

POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램 활용 수업이 고등학생들의 학업 성취도와 과학 관련 태도에 미치는 효과

김동렬*

부산 해동고등학교

The Effect of Discourse-typed Inquiry Learning Program Fitted with POE on High School Student's Academic Achievement and Attitude Toward Science

Dong-Ryeul Kim*

Busan Haedong High school

Abstract: The research is aimed at investigating the development and application of high school biology classes utilizing discourse-typed inquiry learning program fitted with POE, and the corresponding effect on student's academic achievement and attitude toward science. 4 classes of 11th graders in a general high school located in Busan were selected as subjects. Biology I, 'Circulation' unit was lectured for 4 weeks (6 classes), and the experimental group underwent classes utilizing discourse-typed inquiry learning program fitted with POE. The control group was taught identical major learning contents, but based on the learning objectives and research activities provided by Biology I textbook. As a result of application, first, the discourse-typed inquiry learning program fitted with POE exhibited positive consequences of linking previously acquired knowledge and the new learning attained through experiments, as well as not only improving the students' problem solving capacity through diverging questions from the teachers to drive the students' higher-level contemplation, but also enhancing student academic achievement by assisting their logical thinking. Second, POE-fitted discourse-typed inquiry learning program rendered presupposing session of the experiment that resulted in drawing learners' attention in advance, and incited active participation in the learning process through solving the contradiction between what was actually observed and what was expected, which eventually proved to lay out positive impact on students' attitude toward science.

Key words: POE, discourse-typed inquiry learning program, Biology I, academic achievement, attitude toward science

I. 서론

과학교과에서는 자연 현상과 사물을 이해하고, 자연을 탐구하고 일상생활 문제를 해결하는 데 필요한 탐구 능력과 문제 해결력을 기를 수 있도록 탐구 활동 중심의 학습 방법을 활용한다(교육과학기술부, 2008; 황혜린 등, 2007). 즉, 과학 학습에서는 과학 개념을 강의식으로 전달하기보다는 학생 수준을 고려하여 구체적인 사물이나 현상의 관찰과 조작 활동 등의 탐구 활동을 토대로 이해할 수 있도록 한다. 그리고 단편적인 지식의 획득보다는 기본 개념의 통합적 이해의 토

대 위에 일상생활에서 부딪히는 문제를 창의적으로 해결하는 능력을 기르는 데 중점을 둔다(교육과학기술부, 2008).

이와 같은 목표에 도달하기 위해서는 과학 수업에서 직접 관찰하고 탐구하는 수업이 무엇보다 중요하다. 그리고 탐구수업은 학생들의 내적 동기를 유발한다는 사실 한 가지만으로도 과학과 교수·학습에 있어서 그 필요성을 정당화할 수 있다(조희형, 박승재, 1995; 황혜린 등, 2007).

과학 교육을 구성주의 입장에서 보면, 학생들의 지식 획득은 구성적 또는 생성적인 과정에서 일어나고

*교신저자: 김동렬(ahabio@hanmail.net)

**2009년 04월 13일 접수, 2009년 06월 10일 수정원고 접수, 2009년 06월 11일 채택

개인에 따라 다르며, 학습의 결과는 학습 환경에 의해서만 아니라 학습 과제에 대하여 학습자가 지금까지 받아들이고 있는 지식, 학습의 목적 및 동기에 크게 좌우된다(한안진, 1997). 이러한 구성주의적 접근의 주된 관점은 학습자 개개인을 스스로 지식을 발견하고 구성하는 지적 탐구자로 간주한다는 것이다(Charlesworth & Lind, 1995).

그러나 현재 우리의 과학 교육은 권위적인 교과서와 수업을 통해 과정이 아닌 결과에 해당하는 지식의 습득만을 강요하는 경향이 있다(Svinicki, 1998). 이런 현상과 관련하여 최근에는 탐구 과정을 통하여 의미 있는 지식을 구성하고 또한 새로운 지식을 발견할 수 있도록 하는 '과학 글쓰기' 및 '과학 말하기' 측면을 강조하고 있다(김희경, 송진웅, 2004; Driver *et al.*, 2000). 즉, 과학을 배우기 위해서는 실험실과 일상생활의 맥락 모두에서 읽기, 쓰기, 추론하기, 문제 해결하기를 통해 과학의 언어를 사용하는 것이 필수적이라는 것이다.

탐구적 과학 글쓰기 수업은 학생 스스로 학습 목표를 생각하고 자신의 과학개념을 정당화하기 위한 근거를 찾고 이러한 과정을 통해 과학적 개념을 내면화하고 구조화하면서 과학개념의 이해를 향상시킬 수 있으며(남정희 등, 2008), 과학 글쓰기는 인지적 측면에서 과학 개념의 이해 및 변화, 과학적 사고와 문제 해결 능력을 증진시키며(손정우, 2006), 정의적 측면에서 다양한 소재의 글쓰기 활동을 통하여 과학에 대한 흥미를 지속시킬 수 있다는 연구 보고도 있다(유민희, 김영수, 2008; 정혁, 2003). 따라서 과학 학습을 위해서는 학습자가 적극적으로 과학적 언어를 사용하기 위한 환경을 제공해 줄 필요가 있다.

이에 대학입시에서 글쓰기의 중요성을 인식하고, 논술고사를 실시하는 것은 사고력에 바탕을 둔 언어 사용 기능을 신장 시키려는 점에서 바람직한 현상이라 할 수 있다. 그러나 교사와 학생들에게 도움이 될 만한 논술과 관련된 교수·학습 방법이 개발되어 있지 않고, 단지 입시와 관련되어 받아들여지고 있는 논술은 획일적이며 단편적으로 이해되고 있다. 표현 방법도 기계적으로 훈련하는 것이 일반적이어서 학습자의 태도도 수동적으로 될 수밖에 없다.

