못하였다(Ministry of Education and Human Resources Development, 2002). 또한 산-염기의 성질은 산-염기 반응성을 묻는 질문으로 수업시간에 직접 실험을 하면서 반응성을 관찰하는 내용이다. 탄산칼슘성분인 대리석과 산과의 반응에서 이산화탄소 기체 발생 기포 확인과 염기성 용액에서 두부의 변화를 관찰하는 실험이다. 아마도 현장에서 실험의 경험이 없거나 실험 수업에 집중하지 않아 실험결과를 알지 못하였다. 산-염기의 성질은 여학생(85.6%)이 남학생(69.8%)보다 정답률이 15.8% 높았다. 여학생과 남학생과의 산-염기 성질은 유의미한 값($p=0.04$)을 얻었다. 아마도 큰 차이의 결과를 보면 교사의 실험 수업 부재가 아니라 여학생이 남학생에 비해 수업시간에 집중을 더 잘한 결과이다.

산성비를 묻는 질문에서는 남학생, 여학생 성

별에 대한 결과는 분류에 따라 비슷하거나 분류별로 남녀별 정답률이 차이가 있었다. 산성비에 대한 남학생과 여학생들의 이해 정도는 다소 낮았다. 이것은 과학교과서에 실험 없이 이론만으로 산성비에 대한 정의, 피해 등의 내용이 소개되어 있고 그리고 과학글쓰기 차시로 이루어져 있어 교사들의 충분한 학습이 없었던 것 같다. 산성비의 정의와 피해를 제외하고는 남학생, 여학생 모두 정답률보다 오답률이 훨씬 높았다. 산성비 정의, 발생원인 물질, 배출 발생원 등은 여학생들이 정답률이 높았고 피해와 해결방법은 남학생의 정답률이 더 높았다. 발생원인 물질, 배출 발생원, 해결방법 등은 정답률보다 오답률이 높았으며 남학생이 여학생보다 다소 오답률이 높음을 확인할 수 있었다. 산성비의 정의를 묻는 질문에서 남녀 각각 21.6%, 23.7%로 많은 인원이 배출된 이산화탄소가 바다에 녹아들어가 바다 생태계를 파괴시키는 바다산성화를 정답으로 생각

하고 오답을 답한 학생들이 많았다. 또한 산성비 발생 물질을 묻는 질문에서는 남학생 38.9%, 여학생 40.7%로 이산화탄소를 오답으로 생각하고 답하였다. 이산화탄소 역시 산성비의 주원인 물질은 아니지만 물 또는 호수에 녹아 산성화 시키는 물질이다. 그리고 산성비 배출원인이 아닌 곳

으로 남녀모두 각각 64.2%, 61.0%로 정답률보다 오답률이 많았다. Thompson(1990) 의하면 산성강하물은 자연적으로도 발생한다. 지구상에 끊이지 않은 화산 폭발로 엄청난 양의 이산화황가스가 유출되며, 이것이 자연적으로 발생한 산성강하물로 산성비를 내리게 하는 원인물질이다.

<Table 4> Understanding of acid base, acid rain and soil acidification on gender

Contents	Classifications	Gender	N(%)		Total	x ²	
			Correct	Incorrect			
Acid Base	1. Classification	M	120(74.1)	42(25.9)	162(100)	.195	
		F	97(82.2)	21(17.8)	118(100)		
	2. Classification of solution	M	119(73.5)	43(26.5)	162(100)	.277	
		F	93(78.8)	25(21.1)	118(100)		
	3. Characteristics	M	127(78.4)	35(21.6)	162(100)	.277	
		F	103(87.3)	15(12.7)	118(100)		
	4. Properties	M	113(69.8)	49(30.2)	162(100)	.004	
		F	101(85.6)	17(14.4)	118(100)		
	5. Neutralization	M	90(55.6)	72(44.4)	162(100)	.078	
		F	75(63.6)	43(36.4)	118(100)		
	6. Application in real life	M	89(54.9)	73(45.1)	162(100)	.496	
		F	69(58.5)	49(41.5)	118(100)		
	7. Examples using Properties	M	66(40.7)	96(59.3)	162(100)	.137	
		F	62(52.5)	56(47.5)	118(100)		
Acid Rain	8. Definition	M	108(66.7)	54(33.3)	162(100)	.246	
		F	83(70.3)	35(29.7)	118(100)		
	9. Causing substances	M	56(34.6)	106(65.4)	162(100)	.126	
		F	52(44.1)	66(55.9)	118(100)		
	10. Emission Source	M	35(21.6)	127(78.4)	162(100)	.472	
		F	31(26.3)	87(73.7)	118(100)		
	11. Damages	M	110(67.9)	52(32.1)	162(100)	.195	
		F	74(62.7)	44(37.3)	118(100)		
	12. Way of Solution	M	20(12.3)	42(87.7)	162(100)	.076	
		F	12(10.2)	106(89.8)	118(100)		
	Soil Acidification	14. Cause	M	91(56.2)	71(43.8)	162(100)	.323
			F	77(65.3)	41(34.7)	118(100)	
15. Emission Place		M	105(64.8)	57(35.2)	162(100)	.584	
		F	81(68.6)	37(31.4)	118(100)		
16. Way of Solution		M	103(63.6)	59(36.4)	162(100)	.144	
		F	88(74.6)	30(25.4)	118(100)		
17. Way of Measuring		M	113(69.8)	49(30.2)	162(100)	.179	
		F	90(76.3)	28(23.7)	118(100)		
18. Propose of Study		M	106(65.8)	56(34.2)	162(100)	.394	
		F	87(74.4)	31(25.6)	118(100)		

