교육과정평가연구
The Journal of Curriculum and Evaluation
2021, Vol. 24, No. 4, pp. 239~268
DOI: https://doi.org/10.29221/jce.2021.24.4.239

마인드맵을 활용한 청소년의 생태적 이해 진단도구 개발 및 타당화[1)]

함은혜 (공주대학교 교육학과 부교수)*
유예림 (한국교육개발원 부연구위원)
임다미 (공주대학교 교육학과 조교수)**

요약

이 연구는 마인드맵을 활용하여 청소년의 생태적 이해를 진단하기 위한 과제와 채점기준을 개발하고 타당화하기 위하여 수행되었다. 청소년의 생태적 이해는 '생태계의 기본 지식과 원리를 바탕으로 인간과 자연의 상호의존성을 이해하고, 생태계 구성요소들 간의 연쇄적 관계를 분석할 수 있는 능력'으로 정의하였다. 총 549명의 초등학생과 중학생이 문제 발견-마인드맵 그리기-마인드맵 설명하기의 단계로 구성된 수행형 과제에 참여하였으며, 총 7명의 채점자가 학생들의 수행을 평정하였다. 산출된 자료를 다국면 Rasch모형을 적용하여 분석한 결과는 다음과 같다. 첫째, 난이도가 가장 낮은 항목은 '연쇄적 관계 분석' 영역 중 '나(우리)의 행동이 자연 및 지구환경에 연쇄적으로 영향을 준다는 것을 설명한다'였던 반면, 난이도가 가장 높은 항목은 '생태계 기본 지식과 원리 이해' 영역 중 '생물학적 개념을 적절히 사용한다'였다. 둘째, '대상 동식물이 나(우리)에게 연쇄적으로 영향을 준다는 것을 설명한다'를 제외한 모든 항목에서 중학생의 점수가 초등학생보다 평균적으로 유의하게 높았다. 셋째, 중학생 집단에서는 생태적 이해와 생태적 감수성 및 태도 간의 상관이 정적으로 유의한 반면, 초등학생 집단에서는 생태적 이해와 생태적 감수성 및 태도 간의 상관이 유의하지 않았다. 마인드맵 수행과제를 활용한 생태적 이해 진단의 유용성과 향후 연구 과제가 논의되었다.

주제어 : 생태적 이해, 자연-인간 상호의존성, 마인드맵, 진단도구

1) 이 논문은 2020년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2020S1A3A2A02095447). 이 연구는 2020년 충청남도교육청의 지원을 받아 수행된 '충남 혁신학교 종단연구(준비)' 연구 중 일부 내용을 확장·발전시킨 것임.
* 제1저자, eham@kongju.ac.kr
** 교신저자, tamiim@kongju.ac.kr

I. 서 론

생태계 훼손으로 인해 환경 오염, 기후 변화, 종의 감소 등의 문제가 심각해지고, 이는 결국 인간의 생존에도 위기를 초래하고 있다. 생태계 파괴 문제를 극복하기 위해서는 인간과 다른 생명체의 공존의 필요성을 인식하는 것이 중요한데, 이를 위해 생태적 소양의 중요성이 대두되고 있다(최소영, 김기대, 2018). 생태적 소양은 청소년기에 습득되어 이후의 사고와 행동에 영향을 미치게 되므로 21세기 청소년이 갖추어야 할 중요한 역량의 하나로 강조되고 있다. 생태적 소양은 학자에 따라 다양하게 정의되고 있는데, 생태적 앎을 바탕으로 이에 대한 배려와 실천적 역량을 포함하는 것(Orr, 1992), 환경을 읽을 수 있고 이것의 생태적 본질을 고찰할 줄 아는 습관(Bendik-Keymer, 2006) 등으로 정의되었다. Capra(2009)는 생태적 소양이 있는 사람이 된다는 것은 생태계의 조직 원리들을 이해하는 것과 동시에 지속가능한 인간 공동체를 창조하기 위한 상호의존성, 지속가능성, 생태학적 사이클, 에너지의 흐름, 협력, 융통성, 다양성, 공진화와 같은 원칙들을 사용하는 것을 의미한다고 정의하였다(허우정, 2011).

생태적 소양은 인간이 지속 가능한 삶을 영위하기 위해 중요한 소양의 하나로, 생태적 이해, 생태적 감수성, 생태적 태도를 포괄하는 다차원적 속성을 가진 개념이다. 청소년기는 생태적 소양 형성에 중요한 시기이므로 초·중등학교급에서 생태적 소양을 함양하기 위한 생태 교육의 필요성이 최근 더욱 강조되고 있다. 생태적 소양의 하위 영역 중 생태적 감수성은 유아와 초등학교 저학년 수준에서 강조되는 반면, 추상적 사고가 발달하는 초등학교 고학년부터는 생태적 이해가 강조되고 있다(우석훈, 2009; 최소영, 김기대, 2019). 생태적 이해의 중요성과 생태적 이해 함양을 위한 교육의 필요성이 강조되었음에도 불구하고, 생태적 소양에 관한 선행 연구들을 살펴보면 주로 유치원, 초·중학생들의 생태적 감수성에 초점을 맞추거나(김규래, 김효정, 2019; 이승화, 이형철, 2019), 자기보고식 설문지를 통해 생태적 소양을 측정하거나 척도를 개발하는 연구를 중심으로 이루어졌다(김선민, 김기대, 2013; 송현주, 이상원, 2011; 윤주영, 서우석, 2010; 임진경, 허혜경, 2019; 주은정, 김재근, 2012; 최소영, 김기대, 2019). 생태적 이해는 생태적 소양을 함양하는 데 바탕이 되는 영역으로, 생태적 감수성, 생태적 태도나 생태적 실천에 비해 학교에서의 교육 활동을 통한 향상 가능성이 높은 역량인 만큼 이에 대한 연구가 필요한 상황이다.

2015 개정 교과 교육과정에서 생태적 이해와 관련된 성취기준을 살펴보면 초등학교의 경우 과학, 사회, 실과 교과에서 생태적 요소에 대한 이해와 더불어 생태계 구성요소 간의 관계성을 설명할 수 있다는 성취기준이 제시되어 있고, 중학교의 경우 과학, 기술가정, 도덕, 사회 교과에서 생물의 다양성을 이해하고 관계성과 효과를 분석하고 설명할 수 있다는 성취기준이 제시되어 있다. 국가수준 교육과정에 확인할 수 있는 것과 같이, 생태적 이해는 생태계와 관련된 교과 지식의 습득만을 의미하는 것이 아니라 자연과 인간의 관계성과 상호의존성을 이해하고 내면화한 후 실제 상황에서 이와 같은 관계성을 분석하고 표현할 수 있는 능력을 포함한 역량으로 볼 수 있다. 그러므로 생태적 이해를 함양하는 교육을 위해서는 교과 지식의 양을 측정하는 것을 넘어 범교과적 교수-학습 맥락에서 학생들의 생태적 이해에 관한 질적 수준을 종합적으로 측정·진단하는 과정이

필수적이다.

