

탐구적 과학 글쓰기 활동에서 학생들의 반성적 사고와 읽기틀의 관계에 대한 고찰

성화목 · 황소영 · 남정희*

부산대학교

Examining the Relation Between Students' Reflective Thinking and the Reading Framework in the Science Writing Heuristic (SWH) Approach

Sung, Hwamok · Hwang, Soyoung · Nam, Jeonghee*

Pusan National University

Abstract: The purpose of this study was to examine the relation between students' reflective thinking and providing the reading framework in implementation of argument-based inquiry using the Science Writing Heuristic (SWH) approach. Participants of this study were 60 8th grade students (two classes). One class (31 students) was assigned to an experimental group and the other class (29 students) was assigned to a comparative group. For the experimental group, five activities using the reading framework with SWH writing template were implemented, while three activities using the reading framework with the SWH writing template and two SWH activities without the reading framework were implemented for the comparative group. The result of this study showed that there was no significant difference in students' reflective thinking between both groups. However, results indicated that providing the reading framework with SWH approach facilitated students' reflective thinking. Therefore, the findings show that providing the reading framework consistently in the SWH approach was effective when it came to facilitating students' reflective thinking.

Key words: reading, reading framework, writing, reflective thinking, Science Writing Heuristic (SWH)

I. 서론

과학 지식의 양이 방대해짐에 따라 과학 수업을 통해 학생들이 습득하는 지식만으로는 책임감 있는 시민의 자질을 위해 요구되는 지식을 충족시키기는 어렵다(Kuhn, 1993). 과학 수업에서 학습한 지식을 단순히 회상하는 것보다는 적절한 과정 기술과 사고 능력을 발전시키는 것이 필요하며, 이는 통합적인 학습을 요구한다(Edmondson & Novak, 1993; Rutherford & Ahlgren, 1990). 이러한 통합적인 학습을 위해서는 학습자가 자신의 사고과정을 이해하는 반성적 사고가 요구된다.

반성적 사고는 능동적인 학습 태도와 객관적인 추론을 통해 학습자에게 자신의 사고를 점검하게 함으로써 과학 학습에서 개념을 학습하고 이해하기 위한 필

수 요건이다. 그러나 반성적 사고는 이것을 능동적으로 향상시키고자 하는 교사의 중재 없이 자연적으로 발달되지 않는다(Richardson, 2009).

과학 교수에서 교사가 학생들의 반성적 사고를 발달시키기 위해 사용할 수 있는 전략으로 읽기와 쓰기가 있다. 읽기는 단순히 인쇄된 기호를 그대로 해석하는 것이 아니라, 학습자가 사회 문화적 상황 속에서 그들의 사전 지식, 신념, 경험을 기반으로 텍스트와의 상호 작용을 거쳐 일어나는 의미 구성 과정으로 인식된다(Spence & Yore, 1995; Wittrock, 1989). 선행 연구에서도 읽기 활동 후에 일어나는 반성이 문자 수준을 넘어선 확장된 이해를 가져오는 데 중요한 역할을 한다고 제언한다(Massey & Heafner, 2004). 그러나 학습자의 사전 지식이나 경험, 태도에 따라 읽기 능력의 차이가 나타나므로 학습에 대한 반성이 효과

*교신저자: 남정희(jhnam@pusan.ac.kr)

**2011.10.17(접수) 2012.01.05(1심통과) 2012.02.16(최종통과)

***이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2011-0001291).

적으로 일어나기 위해서는 특정한 읽기 전략을 사용하여 읽기 능력을 향상시킬 필요가 있다.

과학 읽기 전략에 대한 명확한 교수는 메타인지, 독해력, 과학 성취를 향상시킨다(Holden & Yore, 1996). 선행 연구들에서 텍스트에 기초한 정보와 사전 지식의 중요성을 평가하기, 요약하기, 의미 추론하기, 이해 점검하기, 기억력 향상시키기 등의 의미를 구성하면서 글을 읽는 전략을 제안하고 있다(Dole, Duffy, Roehler & Pearson, 1991; Pressley, Johnson, Symons, McGoldrick & Kurita, 1989).

쓰기는 학습자의 능동적인 학습 태도를 요구하고 어려운 과학개념에 친숙하게 접근하도록 도와주어 학습을 촉진시키고 정교화하는데 도움을 주며, 의사소통과 사고력을 개발하기 위한 주된 수단으로 사용되어 왔다(Keys *et al.*, 1999; 이강남, 2007). 또한 쓰기를 통해 지식이 구성되거나 변형되는 학습의 과정이 구체화되어 반성적 사고가 촉진된다(Alvermann, 1991; Emig, 1977; 허은아, 2011).

과학에서의 글쓰기는 특히 일관성 있는 주장과 주장을 뒷받침 하는 증거(실험결과, 문헌조사), 그리고 내용을 효과적으로 해석하고 제시할 수 있는 표상들을 포함한다. 그러나 실제 학교 과학 수업에서 이루어지고 있는 글쓰기는 학습지의 정리와 평가를 위한 글쓰기에 제한되고 있다. 학생들은 무엇을 써야 할지 모르고, 교사 또한 학생들에게 특별한 글쓰기의 형태를 제시하지 않으며, 글쓰기를 학습에 활용하는데 소극적이다(Wellington & Osborne, 2001; Newton *et al.*, 1999; 길현정, 2010).

과학 교육에서 읽기와 쓰기를 학습의 도구로써 활용하고자 읽기, 쓰기 전략과 글쓰기 교수 학습 모형의 필요성이 제기되어 과학 수업에서 글쓰기에 대한 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구의 일환으로 논의와 글쓰기를 강조한 탐구적 과학 글쓰기 활동(남정희 등, 2008)이 개발되었고, 연구 결과 학습 목표와 과학 개념의 이해, 논의 및 글쓰기 능력 등에서 효과가 있음이 나타났다. 또한 탐구적 과학 글쓰기 활동에서 읽기 단계를 강조하기 위해 읽기틀(reading framework)을 도입한 결과 학생들의 반성적 사고가 향상되었다고 보고하고 있다(김미정, 2011). 이러한 연구 결과는 읽기틀을 사용한 집단이 읽기틀을 사용하지 않은 집단에 비해 높은 수준의 반성을 보여주었고, 읽기틀이 반성을 촉진시키는 도구로 사용될 수 있음을 나타

낸다.

이러한 일련의 연구 결과들은 과학 수업에서 읽기틀을 어느 정도 제공해야 읽기 전략이 학생들에게 학습 방법으로 내면화되어 반성적 사고가 촉진 되는지를 살펴볼 필요가 있음을 제기한다. 이 연구에서는 모든 활동에서 읽기틀을 지속적으로 사용한 집단과 활동의 초반부에 읽기틀을 사용하고 후반부에서 읽기틀을 사용하지 않은 집단 사이의 반성적 사고를 비교함으로써 과학 글쓰기 활동에서 사용된 읽기틀과 반성적 사고의 관계를 알아보고자 하였다. 또한 두 집단의 반성적 사고의 변화 경향을 분석함으로써 읽기틀의 지속적인 사용 여부와 반성적 사고의 관계를 알아보았다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

이 연구는 광역시에 위치한 중학교 2학년 2개 학급을 대상으로 하였으며, 1개 학급 31명을 5R-SWH(5-Reading framework-Science Writing Heuristic) 집단으로, 나머지 1개 학급 29명을 3R-SWH(3-Reading framework-Science Writing Heuristic) 집단으로 선정하였다. 5R-SWH 집단에는 읽기틀이 포함된 5개의 탐구적 과학 글쓰기 활동을 처치하였으며, 3R-SWH 집단에는 동일한 주제에 대해 읽기틀이 포함된 3개의 탐구적 과학 글쓰기 활동과 읽기틀이 포함되지 않은 2개의 탐구적 과학 글쓰기 활동을 실시하였다.

