

지구과학 문제 풀이에서 활용되는 통합 사고 유형

권수지 · 신동희*

이화여자대학교

Types of Integrative Thinking Ability in Solving Earth Science Items

Susie Kwon · Donghee Shin*

Ewha Womans University

Abstract : The purpose of this study is to identify the types and characteristics of the integrative thinking that learners with diverse learning backgrounds use in solving earth science problems. Four students in middle school were surveyed using questionnaires to know students' science learning background and test items with integrated content. A total of 200 items, 40 integrated items and 160 general items, were administered ten times. The students did not show a consistent relationship in terms of correct answer percentage in general items and that of in integrated items. In order to understand the type of integrative thinking of each student, after students solve an item, we analyzed the percentage of correct answers by types and interviewed them and analyzed the contents to identify the characteristics of the thinking used in solving each item. As a result, the types of integrative thinking used in problem solving were classified into three types, knowledge-based, real life-based, and integrated inquiry-based types. It is necessary to study various ways to improve the integrative thinking ability considering the characteristics of students in science teaching and learning.

keywords : types of integrative thinking, problem solving, earth science

I. 서론

1990년대 미국의 National Science Foundation(NSF)에 의해 STEM이 고안, 확대되어 온 이래로 21세기를 살아가는 학생들에게 융합적, 통합적 사고력 증진은 지속적으로 요구되고 있는 교육의 중요 목표 중 하나로 대두되고 있다(Bybee, 2010). 이러한 배경을 바탕으로 우리나라에서도 미래 사회의 국가 경쟁력 신장을

위하여 창의적, 융합적, 통합적 사고력을 갖춘 우수한 인재 양성에 초점을 두고 있으며, 융복합 인재 교육의 이론적 기초 및 운영을 위한 환경 마련 등 다양한 연구와 사업들이 진행되고 있다(Kim, 2011; Baek *et al.*, 2012). 통합 사고력이란 과학 기술에 대한 흥미와 이해를 바탕으로 융합적으로 사고를 하고, 문제를 해결하는 능력으로 여러 학문 사이 경계를 넘나들며 다양한 분야의 학문들을 자신의 논리와 생각으로 결합하고, 새로운 연관성과 융합적 창조를 창출해 가는 사

* : (donghee@ewha.ac.kr)

** 2017

***2018 07 20 , 2018 11 12 , 2018 12 03

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2018.42.3.322>

고력을 뜻한다(Kim *et al.*, 2014). Choi, Moon & An(2014)은 학생들의 통합적 사고 능력을 학생들 스스로 교과 내용에 대한 학습을 통하여 통합적 능력을 갖는 것으로 고급 프로젝트와 같이 독자적 주제를 선정하여 자체적으로 문제를 해결하면서 필요한 능력을 얻게 되는 것이라고 설명한다. 즉, 통합 사고력은 여러 분야에 학습한 지식을 연계, 통합하여 문제를 해결하는 사고력으로 볼 수 있다.

STEAM도 통합적 사고와 문제 해결 능력을 배양하기 위해 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 내용과 과정을 체계적으로 통합하는 교육 방식으로(Baek *et al.*, 2012; Lee *et al.*, 2011; Sanders, 2009; Yakman & Lee, 2012) 통합적 사고력과 문제 해결 능력을 목적으로 하고 있다. 통합 교육 과정이란 지식과 학습 경험의 통합을 통한 학습자의 전인적 발달을 목적으로 교과들의 틀을 벗어나 각 교과들의 지식을 의미 있게 재구성한 교육 과정, 교육 내용들이 결합되어 개별 교육 내용들이 지니지 않은 전체성을 만들고 있는 상태로서(Kang & Roh, 2014), 지식과 학습 경험의 통합적 사고력과 학습자의 전인적 발달을 강조하고 있다.

과학 교과들의 경우 수십 년 간 통합을 지향하는 방향으로 교육 과정이 흘러왔다. 1992년에 고시된 제6차 교육과정에서는 처음으로 통합 과학을 지향한 ‘공통과학’ 과목이 신설되었으며, 1997년에 고시된 제7차 교육과정에서 그대로 유지되었다. 2009년에 개정된 과학 교육과정의 고등학교 ‘과학’에서는 전통적으로 분리하여 가르치던 과학의 네 영역을 허물고 우주와 생명과 과학과 문명이라는 두 영역으로 통합했다. 특히 미래 사회를 대비하기 위한 인재 교육 방안으로 융복합 통합 교육의 중요성을 강조했다(MEST, 2009). 2015 개정교육과정은 학생들이 인문·사회·과학 기술에 대한 기초 소양을 함양하여, 인문학적 상상력과 과학 기술 창조력을 갖춘 창의 융합형 인재로 성장할 수 있도록 우리 교육을 근본적으로 개혁하고, 이를 위해 초·중등 교과 교육 과정을 개편하며 특히 고등학교의 경우 기초 소양 함양을 위해

모든 학생이 배우는 공통 과목을 도입하고 통합적 사고력을 키우는 ‘통합사회’ 및 ‘통합과학’ 과목을 신설했다. 고교에 ‘통합과학’ 과목을 신설하여 자연 현상에 대한 통합적 이해가 가능하도록 하고, 학생의 진로와 적성을 고려한 다양한 선택 과목 개설이 가능하도록 하며, 단위 학교 교육과정 편성·운영의 자율성을 확대했다(MOE, 2014). 우리 과학 교육 과정이 통합을 지향해 온 것과는 별개로 지구과학 과목은 교과 자체에서 천문, 대기, 해양, 지질학의 네 교과를 모두 통합한 과목으로 일찍이 1990년대 중반부터 지구계교육(earth system education)을 개발하면서 통합 과학 교육을 선도했다.

