안산 지역 특성이 반영된 STS 모듈의 효과: 화학 I 단원을 중심으로

길혜정 · 김현경[†] · 최병순^{*‡}

고잔고등학교

[†]한국교육과정평가원

^{*‡}한국교육대학교 화학교육과

(접수 2011. 1. 24; 수정 2011. 2. 21; 게재확정 2011. 7. 1)

The Effect of STS Modules Reflected Ansan's Local Characteristics for Chemistry I

Hye-Jeong Gil, Hyun-Kyung Kim[†], and Byung-Soon Choi^{*‡}

Kojan High School

[†]Korea Institute of Curriculum and Evaluation

^{*‡}Department of Chemistry Education, Korea National University of Education, Chung-Buk 363-791, Korea

(Received January 24, 2011; Revised February 21, 2011; Accepted July 1, 2011)

요 약. 이 연구에서는 안산시의 지리적 특성을 반영한 고등학교 화학 I 단원의 STS 모듈을 개발하여 교과 수업에 적용한 후, 과학에 관련된 태도에 미치는 영향 및 STS 수업에 대한 선호도를 분석하였다. 연구 대상은 경기도 안산시에 소재한 K고등학교 2학년 2개 반 71명을 실험 집단으로, 2개 반 78명을 통제 집단으로 하였으며, 연구는 동일 집단 사전 사후 설계 방식으로 진행되었다. 안산 지역 특성을 반영한 STS 모듈은 고등학교 화학 I 단원과 관련하여 물·공기·에너지를 주제로 4차시를 개발하여 적용하였으며, 수업 전·후 과학에 관한 태도와 STS 수업에 대한 선호도를 조사 분석하였다. 과학에 관한 태도 검사에서 STS 모듈을 적용한 실험 집단이 교과서 중심의 수업을 한 통제 집단에 비해 통계적으로 유의미한 향상 효과가 나타났으며, STS 수업에 대한 선호도 조사 결과에서도 학생들은 STS 프로그램에 대해 매우 긍정적이었으며, 사회와의 관련성 영역에서 보다 큰 선호도를 나타내었다. 이러한 연구 결과는 과학·기술·사회의 상호관련성에 관한 과학 수업의 효율적인 적용을 위해서는 학생들이 보다 주체적으로 참여할 수 있는 지역적 특성을 반영한 STS 모듈을 개발하여 적용할 필요가 있음을 시사한다.

주제어: STS 모듈, 시화호, 화학 관련 태도, STS 선호도

ABSTRACT. The purpose of this study was to investigate the effect of STS modules reflecting Ansan's geological characteristics in Chemistry I on high school students' science related attitudes and preference for STS lessons. The subjects were 10th grade students from K High School in Ansan and comprised 71 students in the experiment group and 78 students in the control group from 2 classes each. Pretest-posttest control group design was employed for the purpose of research. Four STS modules with lesson plans and teaching materials with themes of water, air, and energy, all of which are closely related to high school Chemistry I were developed and applied to the experiment group. The science related attitudes and preference for STS lessons were then examined in pre- and post-tests. The science related attitudes of the experiment group were significantly high in three out of five domains compared to the control group who was taught traditionally. The preference for STS lessons of the experiment group were highly positive in all five areas and were particularly high in the area of 'relation to society'. Such results imply that in order to make effective high school Chemistry I curriculum units related to STS, emphasized by both the 7th National Curriculum and the Revised 7th National Curriculum, it is necessary to use episodes reflecting local characteristics in which students show greater interest and active participation.

Keywords: STS module, Lake siwha, Science-related attitudes, Preference for STS lessons

서 론

현대 사회를 사는 사람들은 누구나 자연, 과학 기술, 사회의 세 가지 환경에 처해 있으며 자연 체계에 대한 개인적 이해와 그에 대한 지식을 과학 기술 및 그들의 일상적인 경험의 세계, 즉 사회와 통합해야 하는 상황에 놓여 있

다.^{1,2} 이러한 상황에서는 과학 지식만이 아니라 과학 기술에 대한 지식, 그리고 과학 및 과학 기술과 사회의 관계에 관한 지식을 지녀야 한다. STS 교육의 학습 지도 과정은 그 자체가 사회적 특성을 지니므로 학생들은 그런 과정을 숙달하고 그에 따라 과학을 학습함으로써 미래의 과학·기술·사회를 살아가는데 원만히 대처할 수 있는 능

력을 가질 수 있게 된다.³ 현대 사회에서 일어나는 과학 및 기술과 관련된 문제들은 대부분 문화적·사회적 가치관과 집단 이익이 개재되어 있어서 학문적 접근법만으로는 해결되지 않고, 반드시 의사 결정 과정을 통해 해결된다. 이런 문제들에서 보다 지적이고 합리적이며 책임감 있는 의사 결정을 하기 위해서는 과학 기술의 속성과 과학 기술이 개인·사회·국가 등과 그 환경에 미치는 영향에 관한 충분한 이해가 필수 조건이며, 그것을 이해하는 데에는 전통적 과학 교육보다는 STS 교육이 더 효과적이다.^{4,5,6} 제7차 교육과정의 화학I은 자연 현상과 물질에 관한 탐구 활동을 통하여 화학의 기본 개념을 이해하게 하고, 민주 시민으로서 갖추어야 할 화학적 소양을 기르기 위한 과목으로 과학·기술·사회의 상호관련성을 강조하고 있으며,⁷ 이는 2007 개정 교육과정에서도 여전히 강조된 것이다. STS 교육이 실질적 성과를 거두기 위해 가장 시급한 현실적 선행 과제는 학교 현장에 적용할 수 있는 STS 교수·학습 자료들을 개발하는 것이다. 교육과정을 수업에 구현시키는 교사들의 STS 교육에 대한 인식조사에서도 교사들은 교육과정에서 과학·기술·사회의 상호관련성을 강조하는 화학I의 성격을 이해하고 STS 교육의 필요성을 인식하고 있음에도 불구하고⁸ 적절하고 효율적인 교수 학습 자료가 없어 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다.⁹ Yager¹⁰는 진정한 STS 교육의 한 출발은 지역적으로 다양한 과학·기술·사회에 관련된 문제에서 비롯된 탐구 주제를 학생 스스로 발견하면서 시작된다고 하였다. 또한 과학기술과 관련된 사회적 문제가 이슈가 된 상황에서 학생들이 토론과 사회적 상호작용을 통하여 합의에 이르는 과정을 경험하는 것은 사회과학적 문제의 해결에 필요한 합리적 의사결정 능력을 배양하는데 매우 중요하다.^{11,12} 그러나 현재 한국에서 고유하게 개발된 STS 모듈들은 많지 않으므로 학년과 학교급 별로 지역의 특수성을 고려한 다양한 STS 자료의 개발이 필요하다.^{13,14}