기존 연구에서는 생태적 이해가 주로 자기보고식 척도나 선다형 문항을 활용하여 측정하는 방식을 통해 평가되었는데(송은주, 2014; 이상의 외, 2021; 최경민, 이영기, 손장호, 2019), 이와 같은 측정 도구들은 학습자의 생태적 지식의 정도를 측정할 수는 있지만, 생태적 이해의 질적 수준이나 종합적인 지식의 구조를 파악하는 데는 한계를 가지고 있다. 생태적 이해에서 중요한 것은 생태적 개념의 정확성보다는 자연과 나 사이의 상호연결성(상호의존성)에 대한 인식과 현실적인 문제에서 이를 활용하여 분석할 수 있는 능력을 포함하므로, 단일 교과 맥락에서 지식의 양을 측정하기보다는 범교과적 교수-학습 맥락에서 학생들의 생태적 이해의 수준을 간편하게 진단할 수 있는 도구가 필요하다. 특히 단편적인 생태적 지식의 양에 대한 측정을 넘어 생태적 이해의 발달 과정과 모습을 종합적으로 이해하기 위해서는 실제 학생들의 생활과 관련성이 있는 수행과제를 통해서 학생들의 생태적 이해를 직접 측정·진단하는 방법을 탐색해볼 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 청소년의 생태적 이해를 진단하기 위한 수행과제와 채점기준표를 개발하여 타당화하였다. 특히, 시각화 학습도구로 널리 활용되는 마인드맵 그리기를 수행과제로 설계하여, 해당 과제에서의 수행을 관찰·분석·평가하였다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 마인드맵을 활용한 청소년의 생태적 이해 진단 결과 자료는 다국면 Rasch모형에 적합한가?

둘째, 마인드맵을 활용한 청소년의 생태적 이해 진단 결과는 학교급에 따라 차이를 보이는가? 초등학생과 중학생의 생태적 이해 점수 분포에 차이가 있는가?

셋째, 마인드맵을 활용한 청소년의 생태적 이해 진단 결과와 준거변인(생태적 감수성, 생태적 태도)과의 관계가 적절한가?

II. 선행연구 분석

1. 청소년의 생태적 이해

가. 생태적 소양과 생태적 이해

생태적 소양은 생태계의 기본 지식과 원리를 이해하고 자연에 공감하며 민감하게 반응하고, 생태중심적 태도를 실천에 옮기는 역량이다(노희정, 2017; Orr, 1992). 생태적 소양에 관한 선행연구를 종합해보면 생태적 소양은 정의적 영역(생태적 감수성, 생태적 태도), 인지적 영역(생태적 이해), 행동적 영역(생태적 실천 및 참여)으로 구성된다. 이 중 생태적 이해는 대부분의 선행연구에서 공통적으로 생태적 소양의 구성요소로 정의되고 있으며, 생태적 이해를 생태적 소양 함양에 가장 기본이 되는 중요한 영역으로 간주하기도 한다(주은정, 2016). 선행 연구를 정리해보면 생태적 이해는 〈표 1〉과 같이 생태적 지식, 생태적 원리에 대한 이해, 자연과 인간의

조화에 대한 이해, 관계성·공생·순환성·유연성·다양성에 대한 앎, 생태계의 개념 및 원리에 대한 이해, 생태적 쟁점에 대한 다면적 분석 및 융합적 사고 등을 포함하는 개념으로 정의된다(이수종, 2007; 진옥화, 최돈형, 2005; 최소영, 김기대, 2019; Orr, 2013). 주은정(2016)은 생태적 이해의 7가지 구성 요소를 생물 다양성, 개체 생태와 환경에 대한 적응, 진화와 개체군 유전학, 종내/종간 상관관계, 생태계, 실험 기능, 응용으로 정의하였다. 정리하면, 생태적 이해는 생태계의 개념 및 원리에 대한 이해와 생태적인 쟁점에 대한 다면적 분석으로 구성된다고 볼 수 있다.

〈표 1〉 생태적 이해의 내용

연구자(연도)	생태적 이해의 내용
Orr(2013)	생태계의 원리에 대한 이해
진옥화, 최돈형(2005)	생태계의 주요 개념에 대한 지식
이수종(2007)	관계성·공생·순환성·유연성·다양성에 대한 앎
정현희, 서우석(2008)	우리가 살고 있는 자연환경의 중요성과 인간이 환경과 상호작용한 결과로 나타난 환경문제에 대한 인식
김선민, 김기대(2013)	개념, 지식, 이해
주은정(2016)	생물 다양성, 개체 생태와 환경에 대한 적응, 진화와 개체군 유전학, 종내/종간 상관관계, 생태계, 실험 기능, 응용
최소영, 김기대(2019)	생태계의 개념 및 원리에 대한 이해 생태적 쟁점에 대한 다면적 분석 및 융합적 사고

청소년기에 생태적 이해를 갖추는 것은 성인이 된 후에도 생태 친화적이고 지속 가능한 삶을 영위하는 데 영향을 미치므로(노희정, 2017; 최소영, 김기대, 2019; Leeming, Dwyer, & Brackenl, 1995), 생태적 이해를 향상시키기 위한 교사 연수와 융합 교육 및 학년 연계 교육의 필요성이 제안되었다(성경원, 남영숙, 2019). 이 연구에서는 선행 연구를 바탕으로 청소년의 생태적 이해를 '생태계의 기본 지식과 원리를 바탕으로 인간과 자연의 상호의존성을 이해하고, 생태계 구성요소들 간의 연쇄적 관계를 분석할 수 있는 능력'으로 정의하였으며, 구체적으로 자연과 인간의 상호의존성을 이해하고, 이를 관련 교과 개념을 활용하여 분석하고 활용할 수 있는 능력을 포함하고 있다. 이 연구에서는 생태적 이해를 관련 교과 지식/개념 자체가 아닌 범교과적 역량으로 정의하고 학생들이 자연과 인간의 상호의존성에 대한 이해를 바탕으로 자연과 나와의 관련성을 성찰하고 분석하는 능력에 초점을 두었다는 특징이 있다.

나. 생태적 이해 관련 교과 교육과정의 내용 체계

우리나라의 2015 개정 교육과정에서 생태적 이해와 관련된 내용을 다루는 공통 교육과정은 사회, 과학, 도덕, 실과/기술·가정 교과가 대표적이며, 중학교의 경우 선택 교육과정 중 환경 교과가 포함된다. 이 연구의 대상인 초등학교 5-6학년과 중학교 1-3학년의 관련 공통 교육과정 문서(교육부, 2015b, 2015c, 2015d, 2015e)를 바탕으로, 생태적 이해와 관련된 2015 개정 교과 교육과정의 내용 체계를 정리하면 〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉 생태적 이해 관련 2015 개정 교과 교육과정의 내용 체계