M: Male, F: Female, **p<.05

토양산성화에 대한 결과로는 여학생이 남학생보다 정답률이 3.8%-11% 차이로 여학생이 높음을 확인 할 수 있었다. 토양산성화의 원인에서 22.2% 남학생이 많은 비로 인하여 염기성 물질이 씻겨 내려간다고 답하였다. 이것은 산성비에 대한 지식의 부족으로 이해를 못하였다. 측정 방법에서 남녀모두 pH에 대한 용어를 알지 못하여 일부는 pH시험지 또는 pH측정기를 답한 것 같다. 남녀 성비에 따른 결과는 <Table 4>와 같다. 개정 7차 과학교과서에 토양산도를 측정하여 볼까요? 하여 우리지역에 있는 토양을 채취하여 산-염기 단원에서 배운 pH시험지와 지시약을 통하여 정성적으로 확인 한뒤 pH 측정기를 사용하여 정확한 pH를 측정하는 내용이 있지만 실질적으로 현장에 pH 측정기를 갖추고 실험하는 학교는 거의 없다. 그러나 수업 또는 방송매체를 통해 산성비에 대한 지식과 토양산성화에 대한 내용을 어느 정도 숙지하고 있어 남,여 모두 60%이상의 정답률이 나온 것으로 생각된다.

교차분석 결과 산-염기 성질($p=0.004$)를 제외하고 성별에 따른 차이가 없었다. 산-염기 성질에서는 여학생(85.6%)이 남학생(69.8%) 보다 훨씬 높았고 유의미한 값을 얻었다. 이 결과는 수업시간에 여학생이 남학생에 비해 수업태도와 집중력이 높아 더 많이 기억하는 것 같다. 교차분석 결과는 <Table 5>와 같다.

T-검정 결과 성별에 따른 여자와 남자의 성적에서도 성별차이가 있었다. 여자($M=11.056$)보다 남자가($M=12.076$) 유의미하게 높았다.

3. 농촌, 도시별 산-염기 기초 지식, 산성비, 토양산성화에 대한 이해정도

도시가 농촌에 비해 오염도가 높고 농촌은 오염도가 낮지만 산성비는 도시와 농촌 같이 내린다. 산성비의 pH 농도가 조금 다를 수는 있지만 도시, 농촌 모두 피해를 입을 수 있다. 도시는 금속과 대리석이 부식되고 농촌은 땅이 황폐화되어 식물 성장에 피해를 주기 때문이다. 그래서 도시, 농촌 학생들의 산-염기 관련 기초 지식과 산성비 그리고 토양산성화 내용의 이해를 비교하고 싶었다.

따라서 도시, 농촌 지역에 거주하는 학생들의 산-염기 기초 지식, 산성비, 토양산성화에 대한 이해 정도를 알아보았다.

농촌, 도시 지역에 따른 산-염기 기초 지식과 이해 정도는 비슷하거나 농촌학생이 도시학생보다 정답률이 높은 경우는 산-염기 분류, 특징, 섞음(중화), 생활 적용의 예, 성질이 적용되는 예 등이다. 산-염기 용액의 분류와 산-염기 성질은 도시 학생이 정답률이 높았다. 특히 산-염기 분류에서 농촌학생이 85.9%, 산-염기 특성 85.9%로 높은 정답률을 얻었다. 개정7차 교육과정 과학교과서에 여러 가지 방법으로 용액 분류하기, 리트머스, 페놀프탈레인 지시약, 천연지시약인 자주색 양배추지시약을 만들어 용액 분류하기 등의 다양한 경험 때문에 높은 정답률을 얻은 것 같다. 특히 산-염기 분류, 섞음(중화), 생활 적용 예, 성질이 적용되는 예 등에서 유의미한 값을 얻었다. 도시 학생이 정답률이 높을 것이라 예상을 했지만 오히려 농촌학생이 도시학생보다 산-염기 기초 지식에 대한 이해가 높고 생활 속에서의 예등도 잘 이해하였다. 이런 결과는 도시 학생들은 학생들 수가 많아 수업의 부재로 인한 경험이 부족한 것으로 판단된다<Table 6>.

<Table 5> Average of understanding about acid-base, acid rain and soil acidification on gender

	Gender	N	M	SD	df	t
Understanding of Acid Rain	Female	162	11.056	3.565	276.369	-2.681
	Male	118	12.076	2.802		