2. 읽기가 강조된 탐구적 과학 글쓰기 활동

탐구적 과학 글쓰기 활동은 학습에서 논의와 글쓰기를 통해 학생들의 개념 이해와 과학적 탐구를 돕고 메타인지를 촉진하는 학습 전략으로(Keys *et al.*, 1999), Keys 등(1999)이 개발한 SWH(Science Writing Heuristic) 전략을 바탕으로 우리나라의 학교 현장에 맞게 수정하여 개발되었다(남정희 등, 2008). 탐구적 과학 글쓰기 활동은 의문 만들기, 실험 설계 및 수행, 관찰, 주장과 증거, 읽기, 반성의 6단계로 구성되어 있고 각 단계의 구체적인 전략은 표 1에 제시되어 있다. 이러한 6단계의 전략에 따라 탐구적

과학 글쓰기 활동이 개발되었고, 과학교육 전문가 1명, 과학교육 박사과정 4명, 중학교 교사 3명으로부터 타당도를 검증 받았다.

읽기가 강조된 탐구적 과학 글쓰기 활동은 탐구적 과학 글쓰기 활동의 읽기 단계를 강화하기 위하여 읽기틀(reading framework)을 제공한 것이다(Hand et al., 2006). 읽기틀은 활동을 통해 이끌어낸 주장에 대한 증거를 교과서, 잡지, 신문, 참고서, 인터넷 등의 객관적인 자료로부터 찾아 자료의 출처와 함께 정리하도록 구성되어 있다. 학습자들은 이것을 통해 자료들의 관계와 유형을 발견하게 되므로 서로 다른 출처의 자료들로부터 조사한 결과들을 비교하는 방법을 제공받는다(Hand et al., 2009). 그러므로 읽기틀을 사용하는 경우, 학습자는 읽은 자료를 효과적으로 인지하게 되고 자신의 생각과 전문가의 의견을 비교하여 학습 내용을 정교화시킬 수 있다. 이와 같이 읽기틀은 효과적인 읽기를 위한 전략으로 사용될 수 있으며, 이를 바탕으로 학생들은 학습내용의 의미를 계속적으로 재구성하여 이해하는 비판적 사고를 하게 되므로 반성적 사고를 촉진시킬 수 있다.

3. 읽기가 강조된 탐구적 과학 글쓰기 활동의 주제 선정 및 적용

읽기가 강조된 탐구적 과학 글쓰기 활동을 적용하기 위하여 중학교 2학년 단원에서 ‘밀도’, ‘기체의 용해도’, ‘별의 밝기’, ‘조류운동’, ‘저항과 전류의 관계’ 등의 5개 주제를 선정하였다. 이에 따라 각 주제에 대한 활동을 개발하였고, 과학교육 전문가 1명, 과학교육 박사과정 4명, 중학교 교사 3명으로부터 타당도를 검증 받았다.

총 5개의 활동을 두 집단에 적용하였고, 한 개 활동은 평균 2차시로 구성되었다. 5R-SWH 집단에는 읽기를 강조하기 위해 모든 활동에서 읽기틀을 제공하였다. 3R-SWH 집단에는 읽기틀이 포함된 3개의 활동을 적용하였고, 마지막 두 개의 활동인 ‘조류운동’과 ‘저항과 전류의 관계’에서 읽기틀을 제공하지 않았다.

4. 검사도구

이 연구에서 사용한 검사도구는 요약 글쓰기 검사

표 1
탐구적 과학 글쓰기 활동의 단계와 전략

단계	전략
1. 의문 만들기	<ul style="list-style-type: none"> • 나의 의문은 무엇인가? • 합의된 우리조의 의문은 무엇인가? • 합의된 학급의 의문은 무엇인가?
2. 실험의 계획과 수행	<ul style="list-style-type: none"> • 어떻게 실험을 수행할 것인가?
3. 관찰	<ul style="list-style-type: none"> • 나는 무엇을 보았는가? • 실험 데이터로부터 얻은 결과는 무엇인가? • 내가 사용한 공식은 무엇인가? • 나는 적절하게 분류하였는가?
4. 주장과 증거	<ul style="list-style-type: none"> • 나 또는 학급의 의문에 대한 나의 주장은 무엇인가? • 나는 어떻게 알았는가? 주장에 대한 증거는 무엇인가? • 나의 주장을 지지하기 위한 데이터의 해석은 무엇인가? • 주장과 증거를 적절하게 연결하였는가?
5. 읽기	<ul style="list-style-type: none"> • 참고자료를 통해 무엇을 알게 되었는가? • 참고자료는 나의 의문에 대한 답을 제공했는가? • 참고자료는 나의 주장을 어떻게 지지하는가?
6. 반성	<ul style="list-style-type: none"> • 실험으로부터 나온 오차를 어떻게 설명할 수 있는가? • 내 생각이 어떻게 변했는가? • 내 생각은 왜 변하지 않았는가? • 내가 가진 새로운 의문은 무엇인가? • 이 활동은 이전에 학습한 내용과 어떻게 연결되는가? • 실험과 연관된 실생활의 예는 무엇인가?

(summary writing test)와 반성 글쓰기(writing for reflection)이다.

1) 요약 글쓰기 검사(summary writing test)

요약 글쓰기 검사(summary writing test)는 Prain과 Hand(1996)가 제안한 모델을 바탕으로 남정희(2008) 등이 개발한 것이다. 요약 글쓰기의 목적은 학생들이 특정 주제에서 학습한 개념들을 연결하여 개념적 도식(conceptual framework)을 만들고 나아가 심층적인 이해를 확립하는 것이다(Hand et al., 2006). 그러므로 요약 글쓰기 검사를 통해 학생들의 학습목표와 주요 과학 개념의 이해를 평가할 수 있고, 개념을 전개하는 방법을 분석하여 논 의 및 글의 수사적 구조 또한 평가할 수 있다. 이 연구에서는 대상 학생들의 동질성을 검사하기 위해 '물질의 상태 및 상태변화' 단원에 대한 사전 요약 글쓰기 검사(pre-summary writing test)를 실시하였다.

2) 반성 글쓰기(writing for reflection)

반성 글쓰기(writing for reflection)는 탐구적 과학 글쓰기 활동 중 반성 단계에서 작성한 글쓰기로 학습을 점검하고 되돌아보는 학습자의 반성적 사고를 평가할 수 있는 것이다. 학생들은 반성 단계에서 자신의 생각이 어떻게 변화했는지, 이 활동이 이미 배운 내용과 어떻게 연결되는지, 발생한 새로운 의문은 무엇인지 등에 대해 기술한다. 그러므로 반성 단계의 글쓰기를 분석하여 학습에 대한 학생들의 반성 수준과 반성적 사고의 변화 정도를 판단하고자 하였다.

5. 자료 분석

이 연구에서 실시한 요약 글쓰기 검사(summary writing test)와 반성 글쓰기(writing for reflection)를 분석하기 위해 요약 글쓰기 평가틀과 반성적 사고 평가틀을 개발하였다.

1) 요약 글쓰기 평가틀

요약 글쓰기를 분석하기 위해 이전 연구에서 개발한 요약 글쓰기 평가틀(남정희 등, 2008)을 수정하여 사용하였다. 이 평가틀은 네 가지 항목인 'Big idea', '과학개념', '논의', '글쓰기'로 구성되어 있다. 이 중 '논의' 항목은 하위 항목으로 '논의 요소'를 포함하고

있다. 이 연구에서는 개별적인 논의 요소의 사용보다 글쓰기에서 나타난 전체적인 '논의 구조'를 평가하기 위해 평가틀의 '논의 요소' 항목을 '논의 구조' 항목으로 수정하였다. '논의 구조' 항목에서 주장만 제시된 경우 1점, 주장을 뒷받침하는 근거가 제시된 경우 3점, 주장과 근거 그리고 보강 또는 보강이 제시된 경우 5점을 빈도에 비례하여 부여하였다. '글쓰기'의 하위 항목은 '글의 형식', '문장의 흐름', '대상의 적절성'으로 구성되어 있다. 이러한 요소들은 글의 주제와 글 속에 제시된 여러 정보와의 관계를 효과적으로 독자에게 전달하기 위하여 필자가 글을 전개시켜 나가는 방식과 관계가 있다(김성은, 2005). 이것은 글의 논리적, 수사적 차원의 구조를 분석하기 위한 것이므로 '글쓰기' 항목을 '수사적 구조' 항목으로 수정하였다. 수정된 평가틀은 과학교육 전문가 1명, 과학교육 박사과정 2명 그리고 중학교 과학교사 3명의 도움을 받아 타당도를 검증 받았다.