통합 교육의 목표는 통합적 사고력을 증진하여, 개인의 교육에 대한 종합적 접근을 통한 통합된 사람으로 성장하도록 돕기 위한 학습자의 전인 발달을 목적으로 한다. 따라서 학습자에게 일어나는 학습의 통합적 사고력 증진이 통합 노력의 궁극적 목적이 된다(Sin, 2011). 그러나, 그동안의 통합 교육에 대한 대부분의 노력은 학습자의 통합적 사고력 향상, 적성, 자율성을 정작 간과한 채, 프로그램 개발, 통합 수업을 위한 교사의 인식들이 주를 이루어 학습자의 통합적 사고력에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 다양한 학습 배경 및 환경에 속해 있는 학습자 특성, 적성, 자율성을 고려한 통합적 사고 특성에 대한 고려 없이 의미 있는 통합 과학 교육은 어려울 것이다. 이에 본 연구는 지구과학 교과 중심의 과학 문제를 풀이하는 과정 중 학습자 개개인의 환경과 자율성에 근거한 통합적 사고력을 분석하여 학생들의 통합적 사고 경향을 고려한 과학 교육을 위한 시사점을 제시하고자 한다. 이러한 연구 목적에 따른 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 지구 과학 문제 풀이 과정에서 나타나는 학습자의 통합적 사고 특성은 어떠한가?

둘째, 각 학습자의 다양한 학습 배경과 통합적 사고 특성은 어떠한 관련이 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 참여자 배경

본 연구는 같은 중학교에 다니는 중2 여학생 2명, 남학생 2명, 총 4명의 연구 참여자를 대상으로 지구과학 중심의 통합 문제를 풀이하며 그 과정 중에 활용하는 통합적 사고력의 유형 및 특징을 분석했다. 연구 참여자들의 다양한 학습 배경을 파악하기 위하여 사전 설문 조사를 실시했다. 연구 참여자들의 학습 환경은 인지적, 정의적 영역으로 구분하여 인지적 특성에는 과학 지식을 비롯한 과학적 사고력을 파악했고, 정의적 특성

에는 과학 활동, 과학적 사고에 대한 노출 정도, 가정 환경 및 사회 환경, 통합 수업에 대한 인식 및 동기 등을 포함했다. 연구 참여자들의 배경을 정리하면 Table 1과 같다.

2. 자료 수집 및 분석

연구 도구로 활용한 문항 구성은 Table 2와 같다. 전체 200문항 중 통합 문항 40개, 일반 문항으로 160개로 구성했고, 통합 문항은 다시 타교과(수학, 지리 등)와 연계된 통합, 일상생활과 연계된 통합(예: Figure 2), 추리 및 예상 관련 통합(예: Figure 3) 등으로 나눌 수 있다. 타교과

Table 1. Background of research participants

대상 (성)	과학 성취 수준	가정 환경		과학 수업		통합 수업 인식
		부모의 관심 정도	부모와 대화 정도	과학 수업에 대한 흥미	과학 활동 영역 및 횟수	통합 수업에 대한 관심 및 동기
A (여)	상	성적에 대한 관심이 높으나 자율적으로 믿고 맡기는 편	성적, 학원 및 진도에 관한 내용	수업 시간에 배운 지식 내용 및 성적에 대한 관심만 높은 편	도서관에서 과학 잡지 (연 1회 가량)	개정 교과 과정에서 통합 수업에 대한 중요성을 강조하여 사회 탐구 영역의 선행 학습을 시작
B (여)	하	아버지가 일상생활에 대한 과학적 쟁점 및 살아있는 수업에 대한 관심이 높은 편	아버지와 과학적 이슈에 관한 대화를 자주 하는 편	일상생활에서 흔히 관찰된 영역에 대한 과학적 관심이 높은 편	인터넷 기사 (주 2회 가량), 책속에 있는 기사(2주에 1회 가량), 아버지와 함께 해외 과학관, 지질 명소, 박물관 등 견학(연 1~2회 가량)	이론 위주의 수업에 대한 흥미 저하로 일상생활과 연계된 통합 수업을 희망
C (남)	하	부모가 해외 출장으로 관심 부족한 편	거의 없는 편	실험 수업에 대한 흥미를 가지고 있으나, 이론 수업은 지루하다고 함	거의 없는 편	실험 위주와 일상생활과 연계된 통합 수업을 희망
D (남)	중	어머님이 교육 및 친구들과의 인성 등 다방면에 대한 관심이 많은 편	다양한 일상생활 대화	추리, 공상, 우주 과학 영역 쪽에 관심이 높고, 발명품, 조적인 것에 관심이 많은 편	과학 잡지 구독 (월 2~3회 가량) 친구들과 동아리 및 과학 박물관 견학	과학관 탐사 등 보다 다양한 통합 수업을 희망

와의 통합 문항인 경우 둘 이상의 교과목 내용이 연계되어 문제를 해결할 수 있는 문항(Figure 1)이고, 일상생활과 연계된 통합 문항은 문항 제시 상황이 일상생활인 경우(Figure 2)이며, 통합 탐구형 문항(Figure 3)은 문제 해결을 위해 2개 이상의 탐구 과정이 필요한 경우이다.

또한 상황적 통합 문항의 경우라도 선택형 또는 단순 단답형 문항의 경우, 연구 참여자들의 전반적 통합 사고 능력을 파악하는 것에 한계가 있다고 판단하여 40개의 서술형 문항을 구성했다. 서술형 문항에는 통합 유형의 문제뿐만 아니라, 일반 문제도 다수 포함되었다(Table 2).