따라서 실생활과 관련된 다양한 탐구활동을 통하여 사물과 사건을 기술하고, 문제를 제기하며, 학생 자신의 지식을 실제적 활동과 문제 해결 과정에 적용하여 의미 있는 결과를 이끌어 내고, 토의를 통해 갈등을

해결할 수 있는 비판적이고 논리적인 사고를 위한 논술형 탐구학습 프로그램의 개발이 필요하다.

이런 교육적 맥락에서 학생들이 자신의 선개념에 대한 의문을 품고, 그 의문을 실험을 통해 해결하며, 그 결과를 효과적으로 과학글쓰기에 적용할 수 있는 방법으로서 POE(Prediction, Observation, Explanation) 교수·학습 전략이 있다. POE 교수·학습 전략은 학습내용과 익숙한 상황을 제시하고 학습자에게 어떤 현상의 결과를 예측(Prediction)하게 하며, 관찰(Observation)한 내용을 서술한 후, 예측과 관찰 사이의 갈등을 해결할 수 있는 설명(Explanation) 및 토의 단계로 이루어져 있다(전화영, 한효순, 2000; White & Gunstone, 1992). 즉, POE 교수·학습 전략은 3단계의 탐구수업을 진행하여 학생들의 이해의 정도를 판단할 수 있고 결과가 제시되지 않은 상황에 대해 예측을 요구함으로써 학습자가 나름대로 가장 적절하다고 판단되는 지식을 실제적으로 적용하는 것이 가능하게 한다(탁경오, 2003; 최병순 등, 2004).

POE는 교사의 지시를 최소화 줄이고 학생 스스로 경험에 의하여 그들 자신의 지식을 구성하고 그들의 경험에 대한 결과로부터 규칙들을 추론하는 학습에 대한 하나의 형태이다(최병순 등, 2004). 이 학습의 종류에 대한 기초적 개념은 학습자들이 그 영역에서 그들 자신의 경험들을 설계할 수 있고, 그들 스스로의 영역의 규칙을 추론하기 때문에 학습자들은 실제로 그들 자신의 지식을 구성할 수 있다는 것이다(김현경, 2008; White & Gunstone, 1992). 특히, POE는 실험에 의한 사고력 및 실험결과의 논술을 통한 논리력 배양과 새로운 상황을 해석하고 이해하여 새로운 지식체계를 구성함으로써 학습자의 문제해결력, 과학 관련 태도 향상에 큰 도움을 줄 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 고등학교 생물 수업에서 POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램의 활용이 학생들의 학업 성취도 및 과학 관련 태도에 미치는 효과를 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 부산시 소재의 남자 인문계고등학교 2학

년 4개 반을 대상으로 하였다. 2개 반은 실험집단(62명), 2개 반은 통제집단으로 설정하였다(61명). 실험집단과 통제집단의 학교 생물 I 평가 점수로 동질성 검정을 한 결과, 두 집단에는 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다($p>.05$).

2. 연구 설계

본 연구는 사전-사후 검사 통제집단 설계(pretest-posttest control group design)에 기초하여 실험 설계를 하였다. 수업 내용은 생물 I ‘순환’ 단원의 학습 목표와 내용으로 4주에 걸쳐 6차시 분량으로 수업이 이루어졌으며, 평소 학교의 수업 계획 및 운영에 맞추어 운영하였다.

실험 집단은 POE 논술형 탐구학습 프로그램에 의거한 6차시 분량의 교수·학습 과정안을 개발하여 수업을 하였으며, 통제 집단은 실험 집단과 동일한 학습 목표와 주요 학습 내용을 기준으로 생물 I 교과서에 제시되어 있는 학습내용과 탐구활동을 토대로 실시하였다. 즉, 1차시에는 혈액의 구성 성분, 2차시는 혈액의 기능, 3차시는 혈액형, 4차시는 혈액의 순환을, 5차시는 조직액과 림프, 6차시는 순환기 질병과 건강에 대해 전통적 강의식 수업으로 진행하였다.

수업의 효과를 알아보기 위하여 수업 처치 전 학업 성취도 검사, 과학 관련 태도 사전 검사를 실시하고, 6차시 종료 후 바로 다음날 사후 검사를 실시하였다(그림 1).

실험 집단	O ₁	X ₁	O ₂
통제 집단	O ₁	X ₂	O ₂

O₁ : 사전 검사(학업 성취도 검사, 과학 관련 태도)
 X₁ : POE 전략을 적용한 논술형 탐구 수업
 X₂ : 교과서 중심의 전통적 강의식 수업
 O₂ : 사후 검사(학업 성취도 검사, 과학 관련 태도)

그림 1 연구 설계

3. 프로그램의 구성

1) 내용 선정

적용 단원으로는 생물 I 교과서의 ‘순환’ 단원을 선정하였다. ‘순환’ 단원은 심장이나 혈관과 같은 기관

수준에서 훨씬 미세한 수준의 모세혈관에 이르는 복잡한 상호 작용 시스템으로 구성되어 있고, 추상적이고 역동적인 과정을 포함하므로 이해하기 어려운 단원으로 주장되어 왔다(김미영, 김희백, 2007). 특히 ‘순환’ 단원은 생물학적 기본 개념을 충실히 다루어야 하는 단원으로 기본 개념을 체계적으로 정리한다면 다른 단원에 비해 실제적인 탐구 활동을 많이 할 수 있다(김동렬, 2007). 본 연구에서의 POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램의 차시별 학습 주제는 <표 1>과 같다.