2) 반성적 사고 평가틀

학생들의 반성적 사고를 분석하기 위한 평가틀은 글의 내용에 대한 분석을 실시하여 반성적 사고를 수준별 유형으로 분류한 Hatton과 Smith(1995)의 틀을 기초로 하여 개발하였다. 반성적 사고는 학습자 자신의 지식 구조를 바탕으로 끊임없이 학습과정을 재조명하여 기존의 지식구조를 수정하고 변형하여 새로운 지식구조를 형성하도록 해주는 인지적 과정이다(이영미, 2006). 이러한 과정의 핵심적 요소는 학습자가 자신의 사고를 점검하는 과정이다. 따라서 반성적 사고를 평가하기 위한 틀은 '생각의 변화', '오류 인식', '학습의 점검', '의문 제기' 항목을 포함하였다.

'생각의 변화' 항목은 처음에 자신이 가졌던 생각은 무엇이고, 자신의 생각이 변화하거나 변화하지 않았는지를 점검하여 그 이유를 제시하면서 정교화된 생각을 기술한 경우 15점, 처음의 생각을 기술하고 자신의 생각 변화 정도를 점검하고 이유를 제시한 경우 10점, 처음 생각을 기술하고 자신의 생각의 변화 정도를 점검하는 경우 5점, 인식하지 않는 경우 0점을 부여하였다. '오류 인식' 항목은 오류를 인식하고 원인을 설명하며 해결방안까지 제시한 경우 15점, 오류를 인식하고 그 원인을 설명한 경우 10점, 오류를 인식하는 경우 5점, 인식하지 않는 경우 0점을 부여하였다. '학습의 점검' 항목은 학습 내용을 근거와 과학적 원리를

들어 설명한 경우 15점, 학습 내용을 근거만 들어 설명한 경우 10점, 학습 내용을 단순히 요약하여 설명한 경우 5점, 인식하지 않는 경우 0점을 부여하였다. ‘의문 제기’ 항목은 과학적 관점에서 실험 가능한 새로운 의문을 제기한 경우 15점, 상상 수준의 새로운 의문을 제기한 경우 10점, 학습 내용과 유사한 의문을 제기한 경우 5점, 인식하지 않는 경우 0점을 부여하였다.

개발된 반성 평가들은 과학교육 전문가 1명, 박사과정 2명, 중학교 과학 교사 1명의 도움을 받아 타당도를 검증받았다. 반성 평가들에 준거하여 학생들이 작성한 5개의 반성 글쓰기 중 SWH1, SWH3, SWH5 활동에서 나타난 반성적 사고를 분석하였다.

3) 분석신뢰도

요약 글쓰기 검사와 반성 글쓰기는 박사과정 2명, 중학교 과학 교사 3명에 의해 분석되었다. 1차 분석에서 30개의 표본을 선택하여 분석한 결과 채점자 간 총점의 점수 차이는 10점 내외였다. 2차 분석에서 30개의 표본을 선택하여 분석한 결과, 채점자 간 총점의 점수 차이는 3점 미만이었다. 2차 분석이 끝난 후 확립된 평가 기준에 따라 5명의 분석자가 나누어 요약 글쓰기 검사와 반성 글쓰기를 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 집단의 동질성 검증

읽기틀이 포함된 3개의 탐구적 과학 글쓰기 활동과 읽기틀이 포함되지 않은 2개의 탐구적 과학 글쓰기 활동을 한 집단(3R-SWH)과 읽기틀이 포함된 5개의 탐구적 과학 글쓰기 활동을 한 집단(5R-SWH) 사이

의 동질성을 비교하기 위해 사전 요약 글쓰기 검사를 실시하고, 그 결과를 독립 표본 t-test를 통해 검증하였다.

사전 요약 글쓰기의 결과 총점($t(58) = .237, p = .814$), Big idea($t(58) = 1.881, p = .065$), 과학 개념($t(58) = .880, p = .383$), 논의 구조($t(58) = -1.159, p = .251$) 및 수사적 구조($t(58) = .250, p = .803$)의 모든 항목에서 3R-SWH 집단과 5R-SWH 집단 사이에 유의미한 차이가 나타나지 않았다(표 2). 따라서 두 집단은 동질 집단으로 간주할 수 있다.

2. 반성적 사고 비교 분석 결과

두 집단 간의 반성적 사고를 비교하기 위하여 SWH1, SWH3, SWH5 활동의 반성 글쓰기를 분석하였다. SWH1의 반성 글쓰기는 독립 표본 t-test를 통해 검증하였고, SWH3, SWH5의 반성 글쓰기는 SWH1의 반성 점수를 공변량(covariate)으로 하는 일원공변량분석(ANCOVA)을 실시하였다.

1) SWH1의 반성적 사고 비교 분석 결과

표 3은 첫 번째 탐구적 과학 글쓰기 활동(SWH1)에서 나타난 반성적 사고의 분석결과이다. SWH1에서 나타난 반성적 사고의 총점은 5R-SWH 집단이 평균 14.68점, 3R-SWH 집단이 평균 14.66점으로 점수 차이가 거의 나타나지 않았다($p > .05$). 반성적 사고의 세부 항목에서 ‘생각의 변화’와 ‘학습의 점검’ 항목은 3R-SWH 집단이 5R-SWH 집단에 비해 높았으나 통계적으로 유의미하지는 않았다($p > .05$). 반면, ‘오류 인식’과 ‘의문의 제기’ 항목은 5R-SWH 집단이 3R-SWH 집단에 비해 높았으나 역시 유의미한 결과는 아

표 2
사전 요약 글쓰기 분석 결과

	3R-SWH(N=29)		5R-SWH(N=31)		t
	M	SD	M	SD	
Big idea	7.93	4.123	5.97	3.962	1.881
과학개념	8.79	4.850	7.77	4.113	.880
논의 구조	10.00	6.018	11.90	6.660	-1.159
수사적 구조	8.69	2.347	8.52	2.965	.250
총점	35.07	14.365	34.13	16.252	.237

* $p < .05$

니었다($p > .05$). 특히, 3R-SWH 집단에서는 학생들이 ‘오류 인식’에 대해서 전혀 기술하지 않고 있으며 5R-SWH 집단에서도 그 정도는 빈약한 것을 볼 수 있다(그림 1).

두 집단의 ‘생각의 변화’ 점수는 3R-SWH 집단 7.41점, 5R-SWH 집단 6.45점으로 나타났다. 이것은 반성적 사고의 수준이 자신의 처음 생각을 인식하고, 탐구 활동 후 변화된 생각을 점검하는 수준에 머물고 있음을 의미한다. 그러나 3R-SWH 집단의 경우 5R-SWH 집단에 비해 생각의 변화에 대한 이유를 실험결과를 근거로 하여 구체적으로 제시한 사례가 많았다. 두 집단의 ‘오류 인식’ 점수는 3R-SWH 집단의 경우 0.00점, 5R-SWH 집단은 0.32점으로 나타났다. 이 결과는 학생들이 탐구 활동 과정에서 오류를 거의 인식하지 못하고 있음을 의미한다.

‘학습의 점검’ 항목에서 3R-SWH 집단은 4.14점, 5R-SWH 집단은 3.87점을 나타내었다. 학습의 이해에서 나타난 학생들의 반성 수준은 두 집단 모두 학습

내용을 단순히 설명하는 정도에 그치고 있으며, 읽기를 통해 학습한 과학적 원리를 학습 내용과 명확하게 연관 짓지 못하고 있었다. 또한, 5R-SWH 집단에서는 읽은 자료에 대한 명확한 이해가 부족해 밀도를 뜨고 가라앉는 것과 동일한 개념으로 생각하여 오개념을 유발하는 경우도 있었다.