이 연구에서 STS 모듈 개발 시 수업 절차는 Iowa Chautauqua Program의 수업 모형에 따랐다. 이는 미국 아이오와주에서 미국과학재단(NSF)과 미국과학교사협회(NSTA)의 지원으로 1983년에 개발한 STS 교육프로그램이다.¹⁰

안산은 화학과 관련된 지역 사회 문제를 많이 추출할 수 있다는 특성이 있다. 안산은 시화호의 오염과 다시 깨끗해지는 과정을 통해 시화호 문제가 이슈화되었으며, 개발과 보존의 조화를 위한 노력이 여전히 진행 중이다. 뿐만 아니라 반월시화공단이 위치해 대표적 공해도시로 인식되었으나, 오염을 줄이려는 정부 기관 및 시민환경 단체 등의 노력으로 오염의 많은 문제가 개선되었으며, 2010년 12월 완공 예정인 세계 최대 조력 발전소가 시화방조제에 건설 중이고, 풍력 발전소와 안산 인근 영흥도

에 화력 발전소가 위치해 있어 수도권에 전력을 공급하고 있는 등의 고등학교 화학I 교과에 적용할 수 있는 STS 소재가 매우 다양하다. STS 관련 학습 경험은 학습 전략의 차원에서 동기 유발, 선행조직자, 갈등의 제공, 인지구조의 정착 등 다양한 목적으로 활용될 수 있을 것이고,¹⁵ 학생들에게 친숙한 과제의 제공은 그 지역의 문제이고 자신과 관련된 문제이기도 하므로 학생들은 더욱 관심을 가지고 적극적으로 참여할 것으로 기대된다.

이 연구에서는 안산의 지역적 특성을 반영한 7차 교육과정 고등학교 화학 I 단원과 관련한 STS 모듈을 개발·적용하여 고등학교 학생들의 과학에 관련된 태도와 STS 선호도에 대한 영향을 알아보고자 하였다. 이에 대한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

· 개발된 STS 모듈을 적용한 수업이 학생들의 과학에 관련된 태도에 미치는 영향은 어떠한가?

· 개발된 STS 모듈을 적용한 수업에 대한 학생들의 선호도는 어떠한가?

연구 내용 및 방법

연구 대상 및 설계

경기도 안산시 소재 K고등학교 2학년 4개 반 149명의 학생을 2개 반씩 나누어 통제 집단 78명과 실험 집단 71명으로 구성하였으며 연구 설계는 동일 집단 사전·사후 검사 설계로서 Fig. 1과 같다.

안산은 비평준화 지역으로 연구 대상인 K고등학교 학생들은 전국연합학력평가에서 과학탐구 학업성취도가 평균 3.7등급으로 중·상위권 수준의 성취도를 보였다. 또한 실험 처치 전에 시행된 과학에 관련된 태도 검사 결과, 백분위로 평균 70.8점의 점수를 나타내어 전반적으로 과학에 대한 태도는 긍정적이었다.

실험 처치 전 두 집단의 동질성 여부를 확인하기 위해 과학에 관련된 태도의 사전 검사를 실시하였으며, 실험 집단은 개발된 STS 모듈을 적용한 수업 처치가 이루어졌고, 통제 집단은 교과서 중심의 수업을 실시하였다. 수업 처치 후 과학에 관련된 태도의 사후 검사를 실시하였고, 이어서 STS 수업에 대한 반응을 조사하였다.

Control Group	O ₁	X ₁	O ₂
Experiment Group	O ₃	X ₂	O ₄

X₁ : Traditional Teaching
X₂ : Teaching by STS Modules
O₁, O₃ : Pre-test of Science-Related Attitudes
O₂ : Post-test of Science-Related Attitudes
O₄ : Post-tests of Science-Related Attitudes and STS Aptitudes

Fig. 1. Research design.

연구 절차

이 연구에서는 우선 안산 지역의 특성을 반영한 4차시분의 STS 모듈을 개발하여 연구 설계에 따라 적용하고, 과학에 관련된 태도에 관한 사전 사후 검사와 실험 집단에 대한 사후 STS 선호도 검사를 통하여 화학 I 단원에서 STS 수업의 효과를 분석하였다.

STS 모듈의 개발: Yager¹⁶는 STS 교육의 특징적 요소로 사회적 문제와 이슈에 초점을 맞추기, 의사 결정 전략을 연습시키기, 직업을 의식하게 하기, 지역과 공동체에 적합하게 하기, 실제 문제에 대한 협동 연구에 초점을 맞추기, 정보를 얻고 사용하는 능력에 바탕을 둔 평가하기 등의 여덟 가지를 들었다. 안산 지역의 특성을 반영한 STS 모듈의 개발에 있어서도 이들 8가지 요소를 기준으로 하여 안산의 지역적인 특징과 쟁점을 살려 학생들의 관심을 유발하고, 화학I의 학습이 함께 이뤄지도록 하는데 초점을 두었다. 개발할 모듈의 주제 선정에 위해 안산에서 쟁점화 되어 있는 과학-기술 관련 사회 문제들을 탐색하였으며, 이들이 화학I의 물·공기·대체에너지에 대한 주제와 관련이 깊다고 판단하였다. 선정된 주제에 대한 모듈 개발을 위해 신문 기사, 잡지, 서적, 인터넷 등을 통해 많은 자료를 수집하였으며, 관련 기관의 홈페이지로부터도 자료를 수집하였다. 수집된 자료는 학습 내용과의 관계 분석을 통해 자료를 선정하고, 선정된 학습 자료를 분류하여 학습의 상황에 맞게 구성하였다. 일차적으로 완성된 모듈은 과학 교육 전문가와 화학 교사 6명의 검토를 통해 안산 지역 특성을 반영한 STS 모듈로서 적합한지, 7차 화학I 교육과정의 목표를 잘 반영하였는지에 대한 타당성을 평가받았으며, 적절성과 타당성에 대한 평가 결과를 반영하여 모듈의 수정·보완이 이루어졌다. 개발된 모듈과 차시별 화학I 교육과정과의 관련성은 Table 1에 나타내었으며, 개발한 자료의 일부를 부록으로 제시하였다.