<Table 6> Understanding of acid base, acid rain and soil acidification on Region

Contents	Classifications	Gender	N(%)		Total	x ²
			Correct	Incorrect		
Acid Base	1. Classification	R	110(85.9)	18(14.1)	128(100)	.030
		U	93(72.7)	35(27.3)	128(100)	
	2. Classification of Solution	R	91(73.4)	37(36.6)	128(100)	.078
		U	102(79.7)	26(20.3)	128(100)	
	3. Characteristics	R	110(85.9)	18(14.1)	128(100)	.530
		U	101(78.9)	27(21.1)	128(100)	
	4. Properties	R	97(75.8)	31(24.2)	128(100)	.985
		U	99(77.3)	29(22.7)	128(100)	
	5. Neutralization	R	88(68.8)	40(31.2)	128(100)	.000
		U	68(53.1)	60(46.9)	128(100)	
6. Application in real life	R 1	94(73.4)	34(26.6)	128(100)	.000	
	U	58(45.3)	70(54.7)	128(100)		
7. Examples using Properties	R	72(56.3)	56(43.7)	128(100)	.003	
	U	47(36.7)	81(63.3)	128(100)		
Acid Rain	8. Definition	R	82(31.3)	46(68.7)	128(100)	.319
		U	88(68.8)	40(31.2)	128(100)	
	9. Causing substances	R	52(40.6)	76(59.4)	128(100)	.082
		U	48(37.5)	80(62.5)	128(100)	
	10. Emission Source	R	72(56.3)	56(43.7)	128(100)	.194
		U	88(68.8)	40(31.2)	128(100)	
	11. Damages	R	65(50.8)	63(49.2)	128(100)	.000
		U	98(76.6)	30(23.4)	128(100)	
12. Way of Solution	R	31(24.2)	97(75.8)	128(100)	.052	
	U	38(29.7)	90(70.3)	128(100)		
Soil Acidification	14. Cause	R	69(53.9)	59(46.1)	128(100)	.164
		U	82(64.1)	46(35.9)	128(100)	
	15. Emission Place	R	84(65.6)	44(34.4)	128(100)	.887
		U	86(67.2)	42(32.8)	128(100)	
	16. Way of Solution	R	87(68.0)	41(32.0)	128(100)	.838
		U	87(68.0)	41(32.0)	128(100)	
	17. Way of Measuring	R	89(69.5)	39(30.5)	128(100)	.680
		U	96(75.0)	32(25.0)	128(100)	
	18. Propose of Study	R	80(62.5)	48(37.5)	128(100)	.012
		U	96(76.2)	32(23.8)	126(100)	

*p<.05, **p<.001, ***p<0.000, R; Rural, U; Urban

용액을 분류하기 기준에서 농촌 25%의 학생들이 이것은 수업시간에 약품은 절대 입을 대서는 안 이 맛을 이용하여 분류할 수 있다 로 답하였다. 된다는 평소의 안전교육 때문에 많은 인원이 집

중하지 않고 잘못 이해하고 오답을 선택한 것 같다. 산-염기 중화에서는 농촌학생은 다소 이해하는 것 같고 도시학생들 46.9%가 오답을 선택하였는데 이는 도시 학생들의 실험에 대한 경험 부족이 그 원인으로 작용했으리라 판단된다. 그리고 농촌학생이 도시학생보다 정답률의 38%의 차이를 보였다. 이것은 도시환경이 좋아져서 화장실 변기 세척에 사용하는 강산의 경험이 없어 36.7%가 이 답을 선택한 것 같다. 산-염기 성질이 이용되는 예에서도 농촌학생의 정답률이 19.6% 높았다. 산성화된 토양에 염기성 비료를 뿌린다 외는 경험도 없고 또 수업시간에 배웠지만 기억을 못하여 특히 도시학생들의 정답률 36.7% 보다 오답률 63.6%로 높았다. 산-염기 분류, 산-염기 중화, 생활 적용의 예, 성질이 이용되는 예 등의 유의미한 값을 얻었다. 이 결과로는 농촌학생이 도시학생보다 경험을 통해 산-염기 기초 지식을 더 많이 알고 있었다.

산성비의 경우에는 비슷하거나 대체적으로 도시지역 학생이 정답 비율이 높았다. 산성비 정의와 피해는 도시 학생이 농촌 학생보다 37%, 25.8%의 큰 차이를 보였다. 산성비 정의가 아닌 바다산성화 정의에 농촌학생 25.8%가 오답을 답하였다. Bozlee(2008)도 언급한 것 같이 바다산성화는 해수에 이산화탄소가 용해되면 바다의 수소이온농도를 상승시켜 해양 pH를 감소시킨다. 산에 약한 탄산칼슘은 산성화된 해수에서는 녹아 버린다. 따라서 이러한 탄산칼슘을 주성분으로 하는 산호와 패류 및 익조류 생물체의 개체 수 감소는 먹이 생태계의 불균형과 산호초와 같은 많은 해양생물의 서식처가 감소하게 되는 결과를 초래하여 전체 해양생태계의 파괴를 가져 올 수 있다(Park Me-Oak, 2010). 이 같은 바다 산성화에 대한 개념이 널리 교육되어있지 않음을 알 수 있다.

산성비 피해에서 도시학생의 정답률이 25.8%나 농촌학생 보다 높았다. 농촌학생 32.8%가 문해재 소실을 답하였다. 수업시간에 충분히 산과

대리석과의 반응성을 배우지 못한 것 같다. 특히 산성비 피해는 유의미한 값을 얻었으며 나머지는 이해도가 남녀 모두 낮았다. 이산화탄소가 물 또는 호수의 산성화 원인 물질이 아닌 것으로 잘못 이해를 한 것으로 나타났다. 도시, 농촌 각각 32.3%, 46.1% 학생이 이산화탄소를 선택하였다. 또한 해결방법에서는 농촌, 도시 모두 화석연료를 잘못 이해하고선 농촌 35.9%, 도시 46.1%가 오답을 선택한 것 같다. 이러한 결과는 상대적으로 나쁜 환경에 사는 도시학생들이 농촌학생들보다 산성비의 피해의 심각성을 더 잘 알고 있는 것 같다.