200개의 문항은 1회에 20문항씩 총 10회에 걸쳐 연구 참여자들에게 적용되었다. 연구 참여자들은 모두 연구자 중 1인에게 지구과학 수업을 듣는 학생들이었고, 주 1회, 총 10주 동안, 1회에 30분 동안 지구과학 통합 문항을 풀었다.

연구 참여자의 풀이 과정을 발성 사고법으로 진행하여 연구자와 연구 참여자 간 모든 질의 응답 내용을 녹음, 전사했다. 문항 풀이 과정 및 풀이가 끝난 후에 진행된 면담에서 사용한 질문은 Table 3과 같다. 자료 분석은 양적 분석과 질적 분석이 모두 이루어졌는데, 먼저 각 연구 대상자들의 문항 풀이 결과에 대한 정답 수와 백분

Table 2. Item composition

통합 여부	통합 문항	40 (20%)	타교과와 연계	4 (10%)
			일상생활과 연계	26 (65%)
			통합 탐구형	10 (25%)
문항 형태	일반 문항		160 (80%)	
	서술형 문항		40 (20%)	
	선택형 문항		160 (80%)	
자료 해석 여부	자료 해석형 문항		40 (20%)	
	일반 문항		160 (20%)	

Table 3. Questions related to problem solving

단계	질문
1	이 문제는 정답이었나요. 오답이었나요?
2	정답이라면 이 문제는 어떻게 풀게 되었나요?
3	어떠한 요소가 이 문제를 정답으로 풀 수 있는데 도움이 되었나요?
4	그 요소와 수업 시간에 배웠던 내용을 어떻게 연계할 수 있었나요?
5	이 자료 (그림, 그래프)가 뜻하는 바가 무엇일까요?
6	어떻게 그렇게 생각하게 되었을까요?
7	생각을 설명해 볼까요?
8	오답이라면 이 문제를 왜 못 풀게 되었나요?
9	오답의 경우, 어떠한 것을 알았다더라면 이 문제를 풀 수 있었을까요?
10	문제를 푸는 데 어떠한 어려움이 있었나요?

을을 구했고, 문항 풀이 과정에서 이루어진 질의 응답 과정을 분석했다. 이후 연구 대상자들의 다양한 배경과 문항 풀이에 대한 분석 결과를 토대로 사후 면담을 통하여 통합적 사고력의 특성을 파악했다. 연구 참여자 1인당 문항 풀이 시간은 1회 20문제당 30분씩 주어졌다.

본 연구에서는 각 연구 참여자들의 상황적 통합 문항 풀이 결과를 타 교과와의 통합 문항, STS 측면의 통합 문항, 추론 및 예상의 통합 문항 등으로 분류하여 전체 정답률과 각 영역별 정답수의 비율을 구하여 각 연구 참여자들의 통합 사고의 특성을 정량적으로 분석했다. 이후, 전반적인 개개인의 통합 사고 능력 풀이에 대한 평가와 관련된 현상에 주목, 해석하고, 유형을 범주화하여 이해했다. 이 과정에서 연구 참여자의 대답을 녹음하여 전사했고, 각 문항 풀이마다 드러나는 연구 참여자들의 특성을 범주화하여, 그러한 유형들이 나타나게 된 배경을 질문과 답안을 통해 분석했다. 연구 참여자들이 문제를 푸는 과정과 면담 과정에서 이루어지는 말과 행동, 태도, 표현 등을 그대로 부호화하여 의미를 요약하고 범주화했다. 1차 범주화한 결과 8개의 범주가 나타났다, 이를 다시 연구 참여자별 유사점과 차이점을 근거로 재범주화하여 최종적으로 연구자별 문제 풀이 유형을 도출했다.

VI. 연구 결과

1. 연구 참여자별 분석 결과

전체 문항에 대한 정답률을 살펴보면 A가 전체 200문항 중 정답이 160문항으로 80%의 정답률을 나타냈고, D가 115문항으로 정답률이 57.5%, C가 113문항으로 정답률이 56.5%, B가 110문항으로 정답률이 55%의 순이었다. 통합형 문항의 경우 다른 경향이 나타났는데, 전체 정답률에서 가장 우수했던 A는 160개의 정답 문항 중 29개가 통합형 문항에 해당하여 정답을 맞춘 문항 중 18% 정도만이 통합형 문항이었던 반면, 전체 정답률이 가장 낮았던 B의 경우 통합형 문항을 맞춘 비율은 25.5%로 가장 높았다(Table 4).

전체 문항 정답률이 80%로 가장 높았던 연구 대상자 A의 정답률에 기여한 것은 통합 문항이 아닌 문항이다. 타교과와의 통합 문항에서의 정답률은 100%, 일상생활 연계 통합 문항에 대한 정답률이 69.2%, 추론 및 예상 유형의 통합 문항 정답률이 70% 등으로 나타났다. 질의 응답 시간에 살펴본 연구 대상자 A의 통합적 사고력의 특성은 문제의 접근, 이해, 자료 해석, 문제

Table 4. Research participants' percent correct in items

	A	B	C	D
전체 문항 정답률	160/200(80.0%)	110/200(55.0%)	113/200(56.5%)	115/200(57.5%)
통합 문항 정답률 (통합 문항 정답 수/전체 정답 문항 수)	29/160(18.1%)	28/110(25.5%)	24/113(21.2%)	28/115(24.3%)
타 교과와 통합 문항	4/4(100%)	1/4(25%)	0/4(0%)	0/4(0%)
통합 유형별 문항 정답률				
일상생활 통합 문항	18/26(69.2%)	21/26(80.7%)	16/26(61.5%)	18/26(69.2%)
추론 및 예상 통합 문항	7/10(70%)	6/10(60%)	8/10(80%)	10/10(100%)
계	29/40(72.5%)	28/40(70.0%)	24/40(60.0%)	28/40(70.0%)

풀이 계획, 풀이, 확신에 이르게까지 연구 대상자 A는 사전 학습된 지식 및 정보와 연결하려는 ‘지식 연계형’의 특성을 보였다. 지리 교과 ‘높새바람’의 원리와 지구과학 ‘구름 생성 원리’ 개념이 연계된 문항에서 B, C, D는 ‘택리지’라는 낯선 어휘에 문항 풀이를 시도조차 하지 않았지만, A는 사회 과목에서 배운 높새바람을 먼저 회상하며 문항에 접근했고, 높새바람의 특성인 “동쪽은 비, 서쪽은 고온 건조”를 떠올려 자료를 해석했다(Figure 1).