STS 모듈의 수업은 Iowa Chautauqua Program의 기본 수업 모형 절차에 따라 진행하였다. 즉, 문제로의 초대

탐색 설명과 해결 방안 제시 실행의 4단계를 따른다. 개발된 STS 모듈의 각 차시별 주제와 활동 내용, STS 구성요소 및 학생 활동은 Table 2에 나타난 바와 같으며, 화학I 수업에 적용할 수 있는 활동지의 형태로 구성하였다.

검사 도구

과학에 관련된 태도 검사 도구: 과학에 관련된 태도 검사지의 각 문항은 Fraser가 개발한 TOSRA(Test of Science-Related Attitudes)를 기초로 김부연¹⁷의 연구에서 사용한 50문항으로 된 검사지를 사용하였다. 과학에 관련된 태도의 영역은 Munby¹⁸의 과학 관련 태도의 분류, Klopfer의 과학 목표 분류를 참고로 하여 Table 3과 같이 과학에 대한 태도, 과학의 사회적 의미, 과학 교과에 대한 태도, 과학적 태도, 과학 관련 직업에 대한 태도로 세분화하여 사용하였고 과학 교육 전문가에게 안면타당도를 검증 받았으며, 이 검사도구의 Cronbach α 지수는 0.861이었다.

STS 수업 선호도 검사 도구: STS 수업 처치 후 학생들의 선호도를 알아보기 위하여 사용한 설문지는 김부연¹⁷이 개발·수정한 STS에 대한 반응 조사 문항을 토대로 과학 교육 전문가의 검토와 수정을 거쳐 전체 13문항을 제작하여 사용하였다. 설문 문항은 과학에 대한 관심, 수업에 대한 만족도, 내용 이해, 생활 적용, 사회와의 관련성으로 구성된 Table 4와 같은 5단계 Likert 척도 설문으로, 마지막 문항은 STS 수업에 대해 느낀 점을 서술하도록 하였으며 이 검사도구의 Cronbach α 지수는 0.823이었다.

과학에 관련된 태도 검사의 각 설문 문항은 매우 그렇다의 긍정 단계에서 전혀 아니다의 부정 단계에 이르는 다섯 단계의 리커트 척도로 구성되어있다. 긍정과 부정의 문항이 혼합되어 있으며, 문항의 배점은 긍정의 문항에서는 매우 그렇다 5점, 그렇다 4점, 보통이다 3점, 아니다 2점, 전혀 아니다 1점으로 하였으며, 부정의 문항에서는 반대로 배점하였으며 SPSS 통계프로그램을 이용하여 분석하였다.

Table 1. STS Modules and its relation to Chemistry I in National Curriculum

Module	Topic	Relation to Chemistry I in National Curriculum	
		Related Unit in Chemistry I	Curricular Content
I	Past, present, and future of Lake Siwha	I. Matter Around Us 1-4. Water and Human Life	Causes of water pollution and its solution
II	Is the water in Lake Siwha clean?	I. Matter Around Us 1-2. Properties of Water 1-4. Water and Our Lives	Natural phenomena by the properties of water, Water pollution indexes
III	The actuality of the atmospheric environment of Ansan	I. Matter Around Us 2-3. Air Pollution and its Solution	Current status of air pollution and its origins
IV	Ansan, reborn as a Mecca of clean energy!	II. Chemistry and Humans 2-3. Ethical Responsibility of Chemistry	Development of alternative energy resources, Recycling of natural resources

Table 2. The structural components of developed STS Modules

Sub-unit	Topic	Content	STS Elements	Student Activity
1	Past, present, and future of Lake Siwha	[Student reading] Building a City on tidelands	Relation to local society	Reading data
		A 7 year mystery-What happened in Lake Siwha ?	Social problems, Improving decision-making abilities	Data interpretation, Discussion
2	Is the water in Lake Siwha clean?	[Reading Newspaper] Why is Lake Siwha more polluted in the summer?	Relation to local society	Reading newspaper
		[Experiment] Water spontaneously mixes	Applications of science	Experiment, Data interpretation
		[Experiment] Measuring the DO of water		
3	The actuality of the atmospheric environment of Ansan	[Searching Resources] Searching Ansan's atmospheric environment	Relation to local society, Application and Evaluation of Informations	Data analysis and interpretation
		Introduction to the atmospheric environment problems arisen during the development of Ansan	Relation to local society, Social problems	Case analysis
			Recognition of the dimensional multitude of science	
		Measuring ecological footprints individually	Recognition of the dimensional multitude of science	Responding to surveys
4	Ansan, reborn as a Mecca of clean energy!	[Reading Newspaper] Reborn as a Mecca of clean energy!	Relation to local society	Reading newspaper, Interpretation of data
		What are new and recycled energies?	Applications of science, Social problems	Discussion, Presentation

Table 3. The categories and subcategories of the Science-related Attitude Test

Category	Subcategory	Items	Number of items (Sum)
Attitudes to Science	Reliability of Science	1,8	2
	Necessity of Science	2,3,10	3 (12)
	Objectivity of Scientific Knowledge	15	1
	Interest in Science	4,11,16,17,41,46	6
Social Meanings of Science	Science for the Development of Technology and Society	5,7,9	3
	Investments in Science	14,20	2 (12)
	Scientific Solution of Social Problems	12,18	2
	Science-Society Relations	6,13,19,42,49	5
Attitudes to Science as a Discipline	Content, Interest in Science Class	21, 25, 34	3
	Content, Interest, Preference in Science	27,29,32,44,47	5 (12)
	Pleasantness of Science Class	33,39	2
	Science Class Activities	36,40	2
Scientific Attitudes	Curiosity	22	1
	Objectivity	23	1
	Criticism	24	1
	Epoche	26	1 (11)
	Open-mindedness	28	1
	Spontaneity & Activeness	30	1
	Cooperation	31	1
	Fidelity	35	1
	Persistency and Determination	37	1
	Readiness	38	1
	Inquiry Mind-set	45	1
Attitudes to Science-related Vocations	Science Teachers	43	1
	Amiability to Science-related Vocations	48	1 (3)
	Scientists	50	1

연구의 제한점

이 연구의 제한점은 연구 대상이 안산시에 위치한 한

고등학교 네 개 반을 표집한 것으로 이 결과를 일반화하는데 제한이 있다.