표 1 POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램 주제

대단원	주제	차시
순환	혈액의 구성 및 기능	1-2
	혈액형 판정 및 조직액과 림프액	3-4
	심장의 구조 및 혈액의 순환과 건강	5-6

2) 프로그램 구성

POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램은 연구자가 과학교사 5명, 논술주제의 선정과 평가 기준안 마련에 역할을 한 국어교사 2명과 함께 2차례의 워크숍을 통한 검토 과정을 거쳐 개발하였다. 워크숍은 실제 수업 진행자인 연구자의 주도로 1차는 프로그램 개발의 목적과 필요성, 주제 선정 배경에 대해 논의하였으며, 2차는 연구의 목적에 부합되는 수업 단계와 평가 방안, 교사의 역할 등에 대해 논의하였다. 개발한 프로그램은 <그림 2>와 같이 동기유발, 예측, 관찰, 설명, 과학글쓰기의 5단계로 구성되었다.

‘동기유발’ 단계에서는 학습 경험을 자극하고 흥미를 유발할 수 있도록 탐구주제와 관련된 동기유발 자료를 제시하였고, ‘예측’ 단계에서는 예상되는 결과의 이유를 기록하게 하여 학생들의 생각을 표출하게 하였다. ‘관찰’ 단계에서는 학생들이 직접 실험하고 관찰한 내용을 기록하도록 하였으며, ‘설명’ 단계에서는 예측과 관찰 사이의 갈등을 해결할 수 있도록 개별 토의를 실시하였다. 이후 ‘과학글쓰기’ 단계에서는 개별 교과 지식이 통합되고 서로 넘나드는 과정에서 발생하는 비판적이고도 창의적인 사고력을 유발하고, 앞 단계의 탐구학습을 바탕으로 한 사고의 통합

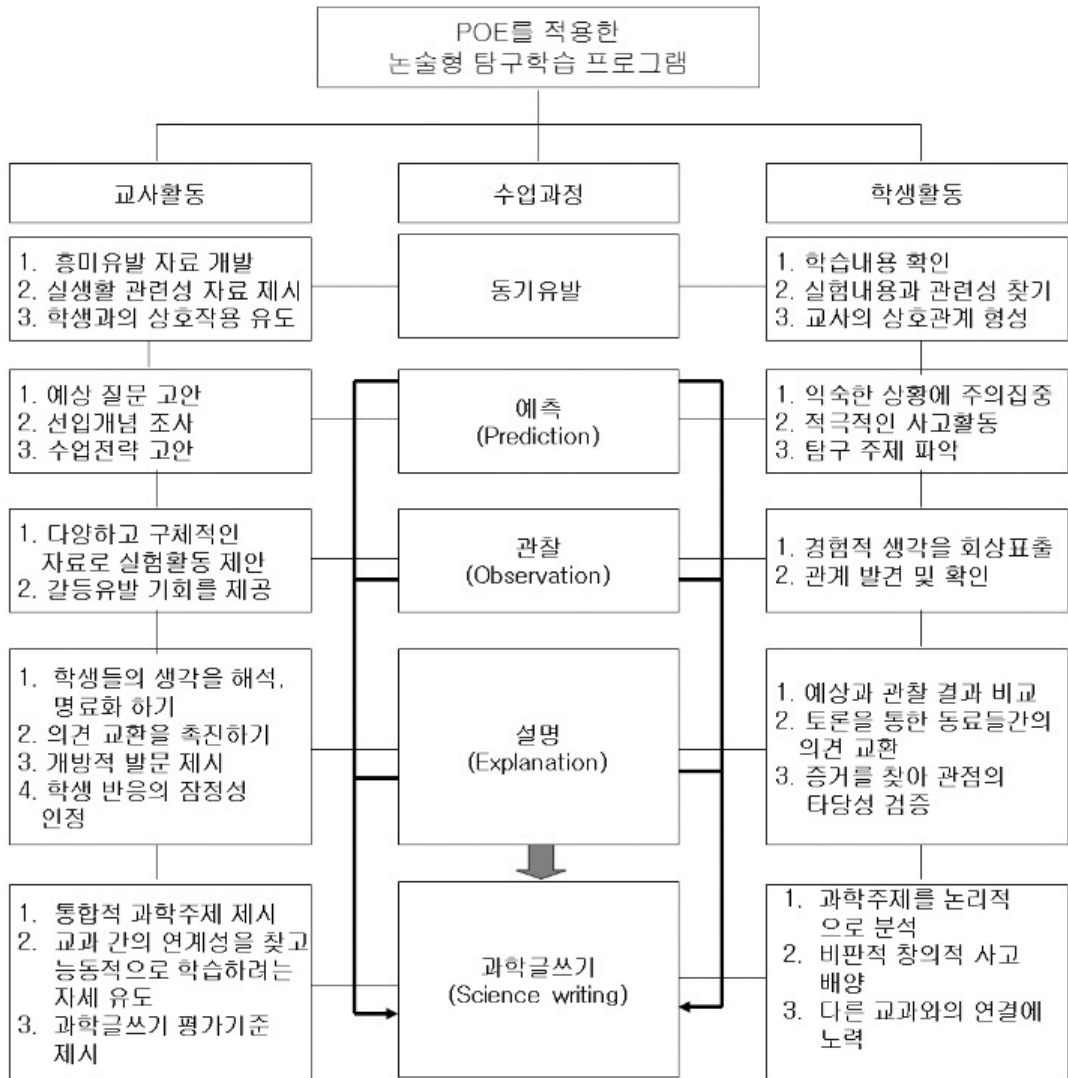


그림 2 POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램

단계이다. 그러므로 주어진 제시문을 정확하게 독해하여 이해하고, 상황과 조건에 논리적으로 적용하는 연습을 하도록 하였다. 교사는 논술 프로그램 개발을 위한 워크숍에 직접 참여하여 POE 전략을 적용한 논술형 탐구학습 프로그램의 수업 단계나 논술 수업에서의 주요점을 충분히 숙지한 상태에서, 학생들에게 학습주제와 관련된 다양한 현상들을 관찰하고 그것을 스스로 실험해 보도록 하는 자기주도적인 환경을 제공하였다. 이 때 학생을 대신해서 결론을 내려서는 안 되지만 잘못된 연구 방향을 지적해 주고 질문을 던짐으로써 탐구 과정을 도와주었다. 이를 통해 학생들은

자신들이 파악한 문제에 대한 과학적인 결론에 이를 수 있도록 하였다.