토양 산성화도 이해정도는 농촌학생이 정답률이 높을 것으로 예상하였지만 농촌지역 학생보다 도시지역 학생의 정답비율이 다소 높았다. 토양 산성화에 대한 이해도는 도시, 농촌 학생 모두 53.9에서 76.2%로 보통이었다. 토양 산성화에 대한 정의는 농촌학생들은 오답률이 46.1%로 다소 이해가 부족하였다. 토양 산성화관련 내용은 개정 7차 교육과정에서 토양산성화에 대하여 알아보고, 그 원인과 방지책을 찾아 설명하고 산도를 측정 할 수 있다는 학습 목표와 같이 토양산성화에 대한 지식을 습득하기까지는 충분한 시간이 필요하다. 농촌, 도시 지역에 따른 초등학생들의 산-염기, 산성비, 토양산성화에 대한 이해는 <Table 6>과 같다. 그리고 토양산성화에 대한 이해의 정답률을 올리려면 과학교과서에 제시된 산-염기를 측정할 수 있는 pH시험지를 비롯한 pH 측정기 등이 학교 현장에 보급되어야 할 것이다.

지역에 따른 문항별 교차분석 결과 많은 문항에서 유의미한 값을 얻었다. 산-염기 분류(p=.030), 산-염기 섞임(p=.000), 생활적용의 예(p=.000), 성질이 이용되는 예(p=.003), 산성비 피해(p=.000), 토양산성화(p=.012) 등에서는 농촌과 도시별 유의미한 차이가 있었다. 산-염기의 기초 지식에서는 도시학생보다 농촌아이들이 정답률이 높았다. 산성비와 토양산성화는 도시학생이 농촌 학생보다 정답률이 높았다.

<Table 7> Average of understanding about acid-base, acid rain and soil acidification on region

	Region	N	M	SD	df	t
Understanding of Acid Rain	Rural	128	11.73	2.885	242.871	1.076
	Urban	128	11.30	3.586		

*p<.05, **P<.001, ***p<.000

지역별 성적을 알아본 결과 도시보다 농촌 학생들이 성적이 더 높았다(p=0.038). 농촌학생(M=11.73)이 도시학생(M=11.30)에 비해 유의미하게 높았다<Table 7>.

4. 산성비 실험 도입에 따른 긍정, 부정적 의견

가. 긍정적인 견해

과학 교과서에 산성비 실험 도입에 대한 의견을 물어본 결과 학생들이 서술한 내용을 <Table 8, 9>에 요약 정리하였다.

긍정적인 대답으로는 산성비 실험을 통해서 많은 것을 알고 싶다, 산성비의 피해, 위험요소를 알고 사전에 예방 할 수 있다, 새롭고 실험이 재미있을 것 같다, 실험을 함으로써 산성비를 쉽게 이해 할 수 있다, 산성비에 미치는 영향을 알아보고 싶다 순으로 나타났다. 그 이외에도 산성비

의 산도(pH)를 알 수 있다, 다양하게 배우고 싶다, 실험을 많이 해서 좋다, 똑똑해지려고 한다, 생활에 도움이 될 것 같다 등을 답한 학생도 있었다.

긍정적인 답을 한 학생들의 다양한 의견을 살펴보면 다음과 같다. 가장 답을 많이 한 내용은 실험을 통해서 많은 것을 알고 싶다 예는 더 알고 싶다, 산성비에 대하여 너무 모르는 것 같아서, 더 많은 것을 알 수 있으면 좋기 때문에, 알고 싶어서, 더 많이 알 수 있기 때문에, 자세히 알고 싶어서, 산성비가 얼마나 나쁜지 알고 싶다 등의 의욕을 보인 학생이 가장 많았다. 아마도 책에 나와 있는 내용으로는 산성비를 이해하는데 부족함을 느낀 것 같다. 과학 책에서는 1. 산과 염기에 대하여 정리해 볼까요? 에서 산과 염기에 대한 기초부터 생활의 예까지 소개하면서 산과 염기 단원을 정리하고 있다. 그리고 2. 과학글

<Table 8> The positive answer on introduction of acid rain experiment in science textbook(frequency: 111 number)

Order	Contents	Number(%)
1	I want to know a lot via acid rain experiment	47(42.4)
2	It is possible to prevent the risk of the damage	22(19.9)
3	It seems to having fun and new	19(17.1)
4	By experiment a acid rain can easily be understood	13(11.7)
5	I want to recognize the impact of acid rain	3(2.70)
6	I know the acidity (pH) of acid rain	2(1.80)
7	I want to learn various experiment	2(1.80)
8	I did a lot of t experiments and I like it.	1(1.0)
9	I want to be a smart kid	1(1.0)
10	We may be helpful for life	1(1.0)

<Table 9> The negative answer on introduction of acid rain experiment in science textbook(frequency: 80 number)

Order	Contents	Number(%)
1	Acid rain experiment may be difficult and complicated	22(27.5)
2	Just a theory in the book is enough	15(18.8)
3	Acid rain experiment were boring and not fun	14(17.5)
4	Acid rain experiment is dangerous	13(16.3)
5	There are many to study	10(12.5)
6	It takes a long time	2(2.5)
7	Not interested and do not need to know about acid rain experiment	1(1.25)
8	I hate it because It took my free time	1(1.25)
9	I don't like experiment because I'm not knowing how to do the experiment	1(1.25)
10	No need to make acidic water	1(1.25)

쓰기를 통해 산성비의 원인, 피해, 국제적 협력, 우리의 노력의 내용이 있고 마지막 차시에서는 우리지역에 있는 토양의 산도를 측정하여 볼까요? 에서 토양의 산성화와 그 원인과 방지책 그리고 우리지역 토양의 산도를 측정하는 내용으로 구성되어있다. 그러므로 산성비에 대한 기본적인 구체적인 내용을 몰라 더 배워서 잘 알고 싶었다.