Table 4. Items of Preference Test for STS Lessons

Number	Items
1	Science and technology are closely related to society.
2	Instructional materials that were closely related to my life made me pay attention to science.
3	I liked class activities such as experiments and data collection, etc.
4	The scientific theories learned in class are highly applicable to everyday life.
5	The solutions to social problems often need assistance from science and technology as well as society.
6	The worksheets and student readings distributed in class are very helpful in understanding the content of the lessons.
7	I became interested in social problems related to the content of the lessons.
8	The content taught in class efficiently increased my interest in science.
9	Classes about the problems of environmental pollution should consider many aspects of science, technology, and society.
10	Many of the class activities were overly plodding.
11	Various class activities and materials that reflected our lives efficiently increased our interest in science.
12	The content of the lessons is memorable.

연구 결과 및 논의

STS 모듈에 의한 수업이 과학에 관련된 태도에 미치는 효과

개발된 STS 모듈을 적용한 수업이 과학에 관련된 태도에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 실험 집단과 통제 집단으로 나누어 사전 검사를 통해 두 집단 간 동질성을 확인하고 실험 집단은 개발된 모듈을 적용한 수업을, 통제 집단은 교과서 중심의 수업을 처치한 후 사후 검사

를 실시하였다. 과학에 관련된 태도의 사전·사후 검사 평균의 차이에 유의성을 알아보기 위해 t-검증을 통해 분석한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5에서와 같이 사전 검사에서 통제 집단은 176.9점, 실험 집단은 177.1점으로 0.2점 차이는 있었으나, 통계적으로 유의미한 차이는 보이지 않았다($p>0.05$). 따라서 조사 대상 학생들은 동일 집단으로 간주하였다. 반면 사후 검사에서는 실험 집단이 통제 집단보다 평균이 7.1점 높게 나타났으며 이를 t-검정한 결과 유의미한 차이를 보였

Table 5. Results of Science-related Attitude Test (%)

	Group	N	M	SD	t	p
Pre-test	Control	78	176.9(70.8)	17.47	0.440	0.661
	Experiment	71	177.1(70.8)	14.12		
Post-test	Control	78	176.8(70.7)	20.01	2.443	0.016*
	Experiment	71	183.9(73.6)	16.28		

* $p < 0.05$

Table 6. Subcategorical results of Science-related Attitude Test (%)

Subcategory	Group	Pre-test		Post-test		t	p
		M	SD	M	SD		
Attitude about Science	Control	44.4(74.0)	5.57	43.9(73.2)	6.22	1.060	0.293
	Experiment	44.2(73.7)	4.49	45.9(76.5)	5.49	-3.648	0.001*
Social Meaning of Science	Control	45.6(76.0)	5.36	45.5(75.8)	5.87	0.221	0.826
	Experiment	45.6(76.0)	4.13	46.4(77.3)	5.88	-1.543	0.127
Attitude about Science as a Discipline	Control	39.1(65.2)	5.22	39.2(65.3)	5.94	-0.016	0.988
	Experiment	39.6(66.0)	4.90	42.0(70.0)	7.03	-2.203	0.031*
Scientific Attitude	Control	39.4(71.6)	4.29	39.4(71.6)	4.69	0.155	0.878
	Experiment	38.8(70.5)	3.82	39.2(71.3)	4.00	-0.720	0.474
Attitude about Science-related Vocations	Control	8.4(56.0)	2.28	8.8(58.7)	2.47	-1.299	0.198
	Experiment	8.9(59.3)	2.04	10.4(69.3)	2.40	-4.305	0.000*
Total	Control	176.9(70.8)	17.47	176.8(70.7)	20.01	0.142	0.888
	Experiment	177.1(70.8)	14.12	183.9(73.6)	16.28	-4.440	0.000*

* $p < 0.05$

다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 개발된 STS 모듈을 적용한 수업이 학생들의 과학에 관련된 태도를 긍정적으로 변화시킨 것으로 판단할 수 있다.

과학에 관련된 태도 검사 설문지는 과학에 대한 태도, 과학의 사회적 의미, 과학교과에 대한 태도, 과학적 태도, 과학 관련 직업에 대한 태도의 다섯 가지 범주로 나눌 수 있으며 하위 범주별 분석 결과는 Table 6과 같다.

과학에 관련된 태도의 범주별 분석 결과 과학에 대한 태도, 과학의 사회적 의미, 과학 교과에 대한 태도, 과학적 태도, 과학 관련 직업에 대한 태도 다섯 가지 영역 중 과학에 대한 태도, 과학 교과에 대한 태도, 과학 관련 직업에 대한 태도의 3개 영역에서 집단 간에 유의미한 차이가 나타났다($p<0.05$).

이 연구의 STS 수업에서는 지역 사회에 관련된 사회적 문제나 그에 관한 신문기사, 라디오 프로그램, 관련 사진 등의 자료가 소재로 사용되고, 학습 방법으로 토의나 자료 읽기, 자료 검색과 같은 방법이 사용되면서 과학적 태도보다는 과학에 대한 태도나 과학 교과에 대한 태도, 과학 관련 직업에 대한 태도를 향상시키는데 더 의미 있는 수업이 되었던 것으로 생각된다. 다음은 긍정적인 반응을 보인 학생과의 면담 내용이다.

면담자: 전의 수업과 비교했을 때 안산 지역의 소재를 적용한 수업이 더 좋았다고 했는데 구체적으로 어떤 부분이 더 좋았나요?

학생 A: 안산에 살면서도 잘 모르고 있던 내용이었는데 수업에서 배우니까 더 관심이 생겼어요. 시화호의 개발과정과 역사 등을 알게 돼서 좋았어요.

학생 B: 우리 생활과 지역에 관련된 내용이라서 더 가깝게 느낄 수 있어서 좋았어요. 저희집이 공단에서 좀 가깝거든요. 주거지역이 아닌 준공업지역을 주거지역으로 개발해서 공기오염에 더 영향 받는다는 사실에 좀 화가 났구요. 과학과 사회의 연관성을 더 느낄 수 있었어요.

학생 C: 여름철에 시화호의 오염이 더 심각해지는 이유를 실험으로 확인해보면서 과학 내용으로 연결시키니까 이해하기가 더 쉬웠던 점이 좋았어요.

학생 D: 과학 내용만 있는 게 아니라 지역의 이야기가 있어서 관심을 더 갖고 여러 가지 활동을 같이 해서 더 좋았던 것 같습니다.

과학의 사회적 의미는 실험 집단의 사전·사후 검사 결과 0.8점 높아졌으나 통계적인 의미는 없었다. 이것은 STS 수업에 대한 반응 조사에서, 다섯 가지 영역 중 사회와의 관련성 영역에서 86.7%로 매우 긍정적인 반응이 나

온 것과 대조된다. 이는 과학의 사회적 의미에 대한 인식이 타 하위영역에 비하여 이미 높은 수준(76%)에 있었으며, STS 수업에 대한 인식은 수업내용의 특성에 따라 직접적으로 영향을 받지만 과학에 관련된 태도는 내면화 과정에 보다 긴 시간이 요구되기 때문으로 판단된다.