‘의문 제기’ 항목에서 5R-SWH 집단의 점수는 4.03점으로 3R-SWH 집단의 점수 3.10점에 비해 높게 나타났다. 두 집단의 학생들이 제기한 의문은 대부분 학습 내용과 유사한 수준의 의문이었다. 읽기 자료를 통해 학습한 밀도 개념에 대한 의문도 빈번히 나타났다.

2) SWH3의 반성적 사고 비교 분석 결과

세 번째 탐구적 과학 글쓰기 활동(SWH3)에서 나타난 두 집단의 반성적 사고 분석 결과를 표 4에 제시하였다. 반성적 사고의 총점 평균은 3R-SWH 집단이 16.73점으로 5R-SWH 집단의 13.87점에 비해 높았

표 3 SWH1의 반성적 사고 분석 결과

	3R-SWH(N=29)		5R-SWH(N=31)		t
	M	SD	M	SD	
생각의 변화	7.41	3.689	6.45	5.195	.822
오류 인식	.00	.000	.32	1.249	-1.390
학습의 점검	4.14	2.696	3.87	5.584	.233
의문 제기	3.10	2.807	4.03	5.069	-.869
총점	14.66	5.659	14.68	11.101	-.010

* $p < .05$

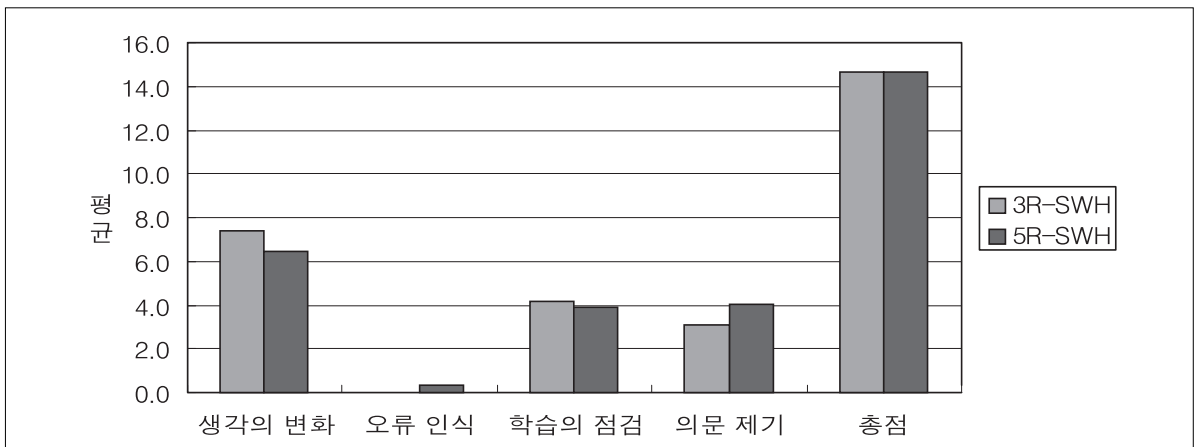


그림 1 SWH1의 반성적 사고 평균 비교

으나 통계적으로 유의미하지는 않았다($p > .05$). 세부 항목 중 ‘생각의 변화’는 3R-SWH 집단이 5R-SWH 집단에 비해 유의미하게 높은 점수를 나타내었다($p < .05$). ‘학습의 점검’에서는 5R-SWH 집단의 점수가 3R-SWH 집단에 비해 높게 나타났고, ‘의문 제기’에서는 3R-SWH 집단이 5R-SWH 집단에 비해 높은 점수를 보여주었으나(그림2) 통계적으로 유의미한 결과는 아니었다($p > .05$). ‘오류 인식’ 항목의 점수는 두 집단 모두 동일하였다($p > .05$).

‘생각의 변화’ 항목에서 3R-SWH 집단은 7.46점, 5R-SWH 집단은 4.80점으로 두 집단의 점수가 통계적으로 유의미한 차이를 나타내었다($p < .05$). 두 집단의 학생들은 모두 별의 밝기에 대한 사전 지식을 거의 가지고 있지 않았기 때문에 탐구내용에 대한 처음 생각이 분명하게 드러나지 않는 경우가 많았다. 그러나 3R-SWH 집단은 5R-SWH 집단에 비해 탐구 결과와 읽기 자료를 근거로 하여 활동 후의 생각 변화를 더 잘 기술하였다.

‘오류 인식’ 항목의 점수는 두 집단 모두 0.17점으로 학생들이 오류를 거의 인식 하지 않았다는 것을 나타냈다. 이것은 SWH3 활동의 주제와 탐구 방법과도 관련이 있는 것으로 생각된다. SWH3은 ‘별의 밝기’에 대한 것으로, 사고 실험을 통해 탐구 자료를 해석하는 활동이므로 활동 과정 중 오류가 발생할 여지가 거의 없었기 때문으로 생각된다.

5R-SWH 집단은 3R-SWH 집단에 비해 ‘학습의 점검’ 항목에서 더 높은 점수를 얻었지만 통계적으로 유의미한 차이는 아니었다($p > .05$). 대부분의 학생들은 SWH1에서와 마찬가지로 학습 내용을 단순히 요약하여 설명하고 있었다. 일부 학생들의 경우 읽기 자료를 통해 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례 한다는 사실과 별의 등급에 대해 기술하고 있었으나 등급에 대한 설명 역시 단어를 제시하는 수준이었다.

‘의문 제기’ 항목에서 두 집단의 점수는 5R-SWH 집단이 3.73점, 3R-SWH 집단이 4.12점으로 나타났다. 5R-SWH 집단의 학생들이 학습 과정에서 발생한

표 4 SWH3의 반성적 사고 분석 결과

	3R-SWH(N=29)		5R-SWH(N=31)		F
	adj.M	SE	adj.M	SE	
생각의 변화	7.46	.628	4.80	.607	9.216*
오류 인식	.17	.172	.17	.167	.000
학습의 점검	4.98	.555	5.18	.537	.062
의문 제기	4.12	.784	3.73	.758	.123
총점	16.73	1.035	13.87	1.001	3.939

* $p < .05$

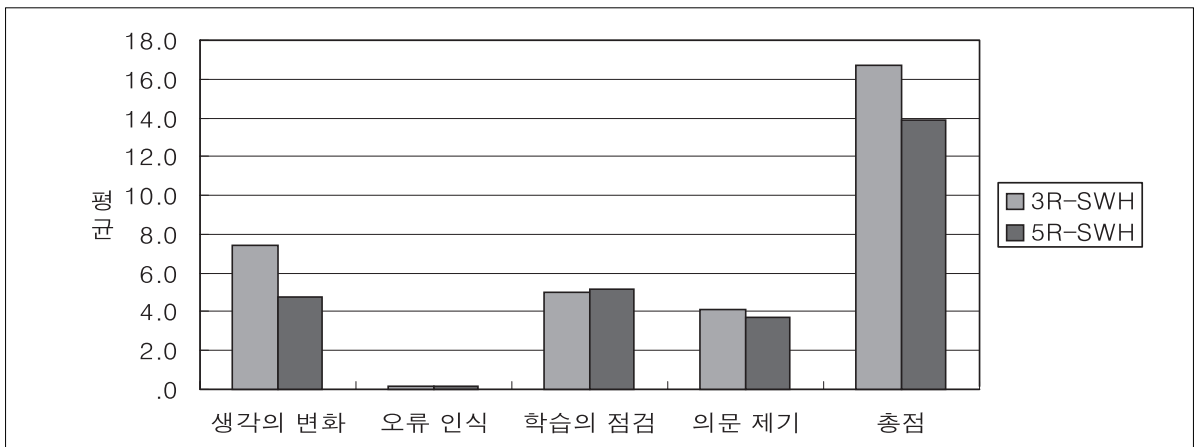


그림 2 SWH3의 반성적 사고 평균 비교

의문을 제기하는 빈도가 3R-SWH 집단에 비해 높았으나, 여전히 학습 내용과 유사한 수준의 의문을 제기하고 있었다.