구분		영역	내용 요소	기능 요소	성취기준
초	과학	환경과 생태계	생물 요소와 비생물 요소	문제 인식, 탐구 설계와 수행, 자료 수집·분석·해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통	생태계가 생물 요소와 비생물 요소로 이뤄져 있음을 알고 생태계 구성 요소들이 서로 영향을 주고받음을 설명할 수 있다.
			생태계의 구조와 기능, 환경오염의 영향, 생태계 보전 노력, 먹이 사슬과 먹이 그물, 생태계 평형		생태계 보전의 필요성을 인식하고 생태계 보전을 위해 우리가 할 수 있는 일에 대해 토의할 수 있다.
	사회	지속 가능한 세계	지구촌 환경문제, 지속가능한 발전, 개발과 보존의 조화	수집, 기록, 분석, 평가, 설명, 공감, 탐구, 의사 결정하기, 그리기, 해석, 조사하기	지구촌의 주요 환경 문제를 조사하여 해결 방안을 탐색하고, 환경문제 해결에 협력하는 세계시민의 자세를 기른다.
					지속가능한 미래를 건설하기 위한 과제(친환경적 생산과 소비 방식 확산 등)를 조사하고, 세계시민으로서 이에 적극 참여하는 방안을 모색한다.
	실과	기술 활용	친환경 미래 농업	탐색, 계획, 실천, 조작, 활용, 적용, 종합, 평가, 제안, 설계, 제작, 실행, 판단, 조사, 추론	지속가능한 미래 사회를 위한 친환경 농업의 역할과 중요성을 이해한다.
중	과학	생명의 연속성	생물다양성의 중요성	(초등학교의 과학 교과와 동일)	생물의 다양성을 이해하고, 변이의 관점에서 환경과 생물다양성의 관계를 설명할 수 있다.
					생물다양성 보전의 필요성을 이해하고, 생물다양성 유지를 위한 활동 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
	기술·가정	기술 시스템	신·재생 에너지	(초등학교의 실과 교과와 동일)	신·재생 에너지의 활용을 이해하고 신·재생 에너지 개발의 중요성을 인식하여, 효율적 에너지 이용 방안을 제안한다.
	도덕	자연·초월과의 관계	자연과 인간의 바람직한 관계는 무엇인가? (자연관)	생명감수성 고양, 전일적 사고, 평정심. 실존적 자각 능력, 실천 성향 및 의지	인간과 자연의 조화를 통한 삶의 중요성과 환경보호의 필요성을 다각적으로 이해하고, 생태지속가능성의 관점에서 소비 생활과 환경에 대한 가치관을 평가하며, 환경친화적 실천 기술을 익힐 수 있다.
	사회	인문환경과 인간생활	지속가능한 자원 개발	(초등학교의 사회 교과와 동일)	지속가능한 자원의 개발 사례를 조사하고, 그것의 긍정적·부정적 효과를 평가한다.
		지속 가능한 세계	지구환경문제, 지역 환경문제, 환경 의식		전 지구적 차원에서 발생하는 기후 변화의 원인과 지역 변화를 조사하고, 이를 해결하기 위한 지역적·국제적 노력을 평가한다.
					환경 문제 유발 산업이 다른 국가로 이전한 사례를 조사하고, 해당 지역 환경에 미친 영향을 분석한다.
					생활 속의 환경 이슈를 둘러싼 다양한 의견을 비교하고, 환경 이슈에 대한 자신의 의견을 제시한다.

이를 통해 초등학교 5-6학년에서는 생태계, 친환경 기술 등의 생태 지식을 주로 학습하며, 환경과 생태계를 보호 또는 보전하기 위한 실천 방안 또한 다루고 있음을 확인할 수 있다. 또한 중학교 1-3학년의 공통 교육과정에서는 생물다양성, 신·재생 에너지 등의 보다 심화된 지식을 학습하며, 환경의식을 전 지구적 차원으로 확장하여 접근함으로써 자연-인간의 상호의존성에 대해 보다 적극적으로 탐구하는 것을 확인할 수 있다. 예컨대, 도덕 교과의 '자연·초월과의 관계' 영역에서는 자연과 인간의 바람직한 관계에 대해 모색하며, '생명 감수성 고양 능력, 전일적 사고 능력, 실존적 자각 능력, 실천 성향 및 의지' 등의 기능 요소를 배양하고 있다(교육부, 2015b).

중학교의 선택 교육과정인 환경 교과에서는 환경과 인간, 환경의 세계, 지역 환경과 지구 환경, 지속가능한 사회의 4개 영역을 통해 환경 감수성, 환경 공동체 의식, 성찰·통찰 능력, 창의적 문제해결력, 의사소통 및 갈등해결 능력, 환경정보활용 능력 등의 역량을 기르는 데 초점을 두고 있다(교육부, 2015f). 해당 교과에서는 생태계, 자원과 에너지, 기후변화, 환경정의 등 생태적 이해 관련 내용을 구체적·체계적으로 다루고 있다. 다만, 전국에서 환경 교과를 선택한 학교의 비율은 2018년 기준으로 8.4%에 불과(교육부, 2020; 이선경 외, 2020: 444에서 재인용)하여, 다수의 학생이 해당 교과의 내용을 충실히 학습하고 있다고 간주하기에는 어려움이 있다.

한편, 2015 개정 교육과정에서는 개별 교과 이외에도 범교과 학습 주제 중 하나로 '환경·지속가능발전 교육'을 제시하고, 이를 교과와 창의적 체험활동 등 교육 활동 전반에 걸쳐 통합적으로 다루도록 하였다(교육부, 2015a). 그러나 해당 학습 주제들이 각 교과 교육에서 어떻게 포함되고 다루어져야 할지에 대한 뚜렷한 지침이나 전략은 없는 실정이다(이선경 외, 2020). 창의적 체험활동의 경우에는 봉사활동 영역에 환경보호활동과 캠페인활동이 포함되어 있으며, 동아리활동의 예시로 생태 환경 탐구가 제시되었다(교육부, 2015g). 이 중 환경보호활동에는 깨끗한 환경 만들기 등의 환경정화활동과 식목 활동, 자원 재활용, 저탄소 생활 습관화 등의 자연보호활동이 활동 내용으로 예시되어 있다(교육부, 2017a, 2017b).

2. 생태적 이해 평가방법

가. 생태적 이해 평가도구

생태적 소양의 인지적 영역이라고 할 수 있는 생태적 이해를 단독으로 평가하기 위해 개발된 검사도구는 많지 않다. 선행연구에서 생태적 이해 평가도구는 대부분 생태적 소양을 전반적으로 측정·평가하기 위한 도구의 하위 영역으로 구성되어 있으며, 대표적인 해외 연구 사례로는 초등학생을 대상으로 한 CHEAKS(CHildren's Envirionmental Attitudes and Knowlege Scale)(Leeming, Dwyer, & Bracken, 1995)와 NEP(New Ecological Paradigm scale for use with Children)(Manoli, Johnson, & Dunlap, 2007)이 있다. 이들 평가도구에서 생태적 이해 영역의 문항은 CHEAKS의 경우 5지 선다형, NEP의 경우 5점 리커르트 척도 형태로 개발되었다. 그리고 이후 개발된 관련 평가도구는 대부분 이를 번안하거나 수정·보완하는 방식으로 진행되었다(Evans et al., 2007).