면담자: A는 1번 문제를 어떻게 풀 수 있었지?

A: 예전에 사회 문제 풀다가 높새바람에 대한 기사를 한 번 본 것 같아요. 그 때는 이슬점, 응결이 무슨 말인지 몰라서 그냥 그림만 보고 그림에서는 동쪽 지방에서는 빗방울 그림이 막 있었고, 산의 서쪽에는 ‘고온건조’라고 써져 있었던 것 같아요. 그 땐 원리를 잘 몰랐지만 그냥, 아, 동쪽에는 비, 서쪽에는 고온 건조라고 외웠던 것 같은데. 지문을 보면 경기 지방은 서쪽인 것 같고, “동풍이 불어 올 때, 식물이 모두 마르고 타버린다”고 하니깐, 문제집에서 봤던 높새바람 같았어요.

이러한 통합 사고의 특성에 대한 원인을 A의 학습 배경에서 살펴볼 수 있는데, A는 타 과목에 대한 선행 학습 정도, 이전 학년에 학습한 과학

과목에 대한 성적 등 인지적 영역의 학습 환경은 다른 연구 대상자들보다 우수한 편이었고, 교육 과정 내 지식에 대해 확신이 강했고 성적 향상의 결과로 흥미도 보였다. A는 대부분의 시간을 수학, 영어, 국어(논술), 지리, 과학 등 타 과목에 대한 선행 학습 등 사교육에 할애했다. 일상생활에서 흔히 쉽게 관찰할 수 있는 간단한 사진, 그림, 그래프를 해석하고 문제를 이해하는 단계에서 A는 주로 교과서에서 습득한 정보 및 지식부터 떠올리는 경향이 많았는데, 교과서나 참고서에서 보지 못한 낯선 상황에서는 문제 풀이 시도조차 못했다. 특히, 자신만의 아이디어로 문제를 풀이하는 경향이 다소 떨어졌고, 관찰력, 통합적 탐구 능력이 상대적으로 낮은 편이었다. 통합 교육의 방향과 선호하는 통합 유형의 성격에 대한 질문에 다른 연구 참여자들과 달리 “흥미롭고 일상생활과 연관된 STS적 통합 수업보다 타교과와 연계된 수업”을 원했다. A의 학습 배경을 바탕으로 상황적 통합 영역의 문항을 풀이하면서 드러나는 A의 통합 사고를 살펴본 결과, 연구 대상자 A는 기존의 습득한 지식, 교과 과정안의 학습한 지식을 회상하고자 했고, 통합 문항 풀이 시 지식 연계형의 특성을 보였다.