3) SWH5의 반성적 사고 비교 분석 결과

3R-SWH 집단에게는 읽기들을 제공하지 않고, 5R-SWH 집단에게는 읽기들을 제공한 다섯 번째 탐구적 과학 글쓰기 활동(SWH5)에서 나타난 학생들의 반성적 사고를 분석하였다(표 5). 총점은 5R-SWH 집단이 평균 15.97점으로 3R-SWH 집단의 평균 14.31점에 비해 높았으나 통계적으로 유의미하지는 않았다($p > .05$). ‘생각의 변화’, ‘학습의 점검’, ‘의문 제기’의 항목에서도 유의미하지는 않았으나 5R-SWH 집단의 점수가 3R-SWH 집단의 점수에 비해 모두 높게 나타났다($p > .05$). 읽기들을 지속적으로 사용한 5R-SWH 집단의 경우 3R-SWH 집단에 비해 반성적 사고의 점수가 전반적으로 높다는 것을 볼 수 있다(그림 3). 그러나 ‘오류 인식’ 항목에서는 두 집단

모두 어떤 사례도 발견되지 않았다.

‘생각의 변화’ 항목에서 5R-SWH 집단의 평균은 6.43점으로 3R-SWH 집단의 평균 5.37점에 비해 높게 나타났다. 5R-SWH 집단은 3R-SWH 집단에 비해 구체적인 실험 데이터를 사용하여 자신의 생각 변화를 설명하고 있는 경우가 많았다.

그러나 두 집단 모두 ‘오류 인식’을 하지 못하였다. ‘학습의 점검’ 항목에서는 집단간의 점수 차이가 거의 나타나지 않았고, 대부분의 학생들이 전압이 일정할 때 전류와 저항의 관계에 대해 명확하게 인지하고 있었다. 그리고 읽기 자료를 통해 조사한 옴의 법칙을 이용하여 전류와 저항의 관계를 설명하기도 하였다.

‘의문 제기’ 항목에서 5R-SWH 집단의 평균이 3.41점으로 3R-SWH 집단의 평균 2.91점에 비해 높게 나타났다. 두 집단 모두 학습 내용과 유사한 의문을 제기했으나 5R-SWH 집단이 3R-SWH 집단보다 관련 의문을 더 많이 제기하였다.

표 5 SWH5의 반성적 사고 분석 결과

	3R-SWH(N=29)		5R-SWH(N=31)		F
	adj.M	SE	adj.M	SE	
생각의 변화	5.37	.974	6.43	.942	.609
오류 인식	.00	.000	.00	.000	.
학습의 점검	6.01	.888	6.16	.859	.015
의문 제기	2.91	.852	3.41	.824	.177
총점	14.31	1.430	15.97	1.383	.689

* $p < .05$

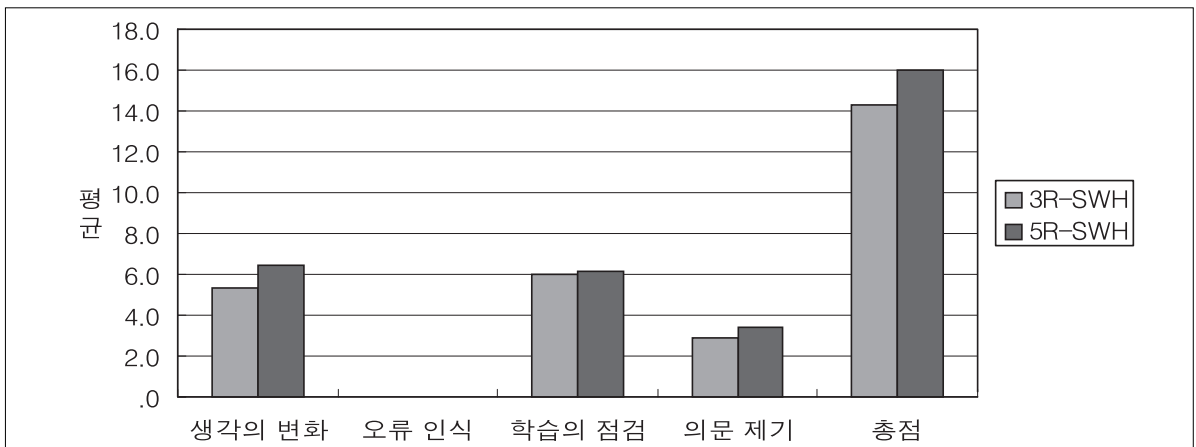


그림 3 SWH5의 반성적 사고 평균 비교

3. 반성적 사고 변화 분석 결과

1) '총점' 분석 결과

5R-SWH 집단의 경우 반성적 사고의 총점은 SWH1에서 평균 14.68점, SWH3에서 평균 13.87점이 나타나 점수가 하락하는 경향이 나타났다. 그러나 SWH5에서 나타난 반성적 사고의 총점은 평균 15.97점으로 다른 두 활동의 평균 점수보다 높게 나타났다(그림 4). 이 결과는 탐구적 과학 글쓰기 활동에서 읽기틀(reading framework)을 지속적으로 사용한 경우 반성적 사고의 점수가 상승하였음을 보여준다.

반면, 3R-SWH 집단은 SWH1의 반성적 사고의 총점은 평균 14.66점, SWH3의 총점은 평균 16.72점으로 활동이 진행됨에 따라 상승하였다. 그러나 마지막 두 개의 활동(SWH4, SWH5)에서 읽기틀을 사용하지 않았을 때, SWH5의 총점 평균이 14.31점으로 SWH1, SWH3에 비해 하락하였다(그림 4).

2) '생각의 변화' 요소 분석 결과

반성적 사고 중 '생각의 변화' 항목은 5R-SWH 집단이 SWH1에서 평균 6.45점, SWH3에서 평균 4.68점으로 활동이 진행될수록 점수가 하락하였다. 그러나 SWH5에서 나타난 생각의 변화 평균은 6.29점으로 SWH3의 점수에 비해 높게 나타났다(그림 5).

3R-SWH 집단의 경우 SWH1에서 평균 7.41점, SWH3에서 평균 7.59점이 나타나 활동이 진행될수록 학생들의 생각 변화에 대한 인식 수준이 향상되었음을 보여주었다. 그러나 읽기틀을 사용하지 않은 SWH5에서의 평균은 5.52점으로 다른 두 활동의 점수에 비해 하락하였다(그림 5). 이 결과는 읽기틀을 사용하지 않았을 때 학습자가 자신의 생각 변화를 인식하고 반성하는 정도가 떨어지고 있음을 나타낸다.