이와 관련하여 구체적인 사항으로는, 일단 학생들이 어떤 문제에 대한 큰 윤곽을 파악하면 교사는 학생들이 그 문제를 분명하고 정확한 용어로 확인하고 표현할 수 있도록 도와주었다. 교사는 학생들이 정확히 무엇을 알아보고자 하는지를 파악하는데 도움이 될 수 있는 제언을 해주거나 질문을 던지고, 이러한 제언이나 질문은 학생들이 스스로 생각해보고 문제의 상황을 명확하게 분석할 수 있도록 하였다. 즉, 교사는 학생들이 스스로가 어떤 문제를 공부하고 있는지 명확

히 이해할 수 있도록 도왔다(Moore, 2005). 문제에 대한 이해는 해결방법을 찾는 데 중요한 과정이다. 이 중요한 과정을 생략하면 학생들은 해결방법을 찾을 때 정확히 어디에서부터 시작해야 되는지를 알기 어려울 수 있다.

특히, POE를 적용한 논술형 탐구학습에서 각 단계별 수업 진행시 주안점은 <그림 3>에서 제시한 Sutman *et al.*(2008)의 탐구학습에서 효과적인 학습자 추론 방향을 적용하였다는 점이다. 이는 탐구학습에서 학생들로 하여금 보다 높은 수준을 달성하기 위해 순환적인 사고로부터 벗어나도록 ‘어떻게’, ‘왜’의 질문에 초점을 두고 수업을 진행하는 것이다.

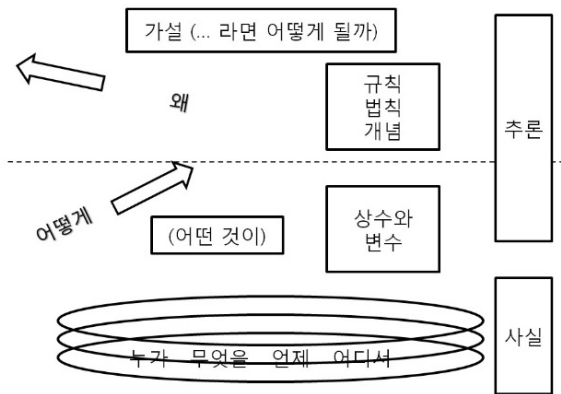


그림 3 탐구학습에서 효과적인 학습자 추론 방향 (Sutman *et al.*, 2008)

학생들에게 질문시 ‘누가, 무엇을, 언제, 어디서’ 라는 단어로 시작하는 것으로 제한시키는 이런 유형의 질문은 사실에 관한 것이며, 막다른 곳에 이르게 한다. 학생은 ‘왜’ 나 ‘어떻게’ 와 같은 단어로 시작하는 질문으로 사고를 확장시키는 연습을 해야 한다. 이와 같은 질문과 답은 더 깊은 이해는 물론이고, 더 나아가 논의와 보다 고차원적인 사고에 이르게 되고 추가적인 질문과 학습을 위한 길을 열어 줄 수 있다. POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램 활용 수업에서도 ‘어떻게’ 와 ‘왜’ 에 관한 질문을 하여, 나선형을 그리며 올라가게 하듯이 생각하게 하고 무한한 학습의 기회를 제공하였다. 한 예로, 혈액순환에서 학생에게 누가 이를 발견하였으며 언제 그러한 일이 일어났는지를 묻는다. 그럼 학생들은 ‘그 발견이 왜 중요하

죠?’ 라고 질문을 하고, 이어 ‘그러한 발견이 일어나지 않았더라면 어떻게 될까요?’ 라고 교사는 질문을 한다. 그러면 학생은 그러한 질문에 대한 답을 찾아보게 된다. 즉, 언제 그리고 누가라는 것만을 아는 것은 학생의 기억에 오래 남지 못하지만, ‘왜’ 와 ‘어떻게’ 를 아는 것은 더 나아가 탐구와 지식, 보다 장기적인 이해, 그리고 학생이 원하는 학습목표에 이르게 된다.

POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램의 교수·학습 과정안 예는 <그림 4>와 같다.

4. 검사 도구

1) 학업 성취도 검사

본 연구에서 사용된 학업 성취도 검사 도구는 Bloom의 이원 목적 분류표에 따라 지식, 이해, 적용, 분석, 종합 영역이 포함된 학습할 내용과 관련하여 사전 검사 20문항과 학습한 내용의 수업 목표에 적합한 사후 검사 20문항을 객관식 5지 선다형으로 작성하였고, 각 문항을 1점으로 하여 총 20점 만점으로 계산하였다. 생물교사 5명에게 내용 타당도를 확인하였으며, 내적 신뢰도(Cronbach' α)는 .793 이었다.

2) 과학 관련 태도 검사

과학 관련 태도 검사 도구는 Fraser(1981)의 TOSRA(Test of Science Related Attitudes) 중에서 본 연구와 관련이 있는 범주인 ‘과학적 탐구에 대한 태도’, ‘과학 태도의 수용’, ‘과학수업의 즐거움’에 대해 각각 10문항씩 총 30문항으로 구성하였다. 사전 사후 동일한 검사지를 활용하였다. 5점 리커트 척도로 실시한 과학 관련 태도 검사에 대하여 본 연구에서 구한 신뢰도(Cronbach' α)는 .851 이었다.

5. 분석 방법

연구 결과를 분석하기 위하여 SPSS 12.0 통계 프로그램을 사용하여 학업 성취도, 과학 관련 태도의 사전 검사 결과를 공변인으로 하는 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하여 효과를 알아보았다.