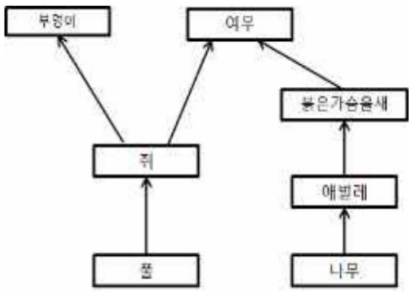
〈표 3〉은 국내 초·중학생을 대상으로 개발된 기존의 생태적 이해 평가도구의 개요를 나타낸 것이다. 국내 사례에서도 생태적 이해 평가도구는 환경 또는 생태적 소양의 하위 영역 중 하나로 구성(송은주, 2014; 정현희, 서우석, 2008; 진옥화, 최돈형, 2005; 최경민, 이영기, 손장호, 2019 등)되어 있으며, 일부는 과학 또는 환경 교과에서 학생들의 과학적 개념/오개념을 진단하기 위한 평가도구(이상의 외, 2021; 천경희, 2002)로 개발된 바 있다. 이 평가도구들은 주로 생태계와 환경 문제와 관련된 생태적 지식을 측정하는 형태로 개발되었으며, 피평가자들이 제시된 진술문에 대해 5점 리커르트 척도를 활용하여 스스로 평정하는 자기보고식 척도를 활용한 것으로 나타났다. 예컨대, 정현희와 서우석(2008)은 '냉장고, 에어컨의 냉매인 프레온 가스는 오존층을 파괴하여 우리 인체에 막대한 피해를 준다', '우유나 주스를 하수구로 버리면 하천을 오염시킨다'와 같은 문항을 통해 학생들의 환경 지식을 자기보고식으로 측정하고자 하였다.

〈표 3〉 국내 연구자가 개발한 생태적 이해 관련 평가도구의 개요

연구자(연도)	검사명(대상)	생태적 이해 관련 문항 내용(문항 수)	검사 형태
천경희 (2002)	환경 지식 측정도구 (중학생)	대기환경, 수질환경, 생태계(각 4) 토양환경, 원자력과 미래에너지(2) 소음분진, 폐기물 및 재활용, 일반 사회환경(각 1)	5점 척도, 자기보고식 응답
진옥화, 최돈형 (2005)	환경 소양 측정도구 (중학생)	생태적 지식(6) 환경 쟁점 지식(12) 환경 쟁점 조사·행동 전략 지식(4)	4지 선다형
정현희, 서우석 (2008)	환경 소양 측정도구 (초등학생)	환경 지식(8)	5점 척도, 자기보고식 응답
금지헌, 김진모 (2011)	NEP Scale (초등학생)	친NEP성향(8) 반NEP성향(7)	5점 척도, 자기보고식 응답
송은주 (2014)	글로벌 생태소양 측정도구(초등학생)	글로벌 생태적 지식(7) 글로벌 환경 쟁점·문제 이해(2) 가치·행동 판단 기능(1)	5점 척도, 자기보고식 응답
최경민, 이영기, 손장호(2019)	그린에너지 소양 측정도구(초등학생)	그린에너지가 이용되고 있는 상황, 종류, 특성에 대한 지식(9)	5점 척도, 자기보고식 응답
이상의 외 (2021)	AAAS 생태개념 검사도구(중·고등학생)	먹이그물과 생명체 상호관계(26) 제한된 자원과 생명체 간 경쟁(8) 생태계 평형 유지 원리(11)	4지 선다형

한편, 4지 선다형 문항을 통해 생태적 이해를 측정하고자 한 연구도 있다. 예컨대, 진옥화와 최돈형(2005)은 생태적 지식을 측정·평가하기 위해 '새는 꽃의 꿀을 먹는 나비를 먹이로 하고, 이 새는 또한 매의 먹이가 된다. 이러한 관계는 무엇입니까? ① 공생관계, ② 먹이사슬, ③ 경쟁관계, ④ 가장 적합한 것의 생존)'과 같은 문항과 답지를 활용하였다. 그리고 이상의 외(2021)의 연구에서는 미국 과학진흥협회(American Association for the Advancement of Science)에서 선다형으로

개발한 생태개념 평가 문항을 활용하여, 특정 과제 상황에서 인간-자연의 상호관계를 이해·분석하는 능력을 평가하고자 하였다([그림 1] 참조).



그림은 어떤 지역에서 생물들 사이의 먹고 먹히는 관계를 나타낸 것이다. 화살표 방향은 피식자에서 포식자로 향한다. 이 지역의 붉은가슴울새를 모두 죽이지만 다른 식물이나 동물에는 영향을 주지 않는 질병이 발생하였다. 오직 그림에서 나타나는 관계에서, 붉은가슴울새가 죽은 이후 여우의 수는 변화가 없다면, 어떤 생물의 수가 증가하는가?

① 쥐 ② 부엉이 ③ 나무 ④ 애벌레

[그림 1] 이상의 외(2021: 246)의 생태개념 검사도구 문항 예시

요컨대, 기존의 생태적 이해 관련 평가도구는 국가 교육과정 등을 통해 학습한 생태계와 환경에 대한 지식을 자기보고식 척도나 선다형 문항을 활용하여 측정하는 방식으로 개발되었다. 다만, 최근에는 생태적 지식을 단편적으로 측정하는 것뿐만 아니라, 주어진 과제 상황에서 생태계 구성요소 간의 관계를 시스템적으로 사고하고 분석하는 형태의 평가도구가 일부 개발되기 시작하였다. 학생들이 생태계를 시스템적으로 이해하고 있는지를 측정·평가하기 위해서는 단순한 개념이나 용어의 의미를 묻는 형태가 아닌, 일상생활의 맥락에서 각 구성요소 간의 상호작용을 종합적으로 분석·평가할 수 있는 도구를 개발할 필요가 있다(이상의 외, 2021). 또한 자기보고식 검사도구뿐 아니라 구술평가, 지필평가, 실기평가 등의 수행형 평가도구가 함께 제시된다면 보다 구체적이고 정확한 측정이 가능할 것이다(정희라, 최지선, 백성희, 2020).

나. 생태적 이해 평가도구로서의 마인드맵 활용 가능성

마인드맵은 학습자가 복잡성을 가진 자신의 지식의 체계(구조)를 시각적으로 표현할 수 있는 시각화 학습도구 중 하나이다(류지헌, 정효정, 2013; Buzan & Buzan, 1993). 마인드맵은 학습자가 머릿속에 알고 있는 개념이나 개념 간의 관계를 시각적으로 나타내어 전체적인 지식의 구조를 형상화할 수 있다는 점에서 구성주의 맥락에서 의미있는 학습도구로 활용되고 있다. 마인드맵을 작성할 때 학습자는 좌뇌와 우뇌를 동시에 활용하고 과학, 예술, 상상력과 논리력을 균형있게 사용하기 때문에 학습자의 반성적 사고를 발현하는 데에 효과적이다(Zhou et al., 2016). 또한, 학습도구로 마인드맵을 활용할 경우 학습자들이 메타인지 수준에서 개념들 간의 상호의존성(상호연결성)에 대한 이해와 의미있는 학습을 증진시키는 능동적 학습을 활성화할 수 있다는 장점이 있다(D'Antoni, Zipp, & Olson, 2009).