두 번째로는 산성비의 피해, 위험요소를 알고 사전에 예방 할 수 있다라고 유사한 답을 준 학생들도 많았다. 내용으로는 산성의 오염도를 알 수 있다, 문화재가 녹아서 없어진다, 산성비의 위험을 똑똑히 알고 있어서, 산성비가 얼마나 나쁜가를 알고 싶다, 산성비의 심각성을 자세히 알아보기 위해, 산성비의 피해를 실험을 통해서 보려고, 산성의 오염됨을 알 수 있어서, 친구들에게 산성비의 위험을 알리고, 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있게 하기 위해, 얼마나 안 좋은지를 알아보기 위해서 등 다양한 답을 하였다. 이런 내용은 학생들이 대중매체를 통해서 산성비의 피해와 위험요소를 잘 알고 있는 것 같다. 금속 건물이 산에 부식하고 대리석 건물 및 문화재들이 부식되는 등 우리 생활 속에서도 쉽게 볼 수 있는

예이다. 또한 토양산성화로 농·식물들이 황폐해지는 예도 흔히 볼 수 있는 예이다. 따라서 산성비의 실험을 통해서 그 원인 물질을 알아내서 사전에 배출을 줄일 수 있다고 생각하는 것 같다.

세 번째로 새롭고 실험이 재미있을 것 같다 예는 재미있어서, 흥미롭다, 재미있다고 답하였다. 네 번째로는 실험을 함으로써 산성비를 쉽게 이해 할 수 있다라는 대답도 많았다.

실험 내용은 모르지만 산성비를 가지고하던지 또는 산성비가 되는 방법의 실험이기 때문에 새롭고 재미있을 것으로 생각하는 것 같다. 옛 말씀에 백문이 불여일견이라는 말이 있듯이 백번 듣는 것 보다 한번이라도 직접 해보는데 도움이 많이 되기 때문이다 라고 긴 문장과 고사 성어를 인용해서 대답하는 학생도 있었다.

그 이외에도 다양하게 배우고 싶다, 실험을 많이 해서 좋다, 좋은 경험이 될 것 같다, 산성비의 피해를 알면 방지 할 수 있어 생활에 도움이 될 것 같아서 등의 답을 한 학생도 있었다. 도입에 긍정적인 학생이 부정적인 견해로 답한 학생보다 많았다. 따라서 실험차시 도입에 따른 고민이 있어야 한다고 사료된다.

나. 부정적인 견해

부정적인 답으로는 우선 실험이 어렵고 복잡할 것 같다, 책에 있는 이론만으로 충분히 알 수 있다, 산성비 실험이 재미없고 귀찮다, 산성비 실험이 위험하다, 공부할 분량이 많다, 순으로 답하였다. 그 이외에는 시간소요로 인한 자유 시간이 뺏겨서 싫다 등의 의견도 있었다.

부정적인 답을 한 학생들의 의견을 보면 다음과 같다. 가장 많이 나온 답으로는 실험이 어렵고 복잡할 것 같다 에서는, 어려워져서, 복잡하고 어려워져서, 너무 어려워져서, 어린 아이들에게는 어려워져서, 힘들어서, 머리가 복잡해져서 힘들다 등의 다양한 대답이 나왔다. 새로운 것에 대한 두려움이 있는 것 같고 실험을 좋아하지 않는 것 같다. 산성비에 대한 내용을 잘 모르고 있으며 새롭게 실험을 배운다는 것에 대한 부담을 가지고 있었다.

두 번째로는 책에 있는 이론만으로 충분히 알 수 있다 에서는 교과서에 적혀있었으니까, 할 수 있는 건 다해서, 알 필요가 없어서, 이론만으로 충분하다, 필요 없어서, 그냥 선생님께 물어도 충분하다, 산과 염기 내용이 있어서, 부족한 내용이 없다, 지금도 잘되어 있다, 잘 나와 있다, 차시가 많아서, 이 정도로 충분하기 때문이다 등의 다양한 대답이 나왔다. 학생들은 수업시간이 늘어남에 대한 수업 부담을 가지는 것 같다. 학생 스스로가 수업시간을 만족한 것 같고 책 내용 이외에는 받아드릴 자세가 부족하였다.

세 번째로는 산성비 실험이 재미없고 귀찮다 에서는 귀찮아서, 귀찮은 데요, 하기 싫다, 실험하는 것도 좋지만 귀찮다, 재미없다, 어린애들이 풀기 귀찮아서 로 답하였다. 학생 스스로가 산성비의 실험을 아주 어렵게 생각하였다.

네 번째로는 산성비 실험이 위험하다 에서는 머리가 빠진다, 머리가 아플 수 있다, 다칠 것 같다, 피해를 줄 수 있을 것 같아서, 간, 몸이 안 좋아진다, 위험하다, 식물이 죽는다, 우리에게 피해를 입히기 때문에, 산성은 몸에 좋지 않다, 위험하고 다칠 것 같다. 간 때문에, 식물이 잘 자라

지 않는다 등의 안전과 관련된 한 다양한 답을 얻었다. 학생들은 산성비 실험을 하면서 산성비가 내리는 것 같이 착각하는 것 같으며 또한 마치 산성비를 맞으면서 실험하는 것처럼 생각하였다.