단계	교수 · 학습 활동	시간차시	자료(†) 유의점(※)
동기유발	<p>▣ 「영화」를 활용한 학습 문제 제시</p> <ul style="list-style-type: none"> • 영화 「할로우 맨」의 주요 장면을 보고 심장의 중요성을 알아본다. <p>질문1: 이 영화에서 심장이 스스로 작동하는 이유는? 질문2: 심장에서 하는 일은 무엇일까? 심장에 이상이 있으면 어떻게 될까? ☞교사와 학생 사이의 상호작용 유도를 통해 학생들의 주위를 학습 주제에 집중시킨다.</p>	5차시 10′	<p>† 영화 「할로우 맨」</p> 
예측	<p>▣ 심장의 구조와 기능 예측하기: Why-How 강조</p> <ul style="list-style-type: none"> • 심장 해부실험을 하려고 한다. 심장 해부실험을 통해 얻을 수 있는 결과를 예측해 보자. <p>질문1: 심장은 몇 개의 방으로 구분되어 있으며, 이와 같은 구조는 심장의 기능과 어떤 관계가 있는가? 질문2: 심방벽과 심실벽의 두께가 다른 이유를 심방과 심실의 기능과 연관 지어 설명해 보자. 질문3: 심장에서 혈액이 한쪽으로만 흐를 수 있는 이유는 무엇이며, 판막이 없으면 어떻게 될까? 질문4: 삼첨판, 이첨판, 반월판 구조를 비교하고 그 차이점을 알아보자. 질문5: 관상동맥이 좁아지거나 막히는 원인이 무엇이고, 그 결과 어떻게 되는지 생각해 보자.</p> <p>☞활동지에 자신의 생각을 정리할 수 있도록 지도한다.</p>	10′	<p>† 활동지</p>  <p>※예측을 하면서 생각하거나 쓰는 종이어서 관찰을 하지 못하는 일이 없도록 예측이 끝난 것을 반드시 확인한 후 관찰 단계로 넘어가야 한다.</p>
관찰	<p>▣ 돼지 심장 해부해보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 돼지 심장을 해부해 본다. • 자신이 예측한 것과 어떤 차이가 있는지 탐구활동지에 기록한다. • 예측한 단계에 따라 실험을 진행해 보고 예측한 결과와 일치하는지 실험의 관찰 결과를 자세히 기록하도록 한다. 	30′	<p>† 돼지 심장</p>  <p>※학생들의 예측활동의 기록이 끝났는지 확인 후 조별로 실험하게 한다.</p>
설명	<p>▣ 관찰한 것과 예측한 것의 불일치 해결하기: Why-How 강조</p> <ul style="list-style-type: none"> • 이러한 결과가 나오게 된 원인에 대해 토의하고 그 결과를 정리해 보자. <p>† 여러분이 예측한 결과가 실험 결과와 일치하는가? 불일치 하다면 왜 그런지 생각해 봅시다. ☞조별 토의 내용을 바탕으로 왜 그런 결과가 나왔는지 그 결과는 어떻게 정리할 수 있는지 교사는 수시로 질문을 하여 정리하도록 유도한다.</p>	6차시 15′	 <p>※다양한 질문을 통하여 학생들이 자신의 생각을 분명히 할 수 있도록 유도한다.</p>
과학 글쓰기	<p>▣ Why-How 중심의 과학글쓰기</p> <p>🎧 논술주제: 다음 신문 기사를 읽고 인공심장 개발 및 이식에 대해 사회적인 측면과 윤리적 측면에서 우리 사회에 미칠 영향에 대해 논의해보자.</p> <p>☞유의점 안내</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 논제를 정확히 파악할 것 ✓요구하는 항목에 대해 명확히 서술할 것 ✓자신의 주장을 설득력 있게 제시할 것 ✓ '왜'와 '어떻게'와 관련하여 고민할 것 	35′	 <p>※평가기준을 제시한다. ※학습내용과 관련되며 통합적으로 접근 가능한 논술주제를 제시한다.</p>

그림 4 POE를 적용한 논술형 탐구학습의 교수 · 학습 과정안

III. 연구 결과 및 논의

본 연구에서 개발한 POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램을 활용한 수업의 결과는 다음과 같다.

1. 학업 성취도 검사 결과

통제집단과 실험집단의 사전·사후 학업 성취도 검사 결과는 <표 2>와 같다.

사전 검사에서 POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램을 활용한 실험집단은 8.98점, 교과서 중심의 전통적 강의식 수업을 실시한 통제집단의 평균은 8.68점이었다. 사후검사에는 실험집단의 평균이 14.59점, 통제집단은 12.44점이었으므로 각각 5.61점, 3.76점이 향상되었다(표 2). 이러한 집단 간의 차이가 통계적으로 유의미한지를 알아보기 위하여 공변량 분석을 실시하였다(표 3). 분석 결과 학생들의 사후 학업 성취도에 있어서 수업 처치에 따른 유의미한 차이가 나타났다($p < .01$).

이는 POE 수업모형을 중학생들의 과학 수업에 적용한 결과 전통적 수업을 받은 집단보다 개념 학습에 효과적이었다는 진재서(2000)의 연구 결과와 일치하며, POE 활동지를 잘 설계하여 활용하면 학생들의 개

념형성에 도움이 된다는 김인애(2007)의 연구 결과와도 일치한다. 또한 POE 전략을 적용한 과학실험은 학생들의 관찰능력과 학업 성취도를 유의미하게 향상시켰다는 이승미(2006)의 결과에서도 그 타당성을 찾을 수 있다. 따라서 POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램은 이미 알고 있는 지식과 실험을 통해 새롭게 알게 된 지식의 적절한 연결과 오류 수정 과정, 교사의 '왜'와 '어떻게'를 강조한 다양한 질문을 통한 피드백으로 학업 성취도 향상에 긍정적인 효과를 미친 것으로 판단된다.