STS 수업에 대한 학생들의 선호도 조사 결과

STS 수업 처치 후, STS 수업에 대한 학생들의 반응을 알아보기 위하여 과학에 대한 관심, 수업에 대한 만족도, 내용 이해, 생활 적용, 사회와의 관련성에 대한 내용으로 13문항으로 구성된 STS 수업 선호도 검사를 실시하였다. 결과는 Table 7에 나타난 바와 같으며 ()안의 점수는 원점수를 나타낸 것이다.

설문 결과, 과학에 대한 관심(79.3%), 내용 이해(79.0%), 수업에 대한 만족도(80.0%), 생활 적용(79.0%), 사회와의 관련성(86.7%)의 모든 영역에서 긍정적인 반응을 보였고, 특히 사회와의 관련성 영역이 매우 높은 선호도를 나타냈다. 이는 수업에 지역 사회의 특성을 반영해서 개발한 모듈을 적용함으로써 사회와의 관련성을 매우 높게 평가한 것으로 생각되며, 학생들이 살고 있는 지역의 생활 주변 소재를 사용해 흥미와 관심도를 증가시키고, 지역의 문제에 관심을 갖고 참여하는 수업의 과정이, 경직된 교과서 중심의 강의식 수업보다도 STS 수업에 대해 보다 긍정적인 반응을 나타낸 것으로 생각된다.

STS 수업 선호도 검사에서 마지막 문항은 수업에 대한 자신의 생각을 자유롭게 서술하도록 하였는데 실험반 71명 중 49명의 학생들이 응답하였으며, ‘실험이 재미있었다’, ‘여러가지 활동이 있어 좋았다’ 등의 단순 서술도 있었지만 대부분의 학생들이 안산 지역의 소재라 더 관심이 생겼고, 실생활 속 이야기와 함께 화학을 공부해서 좋았다는 내용의 긍정적인 서술을 하고 있었으며 몇 가지 예를 제시하면 다음과 같다.

- 우리 지역에 관련된 부분이 많아 더 흥미로웠고, 지역의 몰랐던 부분들을 알 수 있었다.
- 안산에 살면서 시화호에 대해 몰랐던 사실을 알게 되어 좋았다.
- 평소 해보지 못한 실험을 할 수 있어 즐거웠고 내가 살

Table 7. Results of Preference Test for STS Lessons

Domain	Item Number	M	SD
Interests in Science	2, 7, 8	79.3(11.9)	1.71
Content Understanding	6, 12	79.0(7.9)	1.11
Satisfaction with Class	3, 10	80.0(8.0)	1.21
Application to Daily Life	4, 11	79.0(7.9)	1.28
Relation to Society	1, 5, 9	86.7(13.0)	1.63

Original scores in the parentheses.

고 있는 고장에 대해 알게 되었다.

- 사회적 지식과 과학적 지식을 함께 배워 좋았다.
- 일반 과학보다 실생활에 가까워서 친근하게 과학 공부를 할 수 있었다.
- 처음 접해본 수업이어서 기억에 남을 것 같고 좀더 안산에 대한 관심을 갖게 되었다.
- 여러 가지 자료들과 같이 수업해서 이해가 더 잘되고 집중도 잘됐다.
- 과학과 사회·기술은 서로 연관되어 있을 뿐만 아니라 실생활에 나의 행동들이 영향을 끼치는 것을 알게 되었고, 사회의 문제점도 관심을 갖게 되었다.
- 환경 문제를 하루 빨리 개선해야 된다는 문제점을 알 수 있게 되었다.

결론 및 제언

과학과 기술의 발달로 인해 빠르게 변화하는 현대 사회를 성공적으로 살아가기 위해서는 과학과 기술에 관련된 사회 문제에 대해 능동적으로 가치판단하고 의사결정할 수 있는 자질이 필요하다. 따라서 과학 교육은 과학 지식만이 아니라 일상생활의 문제를 창의적이고 합리적으로 해결할 수 있는 과학적 소양 능력을 함양할 수 있도록 해야 한다. STS는 이러한 변화 속에서 대두된 과학 교육 운동이며, 그러한 맥락에서 STS 교육의 중요성은 7차 과학 교육과정 뿐만 아니라 2007개정 과학교육과정에서도 여전히 강조되고 있는 부분이다.

이 연구에서는 과학 교육의 이러한 방향에 따라 안산 지역 특성을 반영한 화학I 단원의 STS 모듈을 개발하여 교과 수업에 적용한 후 학생들의 과학에 관련된 태도와 STS 수업에 대한 학생들의 반응에 미치는 영향을 알아보았다. 연구 결과, 교과서 중심의 수업을 한 통제 집단에 비해 실험 집단이 과학에 관련된 태도에서 보다 긍정적으로 변화를 보였으며, 과학에 관련된 태도 5개 하위 범주 중에서 특히 과학에 대한 태도, 과학 교과에 대한 태도, 과학 관련 직업에 대한 태도에서 유의미한 변화를 보였다. 또한 STS 수업에 대한 반응 조사에서도 전반적으로 긍정적인 반응을 보였는데, 특히 사회와의 관련성 영역은 높은 선호도를 보였다. 이와 같은 결과는, 새롭게 개발하여 활용한 STS 모듈 화학 수업이 학생들이 살고 있는 지역의 특성을 반영한 친숙한 소재 중심으로 진행됨으로써, 학생들의 흥미와 관심도를 증가시켜 학생들의 동기 유발에 보다 효과적이었으며, 교사 중심의 강의식 수업에 비해 학생들이 실험이나 자료검색, 토의 등의 학습 과정을

통해 지역문제에 관심을 갖고 보다 주체적으로 수업에 참여하였기 때문으로 판단된다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 STS 교육을 효과적으로 수업에 적용하기 위하여 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 앞으로 학습자의 상황에 맞는 다양한 형태의 STS 자료가 개발되어 수업에 활용될 수 있기를 바라며, 질 높은 자료의 개발을 위해서는 R&D 과정을 통하여 지속적으로 자료를 보완할 필요가 있다.

둘째, 토의나 실험과 같은 다양한 학생 활동 중심으로 이루어진 STS 교육을 실시하기에 시간이 부족하였다. 따라서 STS 교육의 효율적인 운영을 위해서 블록타임제와 같은 탄력적 수업시간의 운영이 필요하다.