마인드맵을 학습도구로 사용한 다양한 연구 결과들을 살펴보면, 마인드맵이 한국어 교육에서

어휘를 장기적으로 기억하는데 긍정적인 효과가 있고(김영주, 남상은, 권유진, 2009), 마인드맵 활동이 중학생의 수학 개념구조 형성과 수학적 창의력 신장에 긍정적인 효과를 보였으며(김원경, 송순자, 2004), 마인드맵 활용 수업이 창의적 사고, 기억력, 학업효능감에 긍정적인 영향을 보이고(이미숙 외, 2019), 마인드맵 활용이 과학 교과에 대한 태도와 과학 탐구능력에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다(최성봉, 송경훈, 2013). 과학영재 학생들을 대상으로 마인드맵 활동이 인과지도 작성에 미치는 효과를 분석한 연구에서 마인드맵 활동을 경험한 집단의 인과지도 내용이 통제집단에 비해 복잡하고 다양하게 나타났는데, 해당 연구에서는 마인드맵 활동을 배경지식을 활성화하고 사고의 체계화를 유도하여 창의적 문제해결을 위한 시스템적 사고 향상을 위한 방안의 하나로 제안하였다(손준호, 김종희, 2016). 이 연구들은 공통적으로 마인드맵 활동을 통해 학습자들이 단편적인 개념 습득이 아닌 개념 간의 관계성, 상위 개념과 하위 개념 간의 위계 등에 대한 인지적 구조를 형성하게됨으로서 학습에 긍정적인 효과를 가져온 것으로 해석하였다.

마인드맵은 학습도구로 활용됨과 동시에 학습자의 인지구조에 대한 양적, 질적 평가를 위한 평가도구로도 검토되어왔다. 주호수(1999)의 연구에서는 다양한 개념들 간의 개념구조를 이해하고 확장해가는 것이 중요한 과학교과의 특성을 고려하여 학습자들이 가진 단편적인 지식만을 평가하는 것이 아니라 학습자들이 개념들 간의 관계, 개념에 대한 인지적 구조를 어떻게 형성하고 있는지에 대한 평가가 필요함을 강조하면서 마인드맵을 과학교과에서의 평가도구로 제안하였다. 생물 개념 이해에 대한 평가도구로서 마인드맵의 타당도, 신뢰도, 현장 적용 가능성을 분석한 연구에서는 Novak & Gowin(1984), McClure & Bell(1990), Burry-Stock(1995)의 3가지 채점 방법을 사용하여 마인드맵을 채점한 후 신뢰도와 타당도가 확보될 수 있음을 확인하여 평가도구로서의 활용 가능성을 제안하였다(조정일, 김정, 2002). 마인드맵을 중학교 생물 개념 평가도구로서의 활용 가능성을 탐색한 연구에서는 학업 성취도와 마인드맵 점수 간의 상관이 매우 높고, 일치도 점수도 높은 것으로 나타나 마인드맵을 성취도 평가 도구로서 활용 가능성이 있다고 제안하며, 마인드맵은 학생의 인지구조를 탐색하기에 적합하고, 이를 현장에서 평가도구로 활용할 경우 채점기준표의 세부 항목을 숙지하여 신뢰성을 갖춘 평가가 이루어져야 한다고 제언했다(고옥란, 조정일, 2001). 마인드맵을 평가도구로 활용하기 위해 필요한 채점 루브릭을 개발하거나 다양한 루브릭을 활용해서 평가자 간 신뢰도를 분석한 연구도 진행되었다(D'Antoni et al., 2009; Franklin et al., 2015; Hua & Wind, 2019; Zvauya et al., 2017).

선행 연구를 바탕으로 이 연구에서 마인드맵은 다음과 같은 이유로 생태적 이해를 진단하기 위한 도구로서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대한다. 첫째, 기존의 생태적 이해 평가도구는 주로 자기보고식 선다형 문항을 통해 학습자들의 생태적 지식을 단편적으로 측정하고자 하였다는 한계를 가지고 있다, 둘째, 생태적 이해에 대한 평가는 환경, 생태에 관한 교과 지식의 양으로 측정하는 것이 아니라 생태적 지식에 대한 앎과 이를 바탕으로 자연과 인간의 공존에 대한 관계성을 분석할 수 있는 능력을 범교과적 맥락에서 종합적으로 측정할 필요가 있기 때문에, 학습자가 개념 간의 관계를 어떻게 형성하고 있는지를 파악할 수 있는 마인드맵이 적합한 측정 도구로 제안될 수 있다.

III. 연구방법

1. 연구대상

충남지역 3개 초등학교 고학년(5-6학년) 학생 229명, 3개 중학교(1-3학년) 학생 320명, 총 549명이 연구에 참여하였다. 먼저 연구 참여 학교를 모집하였으며, 연구 참여에 동의한 학교 내에서 학급 단위로 교사와 학생들의 동의를 얻었다. 수행과제는 학급 단위로 시행되었으며, 연구 참여 학생들의 학년별 분포는 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉 학교급 및 학년별 연구참여 학생 수

학교급	학년	학생 수	비율(%)
초등학교	5학년	165	30.1
	6학년	64	11.7
중학교	1학년	109	19.9
	2학년	109	19.9
	3학년	102	18.6
전체		549	100.0

2. 측정도구 개발 절차

가. 생태적 이해 진단을 위한 과제 개발

이 연구에서는 생태적 이해를 '생태계의 기본 지식과 원리를 바탕으로 인간과 자연의 상호의존성을 이해하고, 생태계 구성요소들 간의 연쇄적 관계를 분석할 수 있는 능력'으로 정의하고, 청소년의 생태적 이해를 진단하기 위한 마인드맵 그리기 과제를 개발하였다. 구체적인 개발 절차는 다음과 같다. 첫째, 생태적 소양 및 생태적 이해 관련 선행연구를 분석하고, 이와 관련된 국가교육과정의 내용 체계를 검토하여, 청소년의 생태적 이해 수준을 진단하기 위한 진단요소를 도출하였다. 핵심 진단요소는 '자연과 인간의 상호의존성 이해'로, 초등학교 고학년과 중학생 수준에서 '자연(환경)과 인간의 상호의존적 관계를 구체적으로 이해하고, 이를 자신과 실질적으로 관련된 문제로 인식하는 정도'를 진단하고자 하였다. 이는 '생태계'와 '자연과의 공존'을 추상적이고 관념적인 개념으로 이해하거나 그것을 당위적으로 수용하는 것과는 달리, 실제 생태계가 작동하는 방식을 정교하게 이해하되, 그 시스템 안에 나(혹은 우리)라는 존재가 어떻게 위치하는지를 성찰함으로써 공존의 관계를 실질적으로 인식하는 것을 의미한다. 하위 진단요소는 ① 연쇄적(인과적) 관계 분석, ② 생태계의 기본 지식과 원리 이해의 두 가지로 구성하였다.