한편, 학생들은 과학교과에서 쓰기 수업에 참여함으로써 과학 수업의 전통적인 강의식 접근 방식에서 벗어나 과학적 증거를 바탕으로 지식을 구성하고 이러한 과정에서 개념을 획득할 수 있다(남정희 등, 2008; Kelly *et al.*, 2002). 따라서 POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램은 교사와 학생들이 실제 과학 상황과 유사한 상황에서 과학을 이야기할 수 있는 문제 설정과, 과학글쓰기를 통해 단순한 지식의 구성이 아닌 종합적 사고와 학습자의 인지적 사고를 강화한 통합적인 지식의 구성을 도와 학습자의 과학 개념 이해에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단할 수 있다.

과학교육에서 가장 큰 난관 중의 하나는 학생들이

표 2 수업처치에 따른 학업 성취도 검사의 사전/사후검사 결과

수업처치	n	사전		사후	
		M	SD	M	SD
실험집단	62	8.98	2.60	14.59	2.60
통제집단	61	8.68	3.24	12.44	2.90
전체	123	8.83	2.92	13.52	2.75

표 3 수업처치에 따른 학업 성취도 검사의 공변량 분석 결과

변인	SS	df	MS	F	p
공변인 (사전검사)	158.359	1	158.359	24.951	.000
주효과 (수업처치)	127.538	1	127.538	20.095	.000**
잔여오차	761.609	120	6.347		
전체	1062.650	122			

** $p < .01$

기존에 가지고 있는 잘못된 개념이다. 이러한 개념들을 학생 개인별로 수정해 주지 못한다면 학습자는 혼란을 겪게 된다. 단순히 그 잘못된 개념을 논박하는 것으로는 불충분하며 명백한 증거를 가지고 그 저변의 것들을 증명해 주어야 한다. 그와 더불어 많은 교사들이 범하는 오류 중 하나는 자신이 그 주제에 대해 가지고 있는 이해의 정도가 너무 높은 관계로 학생들이 얼마나 유치한 생각을 할 수 있는지를 간과하게 되어 학생들이 공통으로 가진 잘못된 개념을 바로잡아 주지 못하는 것이다(Svinicki, 1998). 이런 교육적 맥락에서 POE를 적용한 논술형 탐구학습은 학습자 중심적인 탐구활동으로 자신들의 사전 개념에 대한 불만족을 갖게 하고 그에 대한 대안을 제시하여 올바른 개념으로 이끌 수 있는 방안이 될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 과학 관련 태도 검사 결과

통제집단과 실험집단의 사전·사후 과학 관련 태도 검사 결과는 <표 4>와 같았다.

사전 검사에서 실험집단의 평균 점수는 84.80점, 통제집단은 83.91점이었고, 사후 검사에서는 실험집단이 100.24점, 통제집단은 88.80점이었다. 사전 검

사에 비해 사후 검사에서 실험집단은 15.44점 향상되었고, 통제집단은 4.89점 향상되었다. 이러한 점수 차이가 유의미한 지 알아보기 위하여 공변량 분석을 한 결과 <표 5>와 같이 두 집단간 유의미한 차이가 나타났다($p < .01$).

범주별 검사결과에서도 과학적 탐구에 대한 태도 ($p < .05$), 과학 태도의 수용 ($p < .01$), 과학수업의 즐거움 ($p < .01$) 등 3개 범주 모두에서 유의미한 차이를 보였다(표 6~7).

이러한 결과는 권성기(1995)의 POE 활동지를 이용한 수업이 학생들의 과학에 대한 지적 흥미를 증진시키는데 효과적이라는 연구 결과와 일치하고, 진재서(2002)의 POE 전략을 적용한 수업을 받은 학생들이 과학 학습 태도에 긍정적인 효과가 나타났다는 연구 결과와도 일치한다.

즉, 학생들의 흥미와 관심을 끌 수 있는 실험 활동과, 실험결과에 대한 사전 예측활동으로 실험에 대한 관심을 유발하게 하고 직접 관찰한 것과 예측한 것 사이의 모순을 해결해 가는 과정을 통해 과학 관련 태도에 긍정적인 효과를 미친 것으로 판단된다. 이러한 결과는 과학학습에 흥미와 호기심을 가지고 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 중요시하는 과학과 교육과정 목표와 관련하여 중요한 의미를 갖는다

표 4 수업처치에 따른 과학 관련 태도 검사의 사전/사후 검사

수업처치	n	사전		사후	
		M	SD	M	SD
실험집단	62	84.80	15.91	100.24	18.67
통제집단	61	83.91	17.10	88.80	19.27
전체	123	84.36	16.50	94.52	18.97

표 5 수업처치에 따른 과학관련 태도 검사의 공변량 분석 결과

변인	SS	df	MS	F	p
공변인 (사전검사)	14742.996	1	14742.996	61.386	.000
주효과 (수업처치)	3613.568	1	3613.568	15.046	.000**
잔여오차	28820.015	120	240.167		
전체	47586.163	122			

** $p < .01$

표 6 범주별 과학 관련 태도 사전/사후 검사

범주	집단 구분	n	사전		사후	
			M	SD	M	SD
과학적 탐구에 대한 태도	실험 집단	62	28.01	7.43	31.74	8.27
	통제 집단	61	27.14	7.60	28.47	7.76
	전체	123	27.57	7.51	30.11	8.02
과학 태도의 수용	실험 집단	62	29.95	6.22	35.64	8.29
	통제 집단	61	30.04	5.91	31.54	8.71
	전체	123	30.00	6.07	33.59	8.50
과학수업의 즐거움	실험 집단	62	26.96	6.76	32.85	7.55
	통제 집단	61	26.72	7.28	28.76	8.41
	전체	123	26.84	7.02	30.81	7.98