REFERENCES

1. Hart, E. P.; Robottom, I. M. *J. Res. Sci. Teach.* **1990**, *27*, 575.
2. Hofstein, A.; Aikenhead, G.; Riquarts, K. *International J. Sci. Educ.* **1988**, *10*, 357.
3. Collette, A. T.; Chiappetta, E. L. *Science Instruction in the Middle and Secondary School*; Merrill Publishing Company: Columbus, OH, 1989; p 234.
4. Paik, S. H. *Chem. Edu.* **1992**, *19*, 253.
5. Cho, H. H. *J. Korea. Assoc. Sci. Educ.* **1995**, *15*, 371.
6. Choi K. H. *J. Korea. Assoc. Sci. Educ.* **1995**, *15*, 73.
7. Ministry of Education, Science and Technology *The 7th National Curriculum Science*; Seoul, 2000.
8. Lee, U. R.; Kim, E. S.; Rho, J. H.; Park, K. T. *J. Korea. Chem. Soc.* **2006**, *50*, 153.
9. Lee, J. H. *A Status Survey on the Perceptions of STS Education as Held by the Secondary School Science Teachers in Kangwon Province*; Kangwon National University, 1996.
10. Yager, R. E. *The Science Teacher.* **1990**, *57*, 52.
11. Fensham, P. J. *J. Res. Sci. Teach.* **2009**, *46*, 884.
12. Sadler, T. D.; Zeidler, D. L. *J. Res. Sci. Teach.* **2009**, *46*, 909.
13. Kim K. R. *The Effect of STS Approach on Tenth Graders' Attitude Towards Science*; Kore National University of Education: 2003.
14. Cha, H. Y.; Sim, J. H.; Lim, C. S.; Kim, E. K.; Kim, S. H. *J. Korea. Assoc. Sci. Educ.* **2004**, *24*, 328.
15. Choi, B. S. *Chem. Edu.* **1992**, *19*, 163.
16. Yager, R. E. *Education Leadership.* **1984**, *41*, 12.
17. Kim, B. Y. *The Effects of STS Approach on Science-Related Attitude of Commercial High School Students in General Science Class*; Kore National University of Education, 2000.
18. Munby, H. *J. Res. Sci. Teach.* **1983**, *20*, 141.

부 록 1

모듈 I. 시화호의 과거와 현재와 미래

도입 단계

[흥미 유발]

여러분~ 우리가 지금 공부하고 있는 학교의 이 땅이 불과 20여년 전에는 바닷물이 들어오고, 배가 들어오는 지역이었다는 사실을 알고 있나요? 우리가 생활하는 이곳은 바닷물을 막고 흙을 쌓고 채우는 개발 과정을 거쳐 만든 간척지입니다.

▶ 갯벌을 막아 도시를 만든다

현재의 안산시와 시흥시 지역은 조선 시대부터 군자만이라고 불렸으며 물길을 따라 고깃배가 나들던 곳이었다. 지금의 안산시 반월 공단 전철역 일대도 둔배미라는 큰 포구였으며, 안산 시청 동쪽에 위치한 성포동은 예로부터 '성포'라는 이름난 포구였다. 서해안에는 갯벌이나 연안의 모습을 묘사한 형태의 지명이 많다. 꽃(串)은 수심이 시간에 따라 크게 변동하는 갯벌에서 배를 대는 곳을 지칭하는 말로서 '고잔들'은 꽃이라는 말에서 유래했다. 안산에 살았던 김홍도의 풍속화에도 전통 연안어로 방식인 어살을 표현한 그림이 남아 있다. 지금의 고잔들은 고층아파트가 빼곡히 들어찬 신도시로 변했고, 사리포구가 있던 자리에는 표석 하나만 덩그러니 남아 있다. 도시의 바람길 마저 막아버리는 거대한 아파트 단지 한가운데에서 이곳이 불과 이십 몇 년 전에 바다였다는 흔적은 고향 잃은 이들의 가슴 속에 추억으로 남아 있을 뿐이다.

자료 출처 : 시화호 홈페이지(<http://www.shihwaho.kr>)

[학습 목표 인식]

1. 시화호의 개발 과정을 자세히 살펴봄으로써 시화호의 탄생 배경과 과정에 대해 관심을 갖고, 현재 시화호가 처한 상황과 문제에 대한 기초 정보를 얻을 수 있다.
2. 시화호의 미래 모습에 대해 생각해 보고 시화호와 함께

살아가기 위한, 개인적, 사회적, 국가적인 역할을 설명할 수 있다.

[동기 유발]

♣ 시화호에 가 본 사람 있나요? 시화호란 이름은 어떻게 붙여진 걸까요?

시화호는 1987년 4월~1994년 1월까지 거의 7년의 공사 끝에 만들어진 인공호수로 원래는 시화방조제를 건설하고 바닷물을 빼낸 뒤 담수호를 조성해서 인근 간척지에 농업 용수와 공업 용수를 공급할 계획으로 만들어졌습니다. 물론 들어오는 바닷물을 막아 간척지 개발도 함께 이루어졌습니다. 처음에 세웠던 계획대로 시화호는 담수화에 성공했을까요?

이 시간에는 시화호의 과거와 현재 그리고 미래의 모습에 대해 생각해 보고 개발의 장단점에 대해 생각해 보는 시간을 갖도록 하겠습니다.

전개 단계

[문제 제기]

7년간의 미스터리 - 시화호에서는 무슨 일들이 있었을까요?

♣ 시화호 홈페이지(<http://www.shihwaho.kr>)에 접속해서 시화호 유역을 살펴봅시다. 시화호의 해안선 변화 과정을 연도별로 관찰하고 바닷물의 색깔 변화를 설명해봅시다.

☞ 해안선의 변화 과정과 바닷물 색깔에 어떤 변화가 있었나요? 시화방조제 건설 후 바닷물 색깔의 변화를 설명해 봅시다.

☞ 1994년에는 시화호와 바깥쪽 바닷물의 색깔 변화가 크게 나지만 2001년 이후부터 색깔의 차이가 조금씩 줄어드는 모습을 확인할 수 있습니다. 어떻게 이런 변화가 일어난 걸까요?

[탐색]

♣ 다음은 시화호의 개발 과정을 설명해 놓은 게시물이입니다. 게시판에는 시화호 개발 과정이 자세히 기록되어 있는데, 1994년 1월 24일 최종 물막이 공사가 완공된 후부터 2001년 2월 11일 해수호로 전환되기까지의 7년간의 기록이 없음을 확인할 수 있습니다.