3) '오류 인식' 요소 분석 결과

학습 과정 중 인식한 오류의 분석 결과 5R-SWH 집단은 SWH1에서 평균 0.32점, SWH3에서 평균

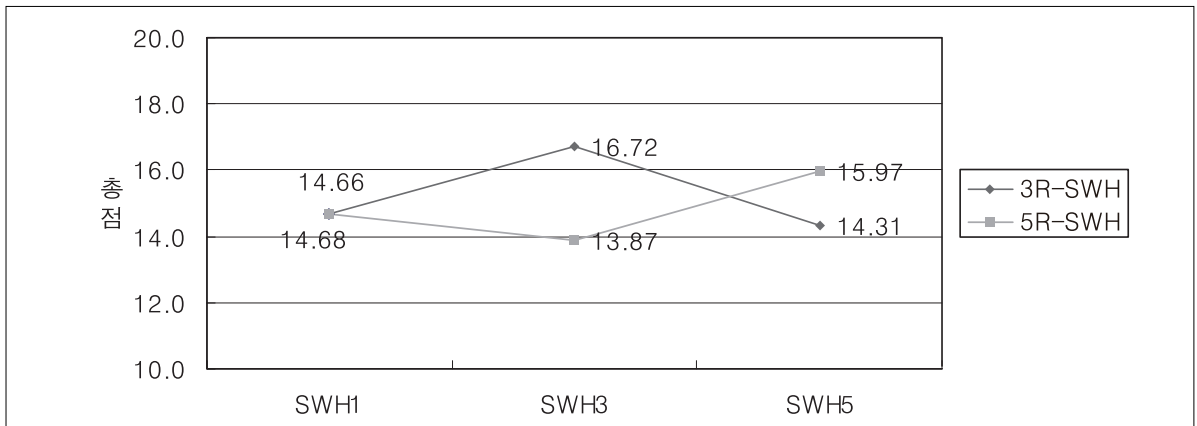


그림 4 반성적 사고의 총점 분석 결과

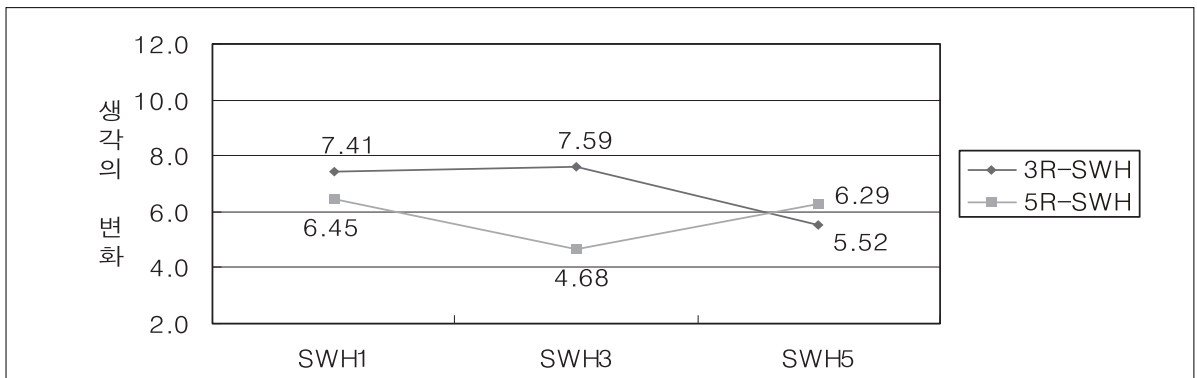


그림 5 반성적 사고의 생각의 변화 분석 결과

0.16점, SWH5에서 평균 0.00점으로 활동이 진행되어도 거의 변화가 없었다(그림 6). 3R-SWH 집단 역시 SWH1에서 평균 0.00점, SWH3에서 평균 0.17점, SWH5에서 평균 0.00점으로 활동에 따른 변화가 거의 나타나지 않았다(그림 6). 이 결과는 두 집단 모두 학습 과정에서 발생한 오류를 거의 인식하지 못하고 있다는 것을 의미한다.

4) '학습의 점검' 요소 분석 결과

학습한 내용을 점검하는 항목에서 5R-SWH 집단은 SWH1에서 평균 3.87점, SWH3에서 평균 5.16점, SWH5에서 평균 6.13점을 나타내었다(그림 7). 학생들이 읽기를 강조한 탐구적 과학 글쓰기 활동을 경험한 횟수가 늘어감에 따라 학습 내용을 이해하고 정리하는 능력이 향상되고 있음을 보여준다.

3R-SWH 집단 역시 SWH1에서 평균 4.14점, SWH3에서 평균 5.00점, SWH5에서 평균 6.03점으로

로 활동이 진행될수록 학습내용 점검 능력이 향상되었다(그림 7). 두 집단 모두 이러한 경향성을 나타내고 있는 것으로 보아 탐구적 과학 글쓰기 활동이 전반적으로 학습에 대한 이해를 향상시키는 것으로 판단된다.

5) '의문 제기' 요소 분석 결과

학습한 내용에 대한 의문점이나 새로운 의문을 제기하는 항목에서 5R-SWH 집단의 평균점수는 SWH1에서 4.03점, SWH3에서 3.87점이었다. 그리고 마지막 다섯 번째 활동(SWH5)의 평균은 3.55점으로 활동이 진행될수록 의문제기에 대한 점수가 하락하는 경향을 보여주었다(그림 8). 이것은 점차적으로 학생들이 제기한 질문의 빈도 및 질이 낮아지고 있음을 의미한다.

3R-SWH 집단의 의문제기 점수는 SWH1에서 평균 3.10점이었으나 SWH3에서 3.97점으로 향상되었

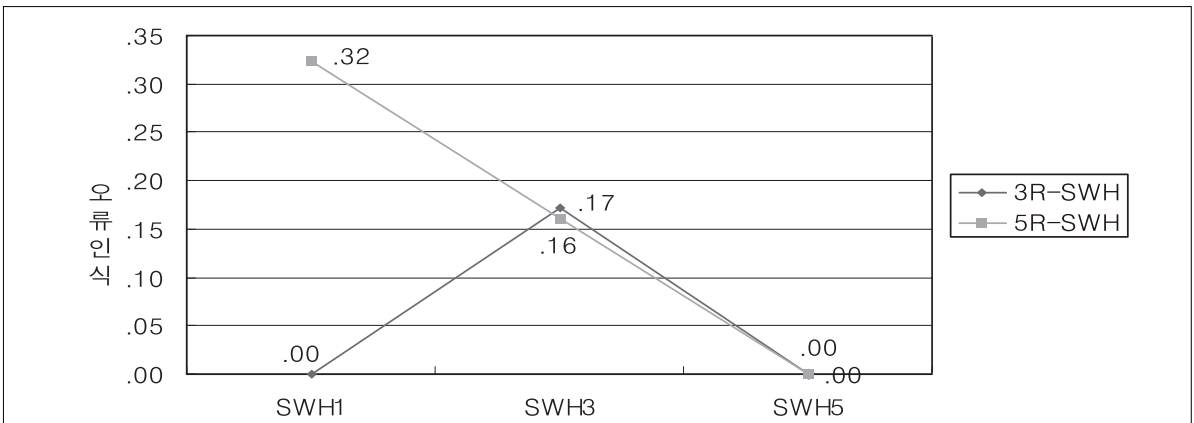


그림 6 반성적 사고의 오류 인식 분석 결과

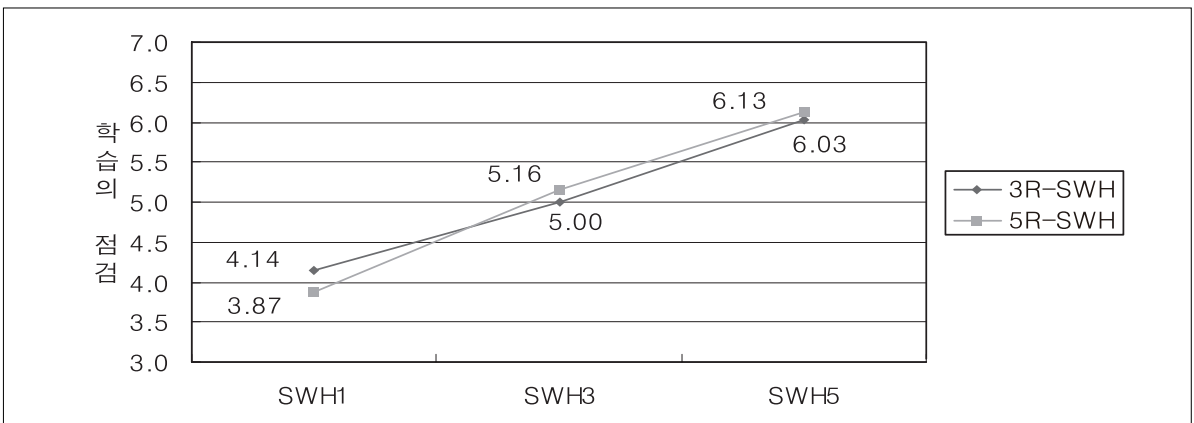


그림 7 반성적 사고의 학습의 점검 분석 결과

다. 그러나 SWH5에서 평균 점수가 2.76점으로 이전의 두 활동의 점수에 비해 크게 하락하였다(그림 8). 두 집단 모두 SWH5에서 의문 제기 점수가 하락하였으나 읽기틀을 지속적으로 사용한 5R-SWH 집단에 비해 3R-SWH 집단의 점수 하락폭이 크게 나타났다.

IV. 결론 및 제언

탐구적 과학 글쓰기 활동에서 읽기틀과 반성적 사고의 관계를 알아보기 위해 3개의 활동(SWH1, SWH3, SWH5)에서 나타난 3R-SWH 집단과 5R-SWH 집단의 반성적 사고를 비교하고, 각 집단의 반성적 사고의 변화 경향을 분석하였다.