다섯 번째로는 공부할 분량이 많다 에서는 차시가 많아서 시험 공부할 양이 많아져서 싫다, 시험, 외울 분량이 많다, 차시가 많아진다, 할 것이 많아지니까, 아직 초등학생인데 너무 많은 것을 두면 나중에 스트레스를 너무 많이 받고 중고등학생 때 배운 것을 넣을 공간이 없기 때문이다, 어떤 걸로 해야 할지 몰라서 등의 답을 얻었다. 그 이외에 시간이 오래/많이 걸릴 것 같아서, 알 필요가 없어서, 산성비엔 별 관심이 없어서, 나의 자유를 보장해야 하기 때문, 등 초등학생다운 답 또한 얻을 수 있었다. 따라서 초등학생들이 시간과 안전에 조금의 부담을 가지는 것 같았다. 산성비 실험 차시에 도입문제는 신중을 기하고 고민해보아야 할 숙제이다. 결론적으로 긍정적인 대답을 한 학생이 많았고 부정적인 이유는 의견이 다양하게 많음을 확인 할 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

설문지를 통하여 산-염기의 기초 지식, 산성비 그리고 토양산성화에 대한 남, 녀 성별, 도시, 농촌 지역 학생들의 이해 정도를 알아보았다. 또한 산성비 실험 차시 도입에 따른 긍정, 부정적인 의견도 알아보았다. 그 결과는 다음과 같다.

산-염기 기초 지식을 묻는 질문에서는 산-염기 용액의 분류, 특징과 성질은 대체적으로 잘 알고 있으나 산-염기 섞임(중화)과 생활 적용의 예 그리고 성질이 이용되는 예 등은 잘 알지 못하였다. 이것은 6학년 1학기 2단원 산과 염기 수업에서 다 배웠지만 내용이 어려워서 학생들이 이해를 못하는 것 같다.

산성비의 정의, 피해는 대체적으로 잘 알고 있

었다. 산성비의 발생원인 물질, 배출 발생원 및 해결 방법 등은 초등학생으로서 지식이 부족해서 인지 잘 알지 못하였다. 산성비의 발생원인 물질인 이산화황(SO_2), 이산화질소(NO_2) 발생원인 물질과 해결 방법 등은 교과서에 언급되어 있으나 이 기체들이 어려워 잘 이해를 못하였다. 특히 배출 발생원은 상식적이고 쉽게 알 수 있는 정답인데도 불구하고 잘 이해하지 못하는 것 같다.

토양의 산성화에 대해서는 대체적으로 잘 알고 있었다. 이것은 방송 매체와 과학교과서에 나오는 산성비 설명에서 토양과 결부시켜 학습을 꾸준히 한 결과라 생각된다.

남녀 성별에 따른 산-염기 기초 지식을 묻는 질문에는 여학생이 남학생보다 정답비율이 모두 높았다. 산-염기 분류, 산-염기 특징, 산-염기 성질 등은 이해정도가 매우 높았다. 그러나 남녀 모두 산-염기 섞음(중화), 생활 적용의 예, 성질이 이용되는 예는 다소 낮은 정답률을 보였다. 결과를 보면 교사의 실험 수업 부재가 아니라 여학생이 남학생에 비해 수업시간에 집중을 더 잘하는 것 같다.

남녀 성별에 따른 산성비를 묻는 질문에서는 남학생, 여학생 성별에 대한 결과는 분류에 따라 비슷하거나 분류별로 남녀별 정답률이 차이가 있었다. 산성비에 대한 남학생과 여학생들의 이해 정도는 다소 낮았다. 이것은 과학교과서에 실험 없이 이론만으로 산성비에 대한 정의, 피해 등의 내용이 소개되어 있고 그리고 과학글쓰기 차시로 이루어져 있어 교사들의 충분한 학습이 없었던 것 같다. 이것은 앞으로 학습이 요구되는 부분이다.

남녀 성별에 따른 토양산성화에 대한 결과로는 여학생이 남학생보다 정답률이 3.8%~11% 차이로 여학생이 높음을 확인 할 수 있었다. 그러나 큰 차이는 없었다. 이것은 수업 또는 방송매체를 통해 산성비에 대한 지식과 토양산성화에 대한 내용을 어느 정도 숙지하고 있어 남, 녀 모두 60% 이상의 정답률이 나온 것으로 생각된다.

도시, 농촌 지역에 따른 산-염기 기초 지식은 비슷하거나 농촌학생이 도시학생보다 정답률이 높은 경우는 산-염기 분류, 특징, 섞음(중화), 생활 적용의 예, 성질이 적용되는 예 등이다. 도시학생이 정답률이 높을 것이라 예상을 했지만 오히려 농촌학생이 도시학생보다 산-염기 기초 지식에 대한 이해가 높고 생활 속에서의 예 등도 잘 이해하는 것 같다. 이런 결과는 도시 학생들은 학생들 수가 많아 수업의 부재로 인한 경험이 부족한 것으로 판단된다. 반면에 농촌학생이 도시학생보다 경험을 통해 산-염기 기초 지식을 더 많이 알고 있는 것 같다.

도시, 농촌 지역에 따른 산성비의 경우에는 비슷하거나 대체적으로 도시지역 학생이 정답 비율이 높았다. 이러한 결과는 상대적으로 나쁜 환경에 사는 도시학생들이 농촌학생들보다 산성비의 피해의 심각성을 더 잘 알고 있는 것 같다.