B는 전체 문항 정답률이 55%로 최하위였던 반

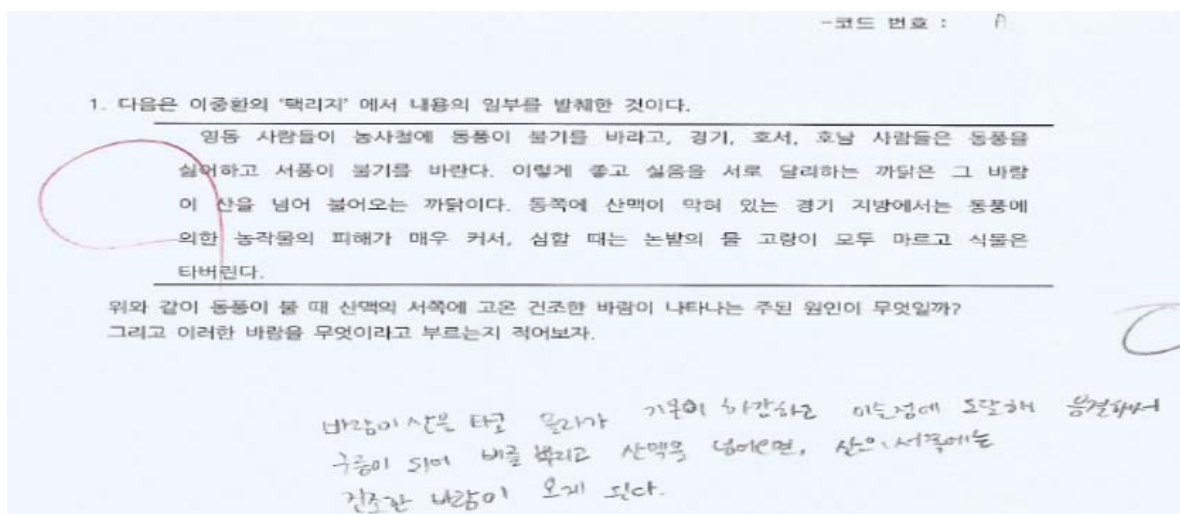


Figure 1. A's answer sheet of item 1 in the third class

면, 정답을 맞춘 문항 중 통합 문항이 가장 많아 25.5%를 보인 참여자였다. B는 최근까지 부모님을 따라 외국에서 거주하다 귀국한 학생이기에 이전 학년에서 배운 교과 과정에 대한 이론적 지식이 적었다. 또한, 상황적 통합 문항 중 타교과와의 통합적 상황의 문항에 있어서는 정답률이 25%로 아주 낮은 점수를 보였다. 이는 B가 과학 교과뿐만이 아니라, 지리, 국어, 수학 등 타과목에 대한 학습이 충분히 이루어지지 않았고, 언어 구사의 한계로 과학적 원리를 알더라도 낮은 어휘가 나오면 시도조차 하지 못하는 경향을 보였다. 그러나, A와 달리 B는 특히 일상생활과의 연계 통합 문항에서 81% 가까운 정답률을 보인 것이 주목할 만하다. 외국에서의 생활 경험, 그리고 부모 특히 아버지와의 친밀한 관계를 보인 B는 지질 명소, 과학관, 박물관 등 다양한 곳을 가족과 함께 경험하는 일이 많았고 이 과정에서 다양한 정보를 습득하고 과학적 태도를 키웠다. B가 진행한 문항 풀이 과정에서 일상생활에서 관찰한 정보를 회상하고 연계하여 풀이하고자 하는 경향이 강했다. 통합 과학 교육에 대한 B의 태도 및 인식을 살펴본 결과, 타 교과와 통합된 문항이 가장 어렵고 일상생활과 연계된 통합 교육을 선호하는 등 실생활 연계형의 특성을 보였다.

B는 평상시 비가 올 때 자신의 몸의 변화에 대한 기억을 회상하여 그 상황과 연계시켜 문제를 풀고자 했다. 본인의 몸이 축 처지는 것을 느낀 경험으로, 제비의 몸도 무거워져서 낮게 나는

것이라고 생각했는데, B는 상황 통합 영역의 문항 풀이 과정에 있어서도 먼저 평상시 있었던 일들과 연계하여 문제를 접근하고, 풀이하고자 계획하려는 경향이 강한 것을 다시 확인할 수 있었다. B의 답안이 정답은 아니었지만 B의 문제 풀이를 위한 사고의 시작이 실생활 경험임을 알 수 있는 사례다(Figure 2).

면답자: 왜 제비가 땅 가까이 날면 비가 온다고 할까?

B: 음. 선생님, 비가 오기 전에 저기압이 되니까. 저기압 되면 제비의 날개가 무거워지잖아요?

면답자: 응? 저기압이 된다면 제비의 날개가 무거워진다고? 왜?

B: 선생님, 비가 오는 날에는 왠지 몸이 무겁고, 찌뿌둥하잖아요. 제비도 비가 오는 날에는 찌뿌둥하고, 몸이 무거워지겠죠.

면답자: 음. 그럼 B는 비가 올 때 B 몸이 무거워진다고 평상시에 느꼈으니까, 제비도 아마 그럴 것 같다고 생각한 거네?

B: 네. 저희 아빠도 비가 오면 몸이 무겁고 아침에 일찍 못 일어나고 그랬거든요. 제비도 똑같잖아요.

C는 200문항 중 113문항을 맞추어 정답률이 56.5%였고, 그 중 상황적 통합 영역의 문항의 경우 전체 40개 중 28문항을 맞춰 정답률이 70%였다. 상황적 통합 문항 40문항 중, 타 교과와의 통합 문항 정답률은 0%, 일상생활 관련 통합 문항에 대한 정답률은 61.5%, 추론 및 예상 유형의 통합 문항 정답률이 80%로 나타나 C는



Figure 2. B's answer sheet of item 1 in the ninth class

추론 및 예상 관련 통합 탐구형의 특성을 보였다. C는 타 교과와의 통합 영역 문항 풀이 과정 중 낯선 어휘가 보이자 포기했고, 문항 풀이 계획 단계에서 다른 지식 및 정보와 연계하려는 태도가 거의 보이지 않았다. C는 문제를 접근하는 단계에서 먼저 기존 지식을 회상하기 보다는 일상생활에서 겪었던 상황을 떠올리며, 비슷한 상황을 유추하여 문제를 해결하고자 했고, 동시에 자신의 생각을 적절하게 추론하여 그 상황을 예상하고자 했다. 일상생활 관찰의 상황적 통합 문항 풀이에 있어서 B는 평상시에 관찰하면서 습득한 지식을 먼저 회상하여 문제를 수렴적으로 접근, 풀이하고자 계획한 반면, C는 기존에 습득한 정보를 회상하려는 경향보다 일상생활의 경험을 토대로 스스로 유추했다. C는 과학에 대한 흥미와 관심이 저조한 편이어서 다른 학생들에 비해 학교 밖 과학 활동 경험이 적었고, 통합 과학을 비롯한 과학 과목 전반에 걸쳐 흥미와 동기 부여가 없었다. 그러나, C는 실험 위주의 수업이 실생활과 연계가 되고 가설을 설정하는 단계에서 유추 및 추론하여 가설이 실험결과와 일치하는데에서 흥미를 느낀다고 했다. C는 문항을 이해하는 단계에서 실생활과 연계하고, 계획, 풀이 단계에서 유추하고 추론하는 성향을 동시에 보였다.

Figure 3에 제시된 문항의 경우, 화성으로 간

사람의 눈이 튀어나오고 얼굴이 일그러지는 원인을 추론하는 문항으로, 화성과 지구의 기압 차이라는 물리적 지식과 함께 그 원인을 추론, 탐구하는 통합적 사고 능력이 필요로 하는 문제다. C의 경우, 높은 산에 올라가면 귀가 먹먹해 진다는 것을 경험으로 알게 되었고, 기압 차이가 생기면 정확하지는 않지만, 몸의 변화가 생긴다는 것을 추론했다.