둘째, 학습자의 생태적 이해 수준을 효과적으로 관찰하기 위한 마인드맵 과제의 내용과 형식을

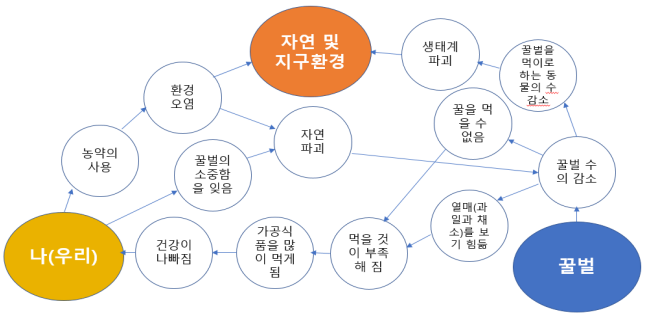
탐색하여, 최종적으로 ① 문제 발견, ② 마인드맵 그리기, ③ 마인드맵 설명하기의 단계로 과제를 구조화하였다. 문제 발견은 사전활동으로, 학습자들에게 마인드맵에 담을 만한 생각이나 정서를 상기할 수 있도록 돕는 장치를 마련할 필요가 있다고 판단하여 설계하였다. 이를 위해, 생태적 현안을 다루는 유튜브 동영상 자료를 찾아보고 선정하였는데, 이는 관련 동영상 시청이 마인드맵 그리기 활동에 대한 학습자들의 인지적, 정서적 참여를 즉각적으로 촉진하는 데 효과적인 방법이라고 판단했기 때문이다. 연구대상 학생들의 연령에 따른 관심 주제와 동영상의 길이, 자료의 건전성 등을 고려하였으며, 최종적으로 약 2분 내외의 뉴스 동영상 3개가 선정되었는데, 각각 플라스틱 쓰레기로 고통받는 북방 물개, 고속도로 교통사고로 목숨을 잃은 반달가슴곰, 해안의 기름유출 사고로 죽게 된 바다동물들에 대한 뉴스였다. 제시된 동영상 자료를 시청한 후, 마인드맵 그리기 활동을 시작하도록 과제를 설계하였다.

다음으로, 학습자들이 마인드맵을 그릴 학습지(반응 공간)와 해당 활동에 대한 지시문을 설계하였다. 먼저, 학습지에는 '나(우리)', '물개(혹은 바다 동물)' , '자연 및 지구환경'의 세 가지 키워드를 삼각형 형태로 제시하여, 피평가자가 세 가지 키워드 사이의 공간을 채우도록 하였다. 지시문에는 나 혹은 우리의 행동이 대상 동물이나 자연환경에 어떻게 영향을 미치는지, 반대로 대상 동물이나 자연환경은 나에게 어떻게 영향을 주는지를 생각하여 마인드맵을 완성하도록 안내하였다.

마인드맵 설명하기에서는 개별 학습자가 자신이 그린 마인드맵을 전체적으로 조망하고, 보충 설명할 공간을 제공하였다. 마인드맵에 명시된 키워드와 화살표 가지를 통해 개별 학습자가 인식·규정한 생태계 구성요소들이 무엇인지, 이들의 연결고리를 어떻게 분석하고 있는지를 파악할 수 있지만, 전체적인 관계를 어떻게 조망하고 있는지 등 네트워크의 구조에 대한 이해를 드러내는 데에는 제한적이다. 이에 개별 피평가자가 완성한 마인드맵을 바탕으로 나와 대상 생물과의 관계를 3개의 문장으로 요약·정리해보도록 하였다.

셋째, 완성된 과제 초안을 활용하여, 초등학생 8인, 중학생 14인을 대상으로 예비검사를 실시하였다. 학생들의 과제 수행과정을 관찰하여 문항이해도와 난이도를 점검하여, 지시문와 도움말을 수정·보완하였다. 특히, 마인드맵 활동 경험에 따른 학생들 간 수행의 편차를 줄이기 위하여, 마인드맵 예시와 함께 도움말을 추가하였다. 최종 완성된 과제의 구조와 지시문, 피험자 반응 공간이 〈표 5〉에 제시되었다. 한편, 예비검사 결과를 분석하여 채점기준표 초안을 작성하였다.

〈표 5〉 생태적 이해 진단을 위한 과제의 제시 자료, 지시문과 반응 공간

구분	내용
[문제 발견] 제시 자료 (동영상 시청)	아래 물개와 관련된 뉴스를 시청한 후 여러분의 느낌과 생각을 바탕으로 질문에 답하세요. 〈해변 출현한 북방 물개, 목에 비닐쓰레기 '칭칭'〉 - 뉴스 동영상(출처: https://youtu.be/OLfxgflmli4)(2분 21초) 강원도 동해안에서 해양 쓰레기에 목이 감긴 채 고통스러워하던 북방 물개 한 마리가 무사히 구조됐습니다.... (중략) 구조 당시 물개의 목에는 비닐 팩 링 2개가 감겨 있었고.... (중략) 구조대는 비닐을 제거하고 물개를 인근 해양 동물 치료기관으로 보내 집중 치료를 하고 있는데요 .... (중략) 위험한 고비는 넘긴 것으로 알려졌습니다.
지시문과 반응 공간 (1) [마인드맵 그리기]	1. 나(우리)의 행동은 물개에게 어떤 영향을 미치고 있나요? 물개가 받은 피해는 나(우리)의 삶에 어떤 영향을 미칠까요? 나(우리)의 행동과 물개의 생활 간의 관계를 〈보기〉와 같이 마인드맵으로 그려보세요. **〈보기〉 농약 사용으로 인한 꿀벌 수의 감소, 나, 자연 및 지구환경과의 관계**  [도움말] (1) 나(우리)와 북방물개의 연결고리를 가능한 많이 만들어보세요. (2) 그 외에도 나(우리)의 행동이나 북방물개의 피해가 다른 동·식물이나 지구환경에 줄 수 있는 영향이 있다면 자유롭게 나타내어 보세요.
지시문과 반응 공간 (2) [마인드맵 설명하기]	2. 마인드맵을 바탕으로 물개가 나와 어떻게 관계되어 있는지를 3개의 문장으로 설명해보세요. ① ② ③

넷째, 연구대상 학생들을 대상으로 본검사를 실시하였다. 과제는 총 20분의 제한 시간 안에 학급 단위로 시행되었다. 학급 지도 담당 교사들은 학습지 배포 및 수거, 사전활동으로 제시된 동영상 자료 시청 지도 외에 개별 학생들의 학습지 수행과정에는 최소한으로 개입하도록 요청받았다. 또한, 본검사에서 수집된 학생들의 수행 표본을 검토·분석하여, 수행의 특징을 도출하였으며 그에 근거하여 채점기준표 수정·보완하였다.