도시, 농촌 지역에 따른 토양 산성화도 이해 정도는 농촌의 환경을 생각하여 농촌학생이 정답률이 높을 것으로 예상하였지만 농촌지역 학생보다 도시지역 학생의 정답비율이 다소 높았다. 토양 산성화에 대한 이해의 정답률을 올리려면 과학교과서에 제시된 산-염기를 측정할 수 있는 pH시험지를 비롯한 pH측정기 등이 학교 현장에 보급되어야 할 것이다.

과학교과서 산성비 실험차시 도입에 대한 긍정적인 견해와 부정적인 견해 이유를 묻는 대답으로는 다음과 같다.

긍정적인 견해에서는 산성비 실험을 통해서 많은 것을 알고 싶고, 피해와 위험요소를 알고 사전에 예방 할 수 있다 등의 실험을 함으로써 산성비를 쉽게 이해 할 수 있다고 하였다.

부정적인 답에서는 실험이 어렵고 복잡하고 이론만으로 충분히 한데, 실험을 추가함으로써 주어진 자유시간이 부족하다고 하였다. 차시도입에 따른 긍정적인 입장, 부정적인 입장 등의 다양한 의견이 나왔으며 실험차시 도입은 앞으로의 숙제인 것 같고 만약 실험차시가 도입된다면 산성비

에 대한 이해도 높을 것으로 기대된다.

제언으로서는 초등학교에서 산성비의 주요 기체 산성 강하물인 NO_x, SO_x를 이용해서 실험을 보다 쉽고 안전하게 할 수 있는 실험 차시도입을 진지하게 생각할 필요가 있다고 하겠다. 또한 토양산성화에 대한 이해의 정답률을 올리려면 과학 교과서에 제시된 산-염기를 측정할 수 있는 pH시험지를 비롯한 pH측정기 등이 학교 현장에 보급되어야 할 것이다.

References

- Back, Nam-Gwon(2003). The Conceptions of Pre-service Elementary Teachers about Greenhouse Effect, Ozone layer Depletion and Acid Rain, *Journal of the Environmental Sciences*, 12(4), 367~373.
- Baedecker, P. A. · Reddy, M. M.(1993). Laboratory and Field Investigations. *Journal of Chemical Education*, 70(2), 104~108.
- Bozlee, B. J. · Janebo, M. & Jahn, G.(2008). A Simplified Model To Predict the Effect of Increasing Atmospheric CO₂ on Carbonate Chemistry in the Ocean. *Journal of Chemical Education*, 85(2), 213~217.
- Campbell, D. J. · Wright, E. A. · Dayisi, M. O. · Hoehn, M. R. · Kennedy, B. F. & Maxfield, B. M. (2011). Class Illustrations of Acidic Air Pollution Using Nylon Fabric, *Journal of Chemical Education*, 88(4), 387~391.
- Charola, A. E.(1987). Acid Rain Effects on Stone Monuments. *Journal of Chemical Education*, 64(5), 436~437.
- Do, Jin Young · Cho, Hyen Goo(2013). Study on Deterioration of Stone Monuments Constructed with Carbonate Rock by Acid Rain, *The Mineralogical Society of Korea*, 26(4), 273~283.
- Driscoll, J. A. · Jones, R. F.(1997). Acid rain Demonstration: The Formation of Nitrogen Oxides as a By-Product Of High-Temperature Flames in Connection with Internal Combustion Engines. *Journal of Chemical Education*, 74(12), 1424~1425.
- Epp, D. N. · Curtright, R.(1991). Acid Rain Investigations, *Journal of Chemical Education*, 68(12), 1034~1035.
- Goss, L. M. · Eddleton, J. E.(2003). A Demonstration of Acid rain and lake Acidification: Wet Deposition of Sulfur Dioxide. *Journal of Chemical Education*, 80(1), 39~40.
- Ha, Heen(1991). What is Acid Rain?. *Korea Journal of Environmental Health Science*, 1(1), 83~86.
- Han, Jaeyoung · Jeong, Yeongseon & Noh Tae(2000). The Conceptions of High School Students about Acid Rain, Ozone layer, and Green house Effect, *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(3), 364~370.
- Hoffmann, M. · Schleyer, P. R.(1994). Acid Rain: Ab Initio Investigation of the H₂O·SO₃ Complex and Its Conversion into H₂SO₄, *Journal of American Chemical Society*, 116, 4947~4952.
- Hong, Hyo Kyoung(2004). A Study on Improvement of Experiment about 'the Method of making a Neutral Solution' in the Contents of Elementary Science, Master's thesis, Seoul National University of Education.
- Jeon, Yeong-Hwa · Hong, Lansun · Kang, youngjin & Kang, Seong-Joo(2004). An Analysis and Improvement of the Experiment of the Acid-Base Neutralization Reaction, *Journal of the Korean Chemical Society*, 48(2), 189~194.
- Jung, Jaehwa · Lee, Hyonyong · Lee, Soojin & Oh YoungJai(2012). Gifted Elementary Students' Understandings about Earth Systems and Environmental Problems, *Journal Korean Earth Science Society*, 33(7), 672~682.
- Jung, Won-Kyo(2006). The Understanding of Solid Acidity and the Management of Acidic Soil, Soil and Fertilizer, 25,19~35.
- Kang Sukjin & Ko, Suk-Young(2007). Causes and Damage of Acid Rain, *Chemical Education*, 34(3), 82~94.
- Kim, Gab-Jung · Lim, Jin-A · Park, SeongJoo · Mun, Hyeong-Tae · Park, Kyeong-Ryang & Lee, In-Soo(1998). Effect of Acid rain in Soil Microorganism, *Korean Journal Life Science*, 8(3), 299~304.
- Kim, Jong-Choon(2012). Automobile exhaust gas and Acid Rain Snow, *Auto Journal*, 34(9), 59~61.
- Kim, Joon-Ho(2005). Atmospheric Acidic Deposition:

- State of Acid Rain in Korea and the World. *Journal of Ecology and Environment*, 12(4), 367-373.
- Kim, Joon-Ho(2007). *Acid Rain*, Seoul National University Press, Seoul.
- Kim, Sa Dug · Hwang, Jindu & Kang, Dai ill(1998). Effect of Acid Rain on Marble Cultural Properties. *Journal of the Korea Society Conservation science for Properties*, 7(1), 19~22.
- King, A. G.(2006). Detecting SO₂. *Journal of Chemical Education*, 83(5), 684.
- Ko, Suk-Young & Kang Sukjin(2008). The Problem of Acid Rain, How Do We Solve?, *Chemical Education*, 35(4), 22~34.
- Lech, J. · Douin, V.(2011). Artistic Anthocyanins and Acid-Base Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 88, 1684-1686.
- Lee, Kyong-Jae(1993). The Effect on the Terrestrial Ecosystem by the Air Pollution and Acid Rain, *Korean Society for Atmospheric Environment*, 9(1), 11~18.
- Lee, Kyong-Jae(1996). Effect of Acid Rain on the Ecosystem. Effective air quality management for Busan Metropolitan City Environmental Symposium, 72~82.
- Lim Sung-Moo · Lee, Dong-Hoon & Park, Byoung-Yoon(2004). Correlations between Soil Acidification and Leaching of Inorganic Salts, *Journal of Korean Society for Hygienic Sciences*, 10(2), 125~135.
- Lopes, F. S. · Coelho, L. H. & Gutz, G. R.(2010). Unraveling the Role of Sulfur Compounds in Acid Rain Formation: Experiments on a Wetted Glass pH Electrode. *Journal of Chemical Education*, 85(2), 254~255.
- Mamoru Mohri(2008). *Science 6*. Tokyo Publishing Co Inc., Tokyo.
- Meighan, M. · MacNeil, J. & Falconer, R.(2008). Determining the Solubility Product of Fe(OH)₃: An Equilibrium Study with Environmental Significance. *Journal of Chemical Education*, 85(2), 254~255.
- Ministry of Education and Human Resources Development(2002). *Science 5-2, Elementary School Teacher's Manual*. Daehan Publishing Co Inc., Seoul.
- Ministry of Education, Science and Technology(2011). *Science 6-1, Elementary School Teacher's Manual*, Kumsung Publishing Co Inc., Seoul.
- Moon, Kyung-Han(2005). The Production and the Impact of Acid Rain. *Chemical Education*, 32(1), 14~19.
- Moyer, R. · Daniel, L. · Hackett, J. · Baptiste, H. P. · Stryker, P. & Vasquez, J(2002). *Science 5, 6grade*. Macmillan/McGraw-Hill, New York.
- Park, Byoung-Yoon · Uh, Yoon-Woo · Yang, So-Young · Jang, Sang-Moon · Kim, Jung-Ho & Lee, Dong-Hoon(2001). A Study on the Acidification of Soils, *Journal of the Environmental Sciences*, 10(4), 305-310.
- Park, Kwang-Seo(2004). Science Learning Guidance Using Small-Scale Chemistry, *Chemical Education*, 31(1), 97~103.
- Park, Kwang-Seo(2009). Experiment of Gas Using Small Scale Chemistry. *Chemical Education*, 36(1), 63~70.
- Park, Me-Oak(2010). Acidification of the Ocean. *Busan newspaper Science column*
- Proksa, M. · Tothova, A.(2006). Using Balloons for a Dramatic Presentation of the Acid-Bicarbonate Reaction. *Journal of Chemical Education*, 83(10), 1471~1472.
- Raymundo-Pinero, E. · Cazorla-Amoros, D. & Morallon, E.(1999). Catalytic Oxidation of Sulfur Dioxide by Activated Carbon A Physical Chemistry Experiment, *Journal of Chemical Education*, 76(7), 958~960.
- Schilling, A. L. · Hess, K. R. · Leber, P. A. & Yoder, C. H.(2004). A Simulation of the Interaction of Acid Rain with Soil Minerals. *Journal of Chemical Education*, 81(2), 246~247.
- Schilling, A. L. · Leber, P. A. & Yoder, C. H.(2009). Exploration of SO₂ Scrubbers: An Environmental Chemistry Project, *Journal of Chemical Education*, 86(2), 246~247.
- Solomon, S. · Oliver-Hoyo, M. & Hur, C.(1998). Generating Water-soluble Noxious Gases: An Overhead Projector Demonstration, *Journal of Chemical Education*, 75(2), 1581~1582.
- Thompson, S.(1990). *CHEMTREK Small-Scale Experiments for General Chemistry*, 1990, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Yim, Jin-Hee(1999). A Study on the Effect of Oyster Shell to Improve the Acidic Soil and to evaluate

- the Affection by Simulated Acid Rain, Master's thesis, Dong-A University.
- Yoh, Soo-Dong · Park, Jong Hwan(1994). The Impact and Solution of Main Environment Pollutant. Chemical Education, 2(1), 22~36.
- Zajicek, O. T.(1985). Why Isn't My Rain as Acidic as Yours?, Journal of Chemical Education, 62(2), 158.

-
- Received : 20 October, 2015
 - Revised : 26 October, 2015
 - Accepted : 04 November, 2015