면담자: C는 어떻게 이게 기압차이라는 것을 알게 되었지?

C: 음. 그냥 짝였어요. 산에 올라가면 귀가 먹먹하게 되잖아요. 그니까 기압이 차이가 나면 뭔가 신체에 이상한 변화가 생기더라구요. 여기도 눈이 튀어나오고, 그런 거는 신체의 변화니까. 기압 차이일 거라고 생각했어요.

D는 200문항 중 115문항을 맞추어 정답률이 57%였고, 그 중 통합 영역의 문항은 40문항 중 31문항을 맞춰 75%의 정답률을 보였다. 특히 추론 및 예상 관련 통합 문항 정답률이 100%로 10개 문항을 모두 맞추었다. 반면, 타 교과와의 통합 문항에 대한 정답률은 0%로 정답을 전혀 맞추지 못했다. D는 통합 문항 풀이에 있어서 유사한 상황과 비교하며 추론하는 경향을 보였는데 선지식에 구애받지 않고 본인만의 창의적 생각으로 상황을 추론하고 예상하고자 하는 태도가 보



Figure 3. C's answer sheet of item 1 in the sixth class

였다. D는 평상시에 과학 잡지 구독을 하고, 또래 친구들과 동아리 활동을 하며 박물관도 견학하며 과학 활동을 많이 하는 편이었고, 공상 과학 영화를 좋아하는 등 연구 참여자 중 학교 밖 과학 활동을 가장 활발하게 하는 학생이었다. 특히, 부모와의 대화 시간이 길었고 대화의 내용도 매우 다양했다. 이러한 학습 배경 및 태도는 D의 학습 태도에서도 드러났는데, 수업 시간 중 다른 연구 참여자들이 생각하지도 못한 창의적 답변과 질문을 많이 했고, 새로운 문항을 풀이하고자 계획하는 단계에서 교과서 및 일상생활에서 관찰한 결과를 토대로 문제를 풀이하고자 접근하려는 경향보다 자신만의 생각으로 유추, 추론하는 경향이 강했다.

D는 유사한 상황에서 관찰하고, 생각했던 장면을 떠올렸고, 기압 차이가 나면 어떻게 신체의 변화가 일어나는지, 그 원인에 대해서도 스스로 생각하고 추론하며, 통합하려는 사고 능력을 보였다(Figure 4).

면담자: D는 어떻게 이게 기압차이라는 것을 알게 되었는지?

D: 영화에서 아이언맨이 화성에 갔다가 몸 안의 압력이 높아져서 손에서 공기가 몸 밖으로 빠져나오는 걸 봤거든요. 그 때, 아마도 그쯤에 학교에서 사람이 달에 가도 질량은 변하지 않는데, 달의 중력이 낮아서 무게는 1/6로 감소한다 했거든요. 사람 질량이 안 변하는 것처럼 기압도 갑자기 안변하잖아요? 그러니까 사람 내부 압력은 그대로이고, 화성이 지구보다

기압이 낮으니까 내부의 강한 압력이 공기랑 눈을 밖으로 밀어내는 거 아니에요?

각 연구 참여자들의 문항 풀이 과정에서 드러난 통합적 사고의 유형과 특성을 정리하면 Table 5와 같다. 지식 연계형은 통합형 문항 풀이 시 기존에 습득한 지식을 연계하여 자료 및 현상의 접근, 이해, 해석에서부터 상황의 문제 해결 및 확산하는 유형으로 타 교과와 연계된 문항 풀이 과정에서 주로 활용되며, 평상시 성적에 대한 관심이 많고, 전체 문항 풀이에서 정답률이 높았다. 연구 대상자 A의 경우, 기존에 습득한 지식을 연계하여 문제를 풀이하고자 했는데, 다른 연구 대상자들에 비해 창의성이 부족하지만, 습득된 지식에 근거하여 사고하는 경향이 있었다. 이에 객관적이고 검증된 지식을 바탕으로 한 문제 풀이가 가능했지만 주변에 대한 관찰과 관찰 결과에 대한 활용과 응용은 다소 부족하다.

실생활 연계형은 평상시 주변에 대한 관심을 기반으로 한 관찰을 통해 과학적 원리를 연계하여 현상을 파악하고 통합적 상황의 문제를 해결하고자 하는 사고력 유형이다. 문제 해결 과정 중 인지적으로 학습된 지식보다 일상생활에서의 경험, 부모와의 학습을 통한 과학적 사고와 쟁점에 노출된 정도가 실생활 연계형의 사고력에 많은 영향을 주었다. 다만, 정확한 지식과 과학적 원리를 간과한 채 관찰 단계에서만 머무를 수도 있고, 지식과 연계한 객관적이고 검증된 사실에

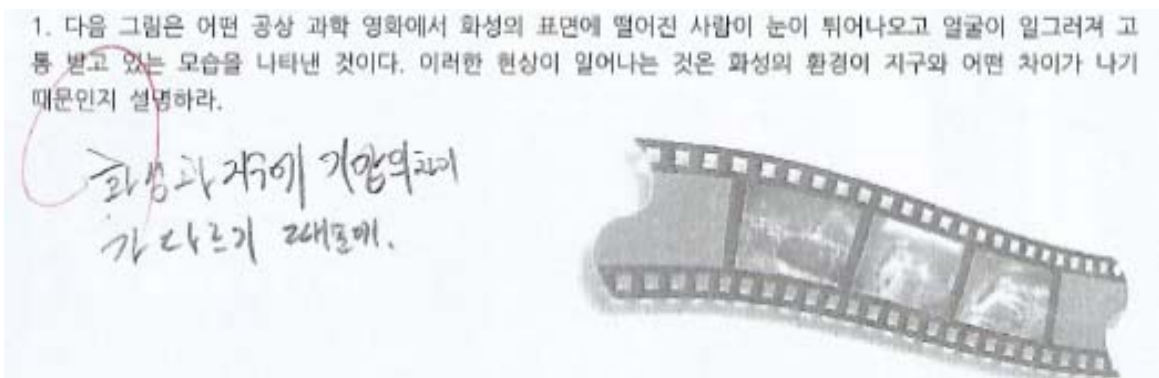


Figure 4. D's answer sheet of item 1 in the sixth class

V. 결론 및 제언

근거한 과학적 사고 및 태도를 함양하는데 부족한 면도 있었다. 문제 풀이 과정에서 일상에서의 경험을 회상하는 사고에 주로 기반하여 창의적 사고를 발휘하는 기회는 적었다.