다섯째, 완성된 채점기준표 〈표 6〉을 활용하여, 채점자 7인이 채점에 참여하였다. 이후 초등학교 교사 3인이 초등학생들의 답안을, 중학교 교사 3인이 중학생들의 답안을 채점하였으며, 초등학교와 중학교 채점자를 이어주기 위하여 추가 채점자 1인이 추가 채점에 참여하였다. 채점자들은 모두 30분 내외의 채점자 연수를 이수하였다. 대규모 채점 상황에서 채점의 효율성을 고려하여, 척도를 0점 혹은 1점의 이분척도로 구성하였다. 먼저, '연쇄적 관계 분석'의 6개 채점항목은 마인드맵에서 화살표의 방향성이 제시되어 있고, 연결 내용이 채점자 입장에서 이해가 가능할 때에만 1점을 부여하도록 하였다. 한편, '생태계 기본 지식과 원리 이해'의 3개 채점항목은 마인드맵에 대한 3문장 요약문을 포함하여 종합적으로 평정하도록 하였다. 채점항목 E7의 경우, 나의 편리성이나 불편한 정서를 넘어 인간과 자연을 운명공동체로 인식하고 있는지를 판단하고자 하였으며, E8에서는 원인과 결과가 한 세트 이상 제시되어 있으면 1점을 부여하였다. 한편, E9는 마인드맵 예시에서 제시된 '생태계'라는 단어를 제외한 먹이사슬, 먹이피라미드, 개체 수, 다양성, 지구온난화 등의 단어를 1개 이상 활용하고 있는지를 평가하도록 하였다.

〈표 6〉 생태적 이해(자연과 인간의 상호의존성 이해) 진단을 위한 마인드맵 과제 채점기준

하위 진단요소		채점 항목(0점 혹은 1점)
연쇄적 관계 분석	나(우리)의 영향	E1. 나(우리)의 행동이 대상 동·식물에 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명하는가?
		E2. 나(우리)의 행동이 자연 및 지구환경에 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명하는가?
	동·식물의 영향	E3. 대상 동·식물이 나(우리)에게 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명하는가?
		E4. 대상 동·식물이 자연 및 지구환경에 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명하는가?
	자연/지구환경의 영향	E5. 자연 및 지구환경이 나(우리)에게 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명하는가?
		E6. 자연 및 지구환경이 대상 동·식물에 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명하는가?
생태계 기본 지식과 원리 이해		E7. 공존의 개념을 이해하는가? 인간과 자연을 함께 살아가는 존재로 인식하는가?
		E8. 서로의 영향관계에 대해서 구체적으로 설명하는가?
		E9. 생물학적 개념을 적절히 사용하는가?

나. 준거변인 측정

이 연구에서는 생태적 이해의 준거변인으로 생태적 감수성과 생태적 태도를 자기보고식 검사로 측정하였다. 먼저, 생태적 감수성은 생명의 소중함에 대한 인식과 공감의 정도로, 주은정(2018), 남상덕 외(2016)의 연구에서 활용된 문항을 수정·보완하였다. 한편, 생태적 태도는 생태중심적 사고와 생태중심적 행동에 대한 의지의 정도로, 남상덕 외(2016)의 연구에서 활용된 문항을 수정·보완하였다. 문항 초안 작성 후, 초등학교 교사 2인, 중학교 교사 2인이 학생들의 문항 이해도와 평정척도 활용의 용이성을 검토하였으며, 검토 결과를 반영하여 문항을 수정하였다. 평정척도의 경우, 0점을 '동의 혹은 공감하지 않음'으로 설정하고, 1점인 '조금 동의 혹은 공감함'에서 시작하여 4점인 '매우 동의 혹은 공감함'까지의 4개의 긍정 응답척도로 설계하였다. 최종 문항 수는 사전활동으로 제시되는 동영상 자료에 따라 총 6개 혹은 8개 문항으로 구성되었다. 각 준거변인 측정에 활용된 문항의 예시와 신뢰도 계수가 〈표 7〉에 제시되었다.

〈표 7〉 생태적 감수성과 생태적 태도에 대한 자기보고식 검사도구의 신뢰도

구분	문항 예시	문항 수*	alpha*
생태적 감수성	나는 기름 유출로 위협을 받고 있는 동물과 식물들을 보면 마음이 아프다; 나는 우리가 함부로 버린 쓰레기로 인해 동물들이 고통을 받는 것을 보면서 걱정이 된다; 우리는 자연의 일부이다	3-4개	.697-.872
생태적 태도	나는 비밀쓰레기가 동물에게 미치는 영향에 대해 더 알고 싶다; 나는 멸종위기종 로드킬 기사가 우리에게 중요한 문제라고 생각한다; 우리에게 중요한 문제라고 생각한다; 나는 해안가 동물과 식물을 보호하는 일에 참여할 것이다.	3-4개	.750-.709

* 문제 발견 단계에서 제시되는 동영상 내용에 따라 다름

3. 자료분석

주요 자료분석 방법 및 내용은 다음과 같다. 첫째, 마인드맵 그리기 수행과제를 통해 개별 학생들의 생태적 이해 수준을 채점하여 산출된 자료가 다국면 Rasch모형(Many-facet Rasch model; Linacre, 1994)에 적합한지를 분석하였다. 다국면 Rasch 모형은 문항의 난이도 뿐만 아니라 문항의 유형, 채점자의 엄격성 등 수행평가에서 피험자 능력 추정에 영향을 줄 수 있는 조건들을 고려하여 피험자 능력을 추정하기 위한 것이다. 이 연구에서 고려된 국면은 피험자, 채점항목, 채점자 3개로, 특정한 생태적 이해 수준(θ)을 가진 피험자가 채점자 j로부터 채점항목 i에서 1점을 받을 확률을 다음과 같이 모형화하였다. 다국면 Rasch모형 분석에는 Facets v. 3.81.2이 활용되었다(Linacre, 2019).

$$Log[P_{nij}/(1-P_{nij})] = \theta_n - \beta_i - \gamma_j$$

where P_{nij} 피험자 n이 채점항목 i에서 채점자 j로부터 1점을 받을 확률

θ_n 피험자 n의 숙달도

β_i 채점항목 i의 난이도(총 9개 채점항목)

γ_j 채점자 j의 엄격도(총 7명의 채점자)

모형적합도 지수로는 특히 separation지수와 내적적합도 및 외적적합도 평균제곱(Mean squares)값을 검토하였다. 먼저, 국면별 separation지수는 측정의 표준편차를 측정의 표준오차(오차의 평균제곱근)로 나눈 값으로, 각 국면에서의 측정치들이 오차 대비 상대적으로 흩어진 정도를 나타내며, 최소 1보다 클 때 측정치들이 실질적으로 변별된다고 해석할 수 있다(Linacre, 2021). 한편, 외적적합도 평균제곱(MS)은 표준화잔차의 제곱합의 평균, 내적적합도 평균제곱(MS)은 표준화잔차의 제곱을 분산에 따라 가중 평균한 값으로, 모두 .75에서 1.3이내의 범위에 있을 때, 해당 요소가 모형에 적합한 것으로 판단한다(Bond, Yan & Heene, 2015).

둘째, 초등학생과 중학생들의 생태적 이해 수준이 어떻게 다른지를 확인하기 위하여, 9개 채점항목별 두 집단의 점수 분포를 비교하였다(t검증). 또한, 준거변인으로 선정된 생태적 감수성과 생태적 태도에서도 초등학생과 중학생 집단 간 점수 차이가 유의한지를 살펴보았다.