☞ 1994년 1월 24일 이후에 시화호에선 어떤 일이 일어난 걸까요? 이시기에 어떤 일이 있었기에 담수호로 만들어졌던 시화호가 갑자기 해수호가 되었을까요? 자유롭게 자신의 생각을 적어봅시다.

☞ 1987년 자료를 보세요. 인구수와 시화호는 무슨 관계가 있어서 이 작은 게시판에 이렇게 자세히 써 놓은 걸까요?

[과학 개념과 연결하기 - 물의 오염, 물의 자정작용, 수질오염의 지표(BOD, COD, DO)]

♣ 시화호 내부의 수질은 1994년 방조제 완공 후 급격히 악화되었으나, 배수갑문 상시 개방과 하수처리장 방류수의 외해 방류로 수질이 개선되었습니다. 방조제가 완공된 1994년 수질이 이전의 수질에 비해 COD(Chemical Oxygen Demand) 2.6 ppm에서 5.2 ppm으로 2배가 악화되었고, 이후 1997년까지 수질이 급속하게 악화되면서 시화호 저층이 무산소층이 되고 황화합물이 발생해서 시흥, 안산, 인천 지역에 악취 소동까지 일어나게 됩니다. 1997년 배수갑문을 개방하여 바닷물을 유입시키기 시작하면서 수질은 개선되었으나 애초에 계획했던 담수호 조성 계획은 불가능하게 되었습니다.

[의사결정하기]

♣ 그렇다면 오염의 문제는 해결된 걸까요?

오른쪽 사진은 시화호 방조제 갑문을 개방하고 오염된 시화호 물을 시화호 바깥쪽 바다인 오이도 쪽에 흘려보내자 수질 오염으로 인해 어업을 할 수 없다며 환경 단체와 어민들이 해상 시위를 하고 있는 모습입니다.

☞ 시화방조제로 건설로 인한 이익과 문제점에 대해서 토의해 봅시다.

☞ 환경 보존과 개발을 통해 얻어지는 이익 중 어떤 것이 더 중요하다고 생각되나요? 토의를 통해 다른 이의 의견과 비교해보고 자신의 생각을 정리해 봅시다.

정리 단계

[실행하기]

☞ 안산에 살고 있는 우리도 시화호에 영향을 주는 사람들입니다. 우리가 시화호와 함께 살아가기 위해서는 어떤 노력들을 해야 하는 걸까요?

☞ 우리 시민과 단체와 국가가 시화호를 위해서 어떤 노력을 해야 하는지 함께 생각해 보고 안산시는 지금 어떤 노력을 하고 있는지 알아봅시다.

☞ 시화호의 오염과 같은 물의 오염을 줄이기 위한 과학의 역할을 무엇일까요?

모듈 II. 시화호의 물은 깨끗할까요?

도입 단계

[전시 학습 확인]

♣ 지난 시간에 해수의 유입과 하수처리장 방류수를 바깥 바다로 방류하는 과정을 통해 시화호의 수질이 심각했던 상황에서 벗어났음을 공부했습니다. 그럼 시화호의 물은 깨끗할까요? 이번 시간에는 시화호의 물에 대해서 이해해보는 시간을 갖도록 하겠습니다.

[학습 목표 인식]

1. 여름철에 시화호오염이 더 심각해지는 구조적 이유를 실험을 통해 설명할 수 있다.
2. 수질오염의 지표를 설명할 수 있다.
3. DO(Dissolved oxygen)란 무엇인지 설명할 수 있다.

전개 단계

[문제 제기]

♣생각해보기

다음은 시화호의 수질에 관련된 기사의 부분을 발췌한 것입니다.

시화호에서 송어 수천마리 ‘떼죽음’ 당해
... 13일 시화호 상류에서 송어 수천마리가 떼죽음을 당한 채 발견된 것과 관련 안산환경운동연합(안산환경련)이 근본적인 대책마련을 촉구하고 나섰다. 13일 안산시와 안산환경련에 따르면 지난 12일 오후 3시 30분께 상록구 사동 푸르지오 9차아파트 단지 앞 시화호 상류 수변구역에서 길이 20~30 cm의 송어 떼가 죽은 채 물 위에 떠올라 있는 것을 주민이 발견해 신고했다. 안산시와 수자원공사는 직원 40여 명을 동원, 12일부터 이틀에 걸쳐 수변구역 1 km 구간에서 죽은 송어 2천여 마리를 수거했다. 시화환경관리센터 최광순 연구원은 “이번 송어떼의 정확한 폐사 원인은 조사 결과가 나와봐야 알겠지만 지난 11일, 12일 이틀간 비가 내리면서 상류 쪽 토양에 쌓여 있던 오염물질이 빗물에 섞여 유입되면서 산소 부족으로 발생한 것으로 추정하고 있다”고 말했다.

그는 또 “평소 생물학적 산소요구량이 8~9 ppm 수준이던 사고 지점의 용존산소량(DO)이 지난 12일 측정결과 1 ppm까지 줄어든 상태 였다”며 “이번 물고기 폐사 원인이 용존산소량 부족일 가능성이 높지만 정확한 원인은 조사 결과가 나와 봐야 알 수 있다”고 밝혔다....

안산신문 2009년 5월 13일 기사 부분 발췌

...시화호로 유입되는 오염물질도 여전히 심각하다. 상류나 공단 배수관 근처는 온통 시커먼 물이 마치 간장을 풀어 놓은 듯하다. 여름철이면 바지락 같은 조개 무덤이 높다랗게 쌓이고 수십만 마리의 물고기들이 떼죽음을 당하는 일도 아직까지 수시로 일어난다. ...

시흥 서부신문 2007년 6월 18일 기사 부분 발췌

...현재도 여름철만 되면 수심이 깊은 곳이나 상류엔 무산소층이 형성되어 생물이 살 수 없는 지역을 형성하고 있다. 특히 시화호 저층과 시화호로 유입될 가능성이 높은 지천 바닥의 퇴적층에는 중금속과 환경호르몬을 포함한 오염물질의 농도는 여전히 높다. ...

월간 말 2007년 6월 25일 기사 부분 발췌

☞ 기사를 보면 시화호는 여름철이 되면 수질오염이 더 심각해짐을 알 수 있습니다. 왜 여름철에 수질오염이 더 심각해지는 걸까요? 자유롭게 자신의 의견을 적어봅시다.