통합 탐구형은 학교 과학 지식, 사회적 쟁점 속에서 습득한 정보 등을 회상 및 연계하려는 태도보다, 상황 자체를 과학적 논리와 추론, 예상으로 탐구하는 경향이 있었다. 그 결과 다른 유형보다 창의성과 논리적 사고력을 많이 활용했다. 통합 탐구형의 경우, 오랜 시간 동안 다양한 과학적 활동에 근거해 형성된 자신만의 창의적인 아이디어를 활용해 문제를 풀이하고자 했기 때문에 객관적 지식을 근거로 문제 풀이를 하는 특성을 잘 보이지 않았다.

통합 교육은 이제 국내외 교육에서 가장 중요한 교육 현안이고 시대적 흐름이 되었다. 과학은 통합 교육을 선도하는 교과목이고 특히 지구과학은 그 자체로도 가장 통합적 성격이 강한 과목이다. 본 연구는 지구과학 문제 풀이를 통해 학생들의 통합 사고의 특성을 파악하기 위해 진행되었다. 본 연구에서는 중학교 2학년 남녀 학생 각각 2명, 총 4명을 대상으로 10회의 수업 동안 40개의 통합 문항과 160개의 일반 문항 등 총 200개의 지구과학 문제 풀이 과정 중 드러나는 통합 사고의 특성을 알아보았다. 다양한 학습 배경을 가진 각 연구 대상자마다 정답률이 차이가

Table 5. Participants' characteristics of integrative thinking

	A	B	C	D
인지적 환경	지난 학년 과학 성적도 좋았고, 타 교과에 대한 선행 학습을 했으며, 지식 습득에 강한 자신감	인도네시아에서 학교를 다녀, 한국의 정규 교과에 대한 선행 학습, 어휘 능력, 지식 부족	지난 학년의 과학 교과 성적이 좋지 않았으며 과학 교과를 비롯한 타 교과에 대한 학습도 비교적 충분하지 못한 편	지식 습득의 학습에 대한 관심이 별로 없음
정의적 환경	과학 활동 시간이 부족하고 일상생활과의 연계 부족	주로 아버지와 대화로 일상생활 중 과학적 쟁점에 대한 관심을 가지게 되었고, 인터넷 기사 등으로 정보를 습득하고, 과학관, 지질 명소, 박물관 등을 견학하며 과학에 대한 흥미 키움	부모의 학습에 대한 관심과 대화가 부족, 학생도 과학 수업에 대한 관심, 흥미도가 많이 부족	추리, 공상, 우주 과학 영역에 관심이 있어 평소 과학 잡지도 구독하며 흥미를 보임.
통합 사고 능력	인지적 학습에 대한 자신감 및 시간 할애를 많이 하여, 통합 영역 문항 풀이 시 주로 기존 지식 연계 활용. 주로 타 교과와 지식 연계형 통합 교육 희망	평상시 아버지와 과학적 활동, 과학적 태도 및 관찰력으로 통합 영역의 문항풀이시, 주로 STS 적 관찰력 및 정보를 연계하여 문제를 풀이했다. 통합 교육에 대하여서도 이론 위주 보단 일상생활과 연계된 흥미로운 교육을 희망했다.	상황적 통합 영역의 문항을 풀이할 시, 지식의 연계보다는 일상생활 속에서 관찰한 경험을 토대로 유추, 추론하여 문제를 풀이하는 편이었다. 통합교육에 대한 관심 보다는 실험 수업의 흥미없는 과학 수업을 희망했다.	지식 습득에 대한 관심이 부족하고, 흥미를 느끼지 못하고, 통합 영역의 문항 풀이시, 본인만의 창의적인 추론을 하여 문제를 접근하고 풀이하고자 했다. 통합 교육에 있어서도 지식, 위론 위주의 수업에서 벗어나 다양한 통합 교육을 원했다.
통합 유형	지식 연계형	실생활 연계형	실생활 연계형, 통합 탐구형	통합 탐구형

났다. 전체 문항 정답률이 가장 높은 학생이 통합 문항 정답률은 오히려 가장 낮았고, 통합 문항 정답률이 가장 높은 학생이 전체 문항 정답률은 가장 낮았다. 이는 통합 문항 풀이 능력과 일반 문항 풀이 능력이 큰 관련이 없음을 의미하는 것으로 학생들의 통합 사고를 향상시키기 위해서는 일반적인 학교 과학 교수 학습 활동에 더해 통합 사고 향상에 도움을 주는 활동이 필요함을 나타낸다.