첫 번째 탐구적 과학 글쓰기 활동인 SWH1에서 5R-SWH 집단과 3R-SWH 집단의 반성적 사고의 총점은 거의 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$).

SWH1 활동의 주제에 대해 학생들이 가진 처음 생각은 일반적으로 가벼운 물체는 물에 뜨고 무거운 물체는 물에 가라앉는다는 것이었다. 학생들은 실험을 통해 현재의 인지구조와 일치하지 않는 상황을 경험하였고, 이것은 학생들에게 인지 갈등을 유발했다. 그 결과 대부분의 학생들이 처음 생각과 활동 후의 생각이 변화하였다. 그러나 두 집단 모두 변화된 생각을 인식하는 수준에 머물러 있었다. 학습을 점검하는 항목에서도 두 집단은 대부분 실험 결과를 단순히 요약하는 경향이 뚜렷했다. 첫 번째 활동(SWH1)에서 두 집단의 학생들은 반성적인 관찰을 통해 처음의 생각을 검증할 수 있는 증거를 발생시켰음에도 불구하고, 이러한 증거를 읽기틀을 사용하여 자료에서 찾은 결과와 연관짓지 못하였다(Gaskins & Guthrie,

1994). 그러므로 SWH1에서는 전반적으로 두 집단의 반성적 사고의 수준에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

SWH3에서 3R-SWH 집단의 반성적 사고 점수가 5R-SWH 집단에 비해 높게 나타났으나 그 차이가 유의미하게 높지는 않았다($p>.05$). 그러나 두 집단 학생들은 활동 후 대부분 생각의 변화를 경험하였다. 3R-SWH 집단의 경우 5R-SWH 집단에 비해 자신의 생각 변화를 명확하게 인지하였으며, 사고 실험 결과와 읽기 자료에 근거해 생각 변화를 기술하였다. 이것은 학습자가 객관적인 학습 자료를 읽으면서 계속적으로 의미를 협상한 결과이며, 읽기를 통해 얻어진 생각에 대한 글쓰기가 생각의 변화와 명료화를 가져왔기 때문이라고 볼 수 있다(Perkins, 1992). 이 과정에서 학습자가 사용한 읽기틀은 읽기 단계를 능동적으로 만들어 생각의 변화를 촉진시킬 수 있다. 그러나 두 집단에서 동일하게 읽기틀을 사용하였음에도 불구하고 5R-SWH 집단의 반성적 사고의 점수가 3R-SWH 집단보다 전반적으로 낮게 나타났다. 이 결과는 3R-SWH 집단이 읽기틀을 보다 효율적으로 사용했다는 것을 의미한다. 이는 읽기틀을 읽기 전략으로 제공할 때 학생들에게 계획 수립, 자료 선택과 같은 운영적 측면 뿐 아니라 이러한 전략을 사용하는 것에 대한 메타인지적 지식, 즉 읽기틀이 무엇이며, 언제, 어떻게, 왜 사용하는가? 와 같은 사고를 하는 기회를 제공할 필요가 있음을 의미한다고 볼 수 있다(Yore *et al.*, 1997).

SWH5에서는 5R-SWH 집단이 3R-SWH 집단에 비해 반성적 사고의 '총점' 이 높게 나타났으나 유의미한 결과는 아니었다($p>.05$). 5R-SWH 집단은 '생각

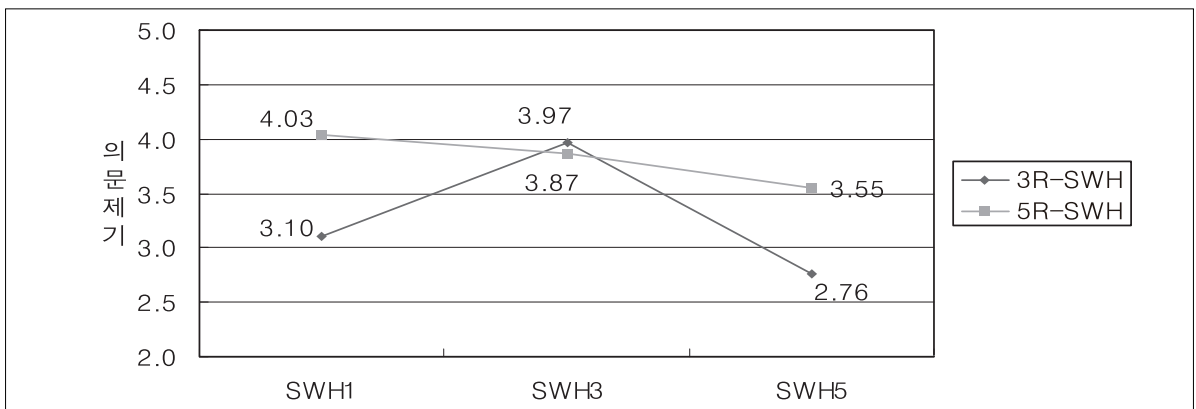


그림 8 반성적 사고의 의문 제기 분석 결과

의 변화', '학습의 점검', '의문 제기'에서도 유의미하지는 않았지만 더 높은 점수를 나타내었으며 ($p < .05$), 오류 인식은 어느 집단에서도 나타나지 않았다. 이 결과는 읽기들을 지속적으로 사용하는 것이 학생들의 반성적 사고에 긍정적 영향을 미친다는 것을 보여준다. 두 집단 모두 탐구 활동을 통해 오개념을 과학적 개념으로 변화시켰고, 그 결과 변화된 자신의 생각을 잘 인지하고 있었다. 그러나 5R-SWH 집단은 3R-SWH 집단보다 생각의 변화를 명확하게 인식하였으며, 실험 데이터를 사용하여 생각 변화의 이유를 제시하였다. 학습의 점검에서는 5R-SWH 집단의 점수가 3R-SWH 집단보다 높게 나타났지만 그 차이는 크지 않았다. 두 집단 모두 전류와 저항의 관계를 명확하게 설명하였고, 이 관계를 옴의 법칙을 사용하여 설명하였다. 탐구적 과학 글쓰기 활동 과정에서 학생들은 지속적인 논의를 통해 동료와 학습 내용의 의미를 협상하고, 읽기와 쓰기 활동을 통해 학습 내용을 자신의 언어로 표현하게 된다. 이러한 개인적, 사회적 협상 과정은 두 집단 모두 경험하게 되므로 학습 개념을 명확하게 이해하고 점검하는 능력이 활동 후 향상될 것으로 기대된다. 그러나 읽기들을 지속적으로 사용한 집단은 사회적 협상 과정에서 읽기들을 통해 강화를 받게 되므로 학습 점검 점수가 더 향상된 것으로 보인다.

각 집단의 반성적 사고의 변화 경향을 보면, 3R-SWH 집단의 경우 SWH3 활동까지는 반성적 사고의 '총점', '생각의 변화', '오류 인식', '학습의 점검', '의문 제기'의 모든 항목에서 SWH1 활동에 비해 점수가 향상되었다. 이 결과는 활동이 진행될수록 학습자가 조사한 객관적인 자료를 통합하였으며, 이것을 활동 과정에서 탐구한 내용과 연관지음으로써 학습에 대한 관리를 강화시켰음을 나타낸다. 그러나 읽기들을 사용하지 않은 SWH5에서 3R-SWH 집단은 '총점', '생각의 변화', '오류 인식', '의문 제기' 항목에서 SWH1, SWH3에 비해 점수가 하락하였다. 반면 '학습의 점검'에서는 활동이 진행될수록 점수가 계속 상승하였다.

5R-SWH 집단은 SWH3 활동까지는 '학습의 점검'을 제외하고는 첫 번째 활동에 비해 점수가 하락하였다. 그러나 마지막 활동인 SWH5에서 '오류 인식' 항목을 제외하고 전반적으로 점수가 다시 상승하였다. 반면, '학습의 점검' 항목은 활동이 진행됨에 따

라 계속적으로 점수가 상승하였다.