[탐색]

[실험] 저절로 섞이는 물

<준비물> : 식용색소, 비커 4개, 입구가 좁은 백색 유리병 2개

<실험 과정>

- 1) 얼음물과 색소를 첨가한 따뜻한 물을 준비한다.
- 2) 비커에 차가운 얼음물을 담고, 따뜻한 물을 조금씩 벽을 타고 흘러 넣은 후 변화를 관찰한다.
- 3) 반대로 따뜻한 물에 차가운 얼음물을 조금씩 벽을 타고 흘러 넣은 후 변화를 관찰한다.
- 4) 소금이 더 이상 녹지 않을 때까지 차가운 물에 녹인다. 따뜻한 물에는 색소를 첨가한다. 소금을 녹인 차가운 물과 소금을 넣지 않은 따뜻한 물을 각각 입구가 좁은 유리병에 가득 담는다. 차가운 물이 든 유리병을 위에, 따뜻한 물이 든 유리병이 아래쪽에 놓이도록 유리병의 입구를 서로 맞대어 세워 놓는다. 물이 새지 않도록 입구를 잘

맞추고 흔들리지 않도록 주의한다.

5) 병 속에서 어떤 일이 벌어지는지 관찰한다. 반대로 따뜻한 물이 든 유리병을 위에, 차가운 물이 든 유리병을 아래쪽에 놓이도록 하고 변화를 관찰한다.

위 실험 과정 중 여름철 시화호와 가장 유사하다고 생각되는 과정을 골라보고 이유를 설명해 봅시다.

여름철에 시화호의 수질이 더 악화되는 이유는 무엇 일까요?

[과학 개념과 연결하기 - 물의 밀도, 물의 오염, 수질오염의 지표(BOD, COD, DO)]

♣ 시화호를 비유한 실험을 통해 확인한 바와 같이 시화호는 해수와 담수가 섞이면서 염분으로 인해 밀도가 큰 해수는 아래쪽에 밀도가 작은 담수는 위쪽에 놓이게 되고 잘 섞이지 않는 안정한 성층을 형성합니다. 성층현상이 심하면 물의 위, 아래가 골고루 교환되지 못하므로 표층에서 만들어진 산소가 저층으로 공급되지 못하게 되고 또한 표층에서는 육상에서 유입된 오염물질과 강한 햇빛으로 인해 식물성 플랑크톤이 증식되어 산소가 풍부해지면 유기물이 생성되어 저층으로 가라앉게 됩니다. 저층에서는 산소공급이 원활하지 못하며, 표층에서 떨어지는 유기물을 분해하기 위해 산소를 사용함으로써 더욱 산소의 양이 부족해집니다. 더군다나 여름철엔 장마로 인한 오염물질이 포함된 담수 유입과 표층수의 가열로 인해 이러한 성층현상이 더 심각해지고 여름철 수질오염 악화의 원인이 되기도 합니다.

♣ 첫 번째 기사에서 물고기의 죽음에 가장 큰 영향으로 추정되는 DO(Dissolved Oxygen, 용존산소량)란 무엇인지 살펴보고, 안산천의 DO를 측정해봅시다.

DO란?

Dissolved Oxygen(용존 산소량)의 약자로 물속에 녹아 있는 산소의 질량을 나타내는 척도이며 물 1 kg에 산소 1 mg이 녹아 있을 때의 용존 산소량을 1 ppm이라고 한다. 용존 산소량은 오염물질이 적을수록, 수온이 낮을수록 증가한다.

DO를 측정하는 이유는 무엇일까요?

일정 온도와 대기압에서 주어진 물에 포화될 수 있는 산소의 농도는 비교적 일정하기 때문에 지표수에 생물학적으로 분해 가능한 물질들이 투여되면 호기성 생물들은 산소를 소비하고, 산소가 어느 정도 이상 소비되면 수서 생물들 중에서 특히 물고기와 조개류들이 질식사하여 죽게 된다. 물속의 산소가 완전히 소모되면 혐기성 생물들을 제외하고는 모든 생물들이 사멸하게 된다. 더구나 혐기성 미생물의 대사 부산물은 황화수소(H_2S), 암모니아(NH_3), 메탄(CH_4)과 같이 독성을 가지면서 고약한 냄새가 나는 기체들을 생성한다. 기온이 높은 날 유기물이 많고 고여 있는 물에서 거품이 떠오르는 현상을 목격하게 되는데 공기방울은 바로 물속에서 이런 기체들의 발생으로 생기는 것이다. 물속의 산소의 농도에 따라서 물의 수질이 달라지는데 DO가 2 ppm 이상이면 냄새가 나지 않으며 물고기가 살 수 있는 DO는 4 ppm 이상이다. DO는 그 값이 크면 클수록 좋은 물이라 할 수 있다. 깨끗한 자연수의 DO는 약 8ppm이다. 지표수가 물고기나 물에 사는 다른 생물들에 위험하지 않은 상태에 있는지 판단하는 좋은 지표 중의 하나가 용존 산소량(Dissolved Oxygen, DO)이다.

[실험] 물의 DO 측정

<준비물> DO 측정 키트, DO측정용 앰플, 비커 비색표, 안산천에서 떠온 물, 수돗물

<실험과정>

- 1) 시험관에 상부 3 mm 아래까지 오염된 물(시험액)을 넣는다.
 - 2) 과정 1)의 시험관에 시약 ①을 6방울, 시약 ②를 6방울 순서대로 떨어뜨린다.
 - 3) 시험관을 상하로 30초간 흔들어 시약이 반응하도록 한다.
 - 4) 시험관 속 시험액의 색을 비색표와 비교한다.
- ♥ 주의하기
- 1) 측정법에 제시된 시간을 잘 지킨다.
 - 2) 시약이 피부 등에 묻지 않도록 조심하고, 묻었을 경우 즉시 깨끗하게 물로 씻는다.

3) 측정하고 난 시료는 물에 직접 버리면 또 다른 수질 오염이 될 수 있으므로 따로 모아서 처리한다.

☞ 안산천의 물과 수돗물의 DO는 각각 얼마인가요?

정리 단계

[실행하기]

☞ 수질오염에 가장 큰 비중을 차지하는 것은 공장 폐

수나 농·축산 폐수가 아니라 생활하수가 대부분이라고 합니다. 수질 오염을 줄이기 위해서 우리가 실천할 수 있는 일은 무엇이 있을지 자유롭게 토의해 봅시다.

☞ 수질 오염을 줄이기 위한 사회와 국가의 역할, 그리고 과학의 역할은 무엇이 있을지 자유롭게 토의해 봅시다.