학생들의 통합 문항 정답률이 차이가 나는 배경을 파악하고자 면담을 실시한 결과 학생들이 통합 문항 풀이에서 사용한 사고의 유형은 지식 연계형, 실생활 연계형, 통합 탐구형 등으로 나타났는데, 학생마다의 환경과 학습 배경에 따라 각기 다른 유형의 통합 사고를 보여줌을 알 수 있다. 지식 연계형 통합 사고로 문제를 푸는 경향이 있는 학생은 과학 교과에서 학습한 선지식을 활용해 주로 통합 문제를 풀었는데, 그 학생의 통합 문제 정답률은 가장 낮았다. 그러나, 통합 문제 중 타 교과와의 통합 문제의 경우 모두 정확히 해결했다. 실생활 연계형 통합 사고로 문제를 푸는 경향이 있는 학생은 과학과 관련한 풍부한 일상 경험을 통해 주로 통합 문제를 풀었는데 전체 정답률과 무관하게 기본적으로 과학에 대한 흥미가 높은 학생이었다. 통합 탐구형 사고로 문제를 푸는 경향이 있는 학생은 추론, 예상 등의 과학적 사고를 기반하여 주로 통합 문제를 풀었는데 전체 정답률을 뛰어 넘는 논리력을 보여주었다. 그러나, 타교과와의 통합 지식을 묻는 통합 문항은 전혀 해결하지 못했다. 이렇듯 학생들마다 통합 문항의 성격에 따라 다른 결과를 보여주었는데, 과학 교육에서 통합 교육 프로그램이나 교수 학습 개발에 시사점을 줄 수 있다.

융복합 교육에 대한 많은 연구가 이루어져 왔지만, 학생들의 통합 사고력 향상에 영향을 주는 요인에 대해서는 거의 연구된 바가 없다. 본 연구는 4명의 학생들을 대상으로 한 질적 자료를 기반으로 결과를 제시한 것으로 일반화하기 어렵기 때문에 학생들의 문제 풀이 과정에서 통합 사고가 어떻게 기여하는 지에 대해서 객관적으로

검증할 필요가 있다. 이는 학교 과학 교육에서 통합의 내용과 방법의 개선에 있어 구체적 방향 설정이 필요하기 때문이다. 다시 말해, 학생들에게 학교 과학 교육이 어떻게 실시되어야 할지, 학교 밖 과학 경험이 어떠해야 할지 등이 통합 사고 향상에 영향을 줄 수 있다. 다만, 본 연구에서 4명의 학생들을 대상으로 자료를 수집한 탐색 연구로서의 한계는 추후 관련 심층 연구가 이어져 검증될 필요성이 있다. 본 연구에서 드러난 대로 통합 사고 특성은 학생들의 일상 경험과 과학적 사고력과 관련 있었다. 학생의 특성을 파악하지 않은 채 통합 교육 프로그램을 개발하고 일괄적으로 적용하는 식의 통합 교육은 학생들의 통합 사고력 향상에 의미 있는 영향을 주기 어려울 것이다.

참 고 문 헌

- Baek, Y., Park, H., Kim, Y., Noh, S., Park, J., Lee, J., Jeong, J., Choi, Y., & Han, H. (2012). STEAM education in Korea. *Journal of Learner-centered Curriculum and Instruction*, 11(4), 149-171.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Choi, Y., Moon, Y., & An, J. (2011). Research for integrated education of animation and science an animation curriculum, applying lights and shadow. *The Korean Journal of Animation*, 7(4), 159-181.
- Kang, Y., Roh, Y.(2014). The development and application of STEAM programs with a focus on visual art for middle school. *Art Education Review*, 51, 1-24.

국문 요약

- Kim, D., Ko, D., Han, M., & Hong, S. (2014). The effects of science lessons applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(1), 43-54.
- Kim, J. (2011). A cubic model for STEAM education. *The Korean Journal of Technology Education*, 11(2), 124-139.
- Ministry of Education and Science Technology [MEST]. (2009). (2009 revised National Curriculum) Overview of elementary and secondary school curriculum (p. 29). Seoul: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). *National curriculum of elementary and secondary school curriculum* (p. 26). Sejong: Author.
- Lee, H., Kwon, Y., Oh, H., & Lee, H. (2011). Development and application of the educational program to increase high school students' systems thinking skills-Focus on global warming. *The Journal of the Korean Earth Science Society*, 32(7), 784-797.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania: An examination of the history and importance of integrative STEM Education. *Technology and Engineering Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sin, J. (2011). The effects on creative thinking of curriculum integration classes with the multiple intelligences theory applied. *The Journal of Child Education*, 15(2), 301-317.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U. S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(6), 1072-1086.

본 연구의 목적은 다양한 학습 배경을 가진 학습자가 지구과학 문제 풀이에서 활용하는 통합 사고의 유형과 특성을 파악하는 것이다. 중학교 2학년 4명을 대상으로 학습자의 과학 학습 관련 배경을 묻는 사전 설문 조사지, 지구과학 교과를 중심으로 상황적 통합 영역의 문항이 포함된 검사지를 사용하여 조사했다. 검사지는 총 200문항으로, 10회에 걸쳐 시행되었다. 통합적 사고 능력을 파악하기 위한 문항은 40문항이었고 일반 문항이 160문항이었다. 학생들마다 일반 문항 정답율과 통합 문항 정답율에 있어 일관된 연관성을 드러내지 않았다. 각 연구 대상자의 통합 사고력의 유형을 파악하기 위하여 검사 문항 풀이 후, 유형별 정답률을 분석했고, 각 문항 풀이에 활용한 사고의 특징 파악을 위하여 연구 대상자를 면담하고 그 내용을 분석했다. 그 결과 문제 풀이에 사용한 통합 사고 유형을 지식 연계형, 실생활 연계형, 통합 탐구형으로 구분할 수 있었다. 과학 교수 학습에서 학생들의 특성을 고려하여 통합 사고력을 향상시킬 수 있는 다양한 방안이 연구되어야 할 것이다.

주제어: 통합 사고 유형, 문제 풀이, 지구과학