동일하게 읽기들을 사용한 SWH3 활동까지는 전체적으로 3R-SWH 집단이 5R-SWH 집단에 비해 반성적 사고의 점수가 높은 것으로 나타났다. 그러나 SWH4 활동부터 읽기들을 사용하지 않은 3R-SWH 집단은 마지막 활동인 SWH5에서 반성적 사고 점수가 전체적으로 하락하고 있는 것을 볼 수 있다. 이것은 읽기들을 지속적으로 사용하는 것이 반성적 사고의 촉진에 도움을 준다는 것을 나타낸다. 읽기들은 학습자가 찾은 읽기 자료 중 학습과 관계된 내용을 선정하고 의미를 재구성하도록 도와주는 역할을 한다. 그러므로 읽기들을 지속적으로 사용하는 경우 학습자는 과제 내용을 읽을 때 인지적 자원을 통제하고 조장하는 메타 인지적 전략을 사용하게 된다(Mokhtari & Reichard, 2002; Pressley & Afflerbach, 1995). 메타 인지 전략의 사용은 학습 내용에 대한 이해 수준을 높이는 반성적 사고를 활성화시켜 전반적인 학습에 영향을 미치게 된다(Butler, 1995).

그러나 읽기들을 지속적으로 사용하지 않은 집단은 활동의 후반부에서 반성적 사고가 활성화되지 않았다. 이것은 읽기들이 학습자에게 의미있는 학습 전략으로 내면화되지 않았기 때문이라고 볼 수 있다. 그러므로 읽기 전략의 사용을 통해 반응을 촉진시키기 위해서는 지속적인 읽기 전략을 사용할 필요가 있다고 본다. 또한 교사는 학생들에게 읽기 자료에서 학습한 내용을 현재의 과학 개념과 효과적으로 연관짓는 방법과 읽은 내용에 관해 비판적으로 토론 할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다.

이 연구에서 과학 글쓰기 활동에서 나타난 읽기들과 반성적 사고의 관계를 살펴보았다. 후속 연구에서는 읽기들이 반성적 사고를 촉진하기 위한 비계(scaffolding)로 사용될 수 있음을 심층적으로 고찰할 필요가 있다. 그리고 읽기 전략이 어떻게 메타인지를 활성화시켜 반성적 사고를 촉진시킬 수 있는지의 전이 메커니즘을 규명하는 연구가 요구된다.

국문 요약

이 연구의 목적은 탐구적 과학 글쓰기 활동에서 읽기들과 반성적 사고의 관계를 알아보기 위한 것이다. 이 연구는 중학교 2학년 60명을 대상으로 하였으며, 31명을 실험집단으로, 나머지 29명을 비교집단으로

선정하였다. 실험집단에는 읽기틀이 포함된 5개의 탐구적 과학 글쓰기 활동을 처치하였으며, 비교집단에는 읽기틀이 포함된 3개의 탐구적 과학 글쓰기 활동과 읽기틀이 포함되지 않은 2개의 탐구적 과학 글쓰기 활동을 실시하였다. 이 연구의 결과 반성적 사고에서 각 집단 사이에 유의미한 차이가 나타나지는 않았다. 그러나 각각의 탐구적 과학 글쓰기 활동에 따른 반성적 사고의 변화 경향을 분석한 결과 읽기틀을 지속적으로 제공하지 않은 비교 집단의 경우 실험 집단에 비해 반성적 사고의 점수가 마지막 활동에서 하락하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 그러므로 탐구적 과학 글쓰기 활동에서 읽기틀을 지속적으로 제공하는 것은 학생들의 반성적 사고를 촉진시키는데 효과적이라고 볼 수 있다.

주제어: 읽기, 읽기틀, 쓰기, 반성적 사고, 탐구적 과학 글쓰기

참고 문헌

- 길현정(2010). 학습도구로써 과학글쓰기가 과학학습에 미치는 효과. 부산대학교 박사학위 논문.
- 김미정(2011). 전략적 읽기틀을 이용한 탐구적 과학 글쓰기가 중학생들의 학업성취도와 비판적 사고력 및 요약 글쓰기에 미치는 영향. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 김성은(2005). 담화 구조 학습이 읽기에 미치는 영향: 설명적 텍스트를 중심으로. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 남정희, 광경화, 장경화, Brian Hand (2008). 논의를 강조한 탐구적 과학글쓰기의 중학교 과학 수업에의 적용. 한국과학교육학회지, 28(8), 922-936.
- 이강남(2007). 구성주의 학습전략이 중학생의 과학 개념학습과 과학적 태도에 미치는 영향 -과학 글쓰기 중심으로-. 전북대학교 박사학위 논문.
- 이영미(2006). 웹 기반 토론에서 반성적 사고 능력 촉진을 위한 질문생성 전략의 적용 효과. 고려대학교 박사학위 논문.
- 허은아(2011). 읽기틀을 이용한 탐구적 일반화학 실험이 대학생의 반성적 사고에 미치는 영향. 부산대학교 박사학위 논문.
- Alvermann, D. E. (1991). The discussion web: A graphic aid for learning across the curriculum. *Reading Teacher*, 45(2), 92-99.
- Butler, D. R. (1995). *Zoogeomorphology : animals as geomorphic agents*. Cambridge : New York: Cambridge University Press.
- Dole, J. A., Duffy, G.G., Roehler, L. R. & Pearson, D. P. (1991). Moving from the old to the new: Research on reading comprehension instruction. *Review of Education Research*, 61(2), 239-264.
- Edmondson, K. M., & Novak, J. D. (1993). The interplay of scientific epistemological views, learning strategies, and attitudes of college students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(6), 547-559.
- Emig, J. (1977). Writing as a mode of learning. *College Composition and Communication*, 28(2), 122-128.
- Gaskins, I. W., & Guthrie, J. T. (1994). Integrating instruction of science, reading, and writing: Goals, teacher development, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 1039-1056.
- Hand, B., Norton-Meier, L., Staker, J., & Bintz, J. (2006). When science and literacy meet in the secondary learning space: Implementing the science writing heuristic (SWH). University of Iowa.
- Hand, B., Norton-Meier, L., Staker, J., & Bintz, J. (2009). *Negotiating science : The critical role of argument in student inquiry, grades 5-10*. Portsmouth, NH: Heinemann
- Hatton, N., & Smith, D. (1995). Reflection in teacher education: Towards definition and implementation. *Teaching and Teacher Education*, 11(1), 33-49.
- Holden, T. G., & Yore, L. D. (1996). Relationships among prior conceptual knowledge, metacognitive awareness, metacognitive self-management, cognitive style, perception-judgment style, attitude toward school science, self-regulation, and

science achievement in grades 6-7 students. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MO, March 31-April 3.

Keys, C. W., Hand, B., Prian, V., & Collins, S. (1999). Using the Science Writing Heuristic as a Tool for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084.

Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.

Massey, D. D., & Heafner, T. L. (2004). Promoting reading comprehension in social studies. *Journal of Adolescent and Adult Literacy*, 48(1), 26-40.

Mokhtari, K., & Reichard, C. A. (2002). Assessing students' metacognitive awareness of reading strategies. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 249-259.

Newton, P., Driver, P., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.

Perkins, D. N. (1992). *Smart schools: From training memories to educating minds*. New York: Free Press.

Pressley, M., & Afflerbach, P. (1995). *Verbal protocols of reading: The nature of constructively responsive reading*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Pressley, M., Johnson, C. J., Symons, S., McGoldrick, J. A. & Kurita, J. A., (1989). Strategies that improve children's memory and comprehension of text. *Elementary School Journal*, 90(1), 332.

Richardson, J. S., Morgan, R. F., & Fleener, C. E. (2009). *Reading to learn in the content areas*, 7th ed. Belmont, CA, USA: Wadsworth.

Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.

Spence, D. J., & Yore, L. D. (1995). Explicit science reading instruction in grade 7: Metacognitive awareness, metacognitive self-management and science reading comprehension. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA, April 22-25.

Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham [England] ; Philadelphia, PA: Open University Press.

Wittrock, M. C. (1989). Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist*, 24(4), 345-376.

Yore, L. D., Shymansky, J. A., Henriques, L., Chidsey, J. L., & Lewis, J. O. (1997). Reading-to-learn and writing-to-learn science activities for the elementary school classroom. AETS Conference Proceedings.