표 7 범주별 과학 관련 태도 공변량 분석 결과

범주	변량원	SS	df	MS	F	p
과학적 탐구에 대한 태도	공변인(사전 검사)	2270.443	1	2270.443	49.298	.000
	주효과(집단간)	234.471	1	234.471	5.091	.026*
	오차	5526.641	120	46.055		
	전체	8125.171	122			
과학 태도의 수용	공변인(사전 검사)	421.097	1	421.097	6.066	.015
	주효과(집단간)	525.482	1	525.482	7.570	.007**
	오차	8330.244	120	69.419		
	전체	9269.268	122			
과학수업의 즐거움	공변인(사전 검사)	1468.151	1	1468.151	28.153	.000
	주효과(집단간)	478.579	1	478.579	9.177	.003**
	오차	6257.773	120	52.148		
	전체	8234.748	122			

* $p < .05$ ** $p < .01$

고 하겠다.

탐구학습은 수동적인 학습이 아닌 능동적인 학습방법이다. 능동적 학습은 높은 수준의 내적 동기부여를 가져 온다. 그러나 단순한 강의식 교수방법으로는 학생들이 수업참여 태도나 질문에 대한 정확한 답변에 있어 원하는 결과를 얻기 어렵다(Moore, 2005). 본 연구에서의 POE를 적용한 논술형 탐구학습에서는 그

활동 자체 및 직접적인 참여에 따른 흥미를 통해 동기를 유발할 수 있었고, 이런 활동과 흥미는 과학 관련 태도 향상에 도움이 되었다고 할 수 있다. 따라서 앞으로 과학수업에서 학생들은 이러한 학습과정에 적극적으로 참여하게 되면 더 많은 것을 배우고 더 많은 정보를 기억하며, 과학에 대한 관심과 흥미가 유발될 수 있을 것으로 기대된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 고등학교 생물 수업에서 POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램의 개발 및 수업에의 적용으로 학생들의 학업 성취도 및 과학 관련 태도에 미치는 효과를 알아보려고 하였다.

연구 결과를 종합하여 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램은 이미 알고 있는 지식과 실험을 통해 새롭게 알게 된 지식의 적절한 연결 활동과, 학생들의 고차원적인 사고유발을 위한 다양한 질문을 통해 과학에 대한 문제해결력 향상뿐만 아니라 통합적인 사고능력에 도움을 주어 학업 성취도에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 따라서 POE를 적용한 논술형 탐구학습은 학습자 중심적인 탐구활동으로 자신들의 사전 개념에 대한 불만족을 갖게 하고 그에 대한 대안을 제시하여 과학적인 개념으로 이끌 수 있는 방안이 될 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램은 실험에 대한 사전 예측활동으로 실험에 대한 관심을 유발하게 하고 직접 관찰한 것과 예측한 것 사이의 모순을 해결해 가는 과정을 통해 과학 관련 태도에 긍정적인 효과를 미친 것으로 나타났다. 따라서 POE를 적용한 논술형 탐구학습은 직접적인 실험설계 및 해석 참여에 따른 흥미를 통해 동기를 유발할 수 있었고, 이런 활동과 흥미는 과학 관련 태도 향상에 긍정적인 영향을 주었다고 할 수 있다. 따라서 앞으로의 과학수업에서 학생들은 이러한 학습과정에 적극적으로 참여하게 되면 과학적 탐구능력 배양과 과학에 대한 관심과 흥미가 유발될 수 있을 것으로 기대된다.

이와 같은 결론을 통해 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, POE 전략에 따른 실험수업을 한 후 실험결과와 관련된 과학글쓰기 활동은 비판적 종합사고를 익힐 수 있으며, 실험활동 중 교사의 다양한 질문을 통한 피드백은 과학글쓰기에서 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대되나 본 연구에서는 과학글쓰기에 대한 객관적이고 신뢰할 수 있는 평가 계획을 세우는데 어려움이 있었다. 평가 영역을 너무 적게 설정하면 변별력이 낮아질 수 있고, 너무 세분화하면 변별력은 높아 지나 채점 기준을 마련하기에 많은 어려움이 있으며, 평가 교사들간의 채점 결과에 큰 차이가 생길 수 있어

실용적으로 활용하기에 어려운 점이 있다(Shavelson, 1993). 따라서 간접 현상의 가능성을 줄이고 변별력과 실용성을 모두 확보하기 적당한 척도 설정을 통해 후속 연구에서는 과학글쓰기에 어떠한 영향을 주었는지를 구체적으로 분석해 볼 필요가 있다.

둘째, 현재 교과서에 제시된 탐구활동은 학생들이 직접 예측하고 관찰하기 위한 여건이 마련되어 있지 않다. 특히 요리책 형식의 실험과정은 실제 그대로 진행하기가 매우 어려울 뿐 아니라, 학생들의 비판적 사고력을 높일 수 있는 과학글쓰기 수업을 적용하기에 많은 어려움이 있다. 따라서 과학교과에서는 탐구학습이 중요한 만큼 새 교육과정에서는 학생들이 직접 실험과정을 설계하여 이를 확인해 보고, 쉽게 원하는 결론을 이끌어낼 수 있는 POE를 적용한 탐구학습 프로그램을 개발 보급하여 과학 문제해결력 배양과 과학 학습동기를 유발할 필요가 있다.

참고 문헌

- 교육과학기술부 (2008). 중학교 교육과정 해설. 교육과학기술부.
- 권성기 (1995). 중학생의 에너지 개념 변화에서 지적 흥미의 역할. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 김동렬 (2007). 선행 학습으로서 만화를 활용한 수업이 생물 교과 및 생물 수업 선호도에 미치는 효과-생물 I '순환' 단원을 중심으로-. 한국생물교육학회지, 35(4), 622-634.
- 김미영, 김희백 (2007). 모형 기반 수업을 통한 혈액순환 개념 변화의 다차원적 분석. 한국생물교육학회지, 35 (3), 407-424.
- 김인에 (2007). 목탄 연소시 부피변화와 질량변화에 대한 고등학생들의 개념조사. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김현경 (2008). 과학고 화학 토론수업에서 모듈별 언어적 상호작용에 영향을 미치는 학습자 특성. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 김희경, 송진웅 (2004). 학생의 논변활동을 강조한 개방적 과학탐구활동 모형의 탐색. 한국과학교육학회지, 24(6), 1216-1234.
- 남정희, 광경화, 장경화, Brian Hand (2008). 논의를 강조한 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic)의 중학교 과학 수업에의 적용. 한국과

- 학교교육학회지, 28(8), 922-936.
- 손정우 (2006). 과학 논술 능력 향상을 위한 과학적 사고력에 근거한 과학 글쓰기 교수법. *교육과정평가연구*, 9(2), 333-355.
- 유민희, 김영수 (2008). 과학 수업과 과학 논술 지도에서 개념 체계도 활동이 중학생의 과학 논술 작성에 미치는 효과. *한국생물교육학회지*, 36(3), 386-396.
- 이승미 (2006). POE 전략을 활용한 과학실험이 초등학교 6학년 학생들의 관찰능력 신장에 미치는 영향. *한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 전화영, 한효순 (2000). POE 수업모형을 적용한 '반응속도' 수업지도. *화학교육*, 27(1), 41-49.
- 정혁 (2003). 물리 개념을 주제로 한 11학년 학생의 과학 글쓰기 분석-쓰기 과제의 유형에 따른 차이를 중심으로. *서울대학교 대학원 석사학위논문*.
- 조희형, 박승재 (1995). 과학 교수-학습. 서울: 교육과학사.
- 진재서 (2002). POE 수업모형이 중학생들의 물질의 반응에 대한 개념 학습에 미치는 효과. *안동대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 최병순, 강석진, 강순민, 강순희, 공영태, 권혁순, 김재현, 남정희, 노석구, 박종석, 박현주, 백성혜, 이범홍, 이상권, 최미화 (2004). 화학 교재 연구 및 지도. 자유아카데미.
- 탁경오 (2003). POE 학습에서 내·외향성에 따른 소집단 구성의 효과. *전주교육대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 한안진 (1997). 새 초등과학 교수법. 서울: 교육과학사.
- 황혜린, 소금현, 여성희 (2007). 소 눈을 이용한 해부 실험이 중학생의 학업 성취도와 해부 실험에 대한 태도에 미치는 영향. *한국생물교육학회지*, 34(5), 538-550.
- Charlesworth, R., & Lind, K. K. (1995). *Math and Science for young children* (2nd ed.). Albany, NY: Delmar.
- Driver, R., Newton, P., & Osborn, J. (2000). *Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms*. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Fraser, B. J. (1981). *Test of Science-Related Attitudes handbook(TOSRA)*. Melbourne, Australia: Australian Council for Educational Research.
- Kelly, G. J., Bazerman, C., Skukauskaite, A., & Prothero, W. (2002). Rhetorical features of student science writing in introductory university oceanography. *Proceedings of the Ontological, Epistemological, Linguistic and Pedagogical Considerations of Language and Science Literacy: Empowering Research and Informing Instruction conference*, Dunsmuir Lodge, University of Victoria.
- Moore, K. D. (2005). *Effective instructional strategies: from theory to practice*. Publisher: SAGE Publications.
- Shavelson, R. (1993). On concept maps as potential "Authentic" assessments in science. *Indirect approaches to knowledge representation in high school science*. National Centre for Research on Evaluation, Standards and Testing, Los Angeles, C.A. Washington, DC: Office of Educational Research and Improvement. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 367 691 TM 021 14).
- Sutman, F. X., Schmuckler, J. S., & Woodfield, J. D. (2008). *The science quest: using inquiry/discovery to enhance student learning, Grades 7-12*. San Francisco, CA, Jossey-Bass.
- Svinicki, M. D. (1998). A theoretical foundation for discovery learning. *The American Physiological Society*. 20(1). 4-7.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*, London: The Falmer Press.

국문 요약

본 연구는 고등학교 생물 수업에서 POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램의 개발 및 수업에의 적용으로 학생들의 학업 성취도와 과학 관련 태도에 미치는 효과를 알아보려고 하였다. 연구 대상으로 부산시

소재의 남자 인문계고등학교 2학년 4개 반을 선정하였다. 수업은 생물 I '순환' 단원으로 4주에 걸쳐 6차시로 이루어졌으며, 실험집단은 POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램에 의거한 수업을 진행 하였으며, 통제집단은 실험집단과 동일한 학습 목표와 주요 학습 내용을 기준으로 생물 I 교과서에 제시되어 있는 학습내용과 탐구활동을 토대로 실시하였다. 현장 적용결과, 첫째, POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램은 이미 알고 있는 지식과 실험을 통해 새롭게 알게 된 지식을 적절하게 연결하는 활동과 학생들의 고차원적인 사고유발을 위한 교사의 다양한 질문을 통해 문제해결력 향상뿐만 아니라 논리적인 사고능력에

도움을 주어 학업 성취도에 긍정적인 효과를 미친 것으로 나타났다. 둘째, POE를 적용한 논술형 탐구학습 프로그램은 실험에 대한 사전 예측활동으로 실험에 대한 관심을 유발하게 하고 직접 관찰한 것과 예측한 것 사이의 모순을 해결해 가는 과정을 통해 학습과정에 적극적인 참여의 유도으로 과학 관련 태도에 긍정적인 효과가 나타난 것으로 판단된다.

주요어: POE, 논술형 탐구학습 프로그램, 생물 I, 학업 성취도, 과학 관련 태도