마지막으로 마인드맵을 활용하여 진단한 학생들의 생태적 이해가 자기보고식 검사를 통해 진단한 생태적 감수성 및 생태적 태도와 적절한 관계가 있는지를 검토하기 위하여 상관분석을 실시하였다.

IV. 연구결과

1. 다국면 Rasch모형의 적합도

다국면 Rasch모형 적합 결과, χ^2=9717.99, df=9536 으로 통계적으로 유의하지 않아, 모형이 자료의 특성을 적정 수준 설명하고 있다고 볼 수 있었다. 모형에 포함된 3개 국면(채점항목, 채점자, 피험자)들의 상호작용을 전혀 가정하지 않은 모형의 경우, 모형에 의해 설명되는 분산의 비율이 33.6%였다. 한편, 채점항목과 채점자간 상호작용을 포함할 경우, 8.6% 분산을 추가로 설명하였으며 최종적으로 설명되는 분산은 42.2%로 일차원성 가정을 부분적으로 지지하는 것으로 나타났다. 구체적으로 3개 국면별 적합도 지수들이 〈표 8〉에, 문항-피험자 지도가 [그림 2]에 제시되었다.

〈표 8〉 다국면 Rasch모형 적합도지수

학교	채점항목(i=9)	채점자(k=7)	피험자(n=549)
RMSE	.08	.07	.81
Separation	13.28	8.50	1.63
Reliability	.99	.99	.73
Chi-square(df)	1496.2(8)***	574.4(6)***	1732.2(548)***
추정치 평균(표준편차)	.00(1.90)	.00(.61)	-1.21(1.54)
내적적합도 평균(표준편차)	1.00(.07)	.99(.05)	1.00(.26)
외적적합도 평균(표준편차)	1.00(.11)	1.00(.09)	.99(.53)

* p<.05, *** p<.001

각 국면에서 separation 지수는 1보다 컸으며, 신뢰도가 최소 .73이상으로 양호하였다. 각 국면의 내적적합도와 외적적합도 평균은 최소 .99에서 최대 1.00으로 1에 가까워, 전체적인 적합도는 양호하였다. 각 국면별 추가 분석 결과를 요약하면 다음과 같다.

채점항목 국면에 대한 분석 결과, χ^2=1496.2, df=8 (p<.001)로, 9개 채점항목들 간의 난이도 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다. 〈표 9〉에 제시된 바와 같이, 채점항목의 난이도는 최소 -2.04부터 최대 1.41까지 분포하였으며, 전체적으로 채점항목들의 난이도가 고르게 분포되어, 다양한 숙달 수준의 피험자들을 변별할 수 있는 것으로 나타났다. 모든 채점항목들의 내적적합도 평균제곱과 외적적합도 평균제곱은 최소 .86에서 최대 1.14 사이에 분포하여 적합하였다.

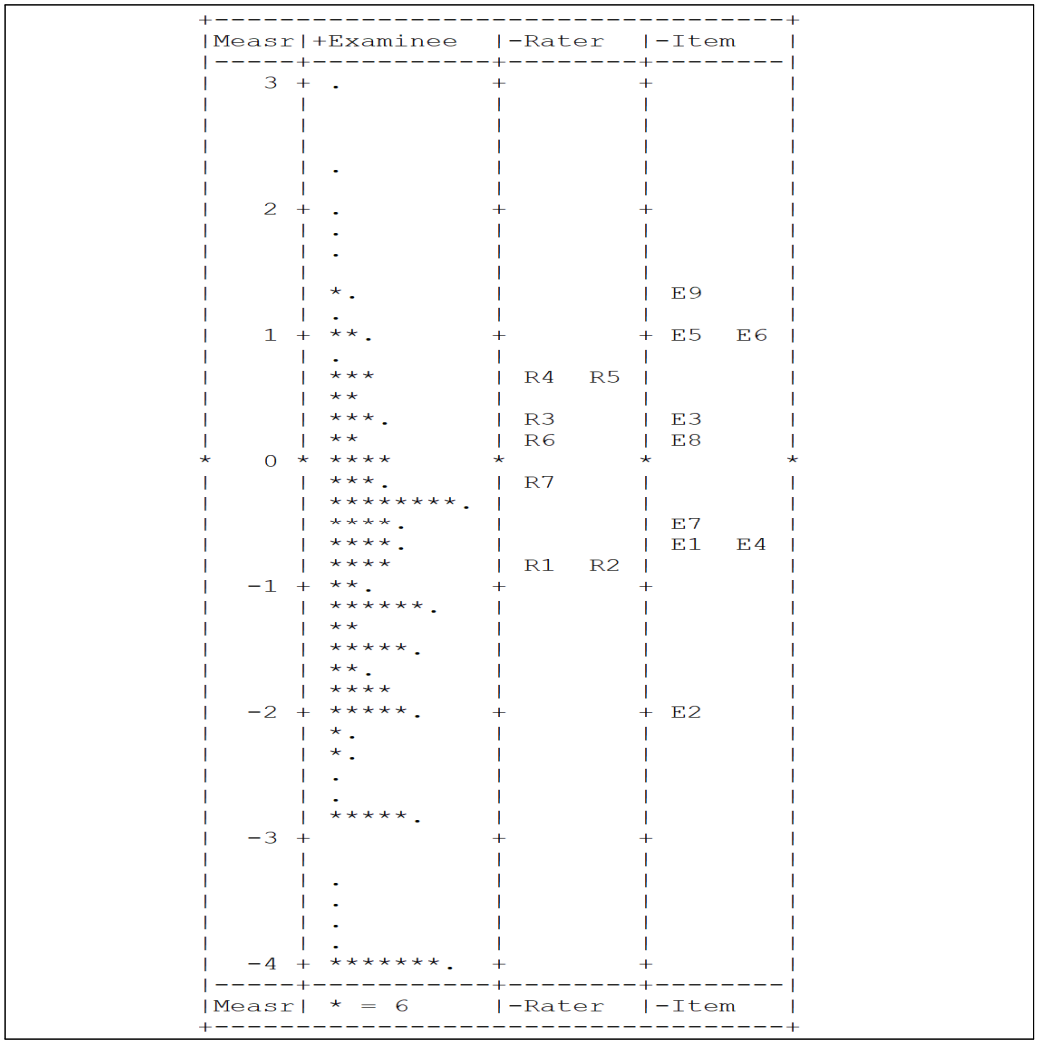
〈표 9〉 생태적 이해 채점항목의 난이도 추정치와 적합도지수(***p<.001)

하위 진단요소	채점항목	난이도		내적 적합도 MS	외적 적합도 MS	총점과의 상관
		추정치	S.E.			
연쇄적 관계 분석	E1. 나(우리)의 행동 → 대상 동·식물	-.63	.07	.91	.86	.59***
	E2. 나(우리)의 행동 → 자연 및 지구환경	-2.04	.08	.93	.86	.63***
	E3. 대상 동·식물 → 나(우리)	.34	.07	1.14	1.12	.41***
	E4. 대상 동·식물 → 자연 및 지구환경	-.75	.07	1.09	1.09	.51***
	E5. 자연 및 지구환경 → 나(우리)	.95	.08	.98	.99	.43***
	E6. 자연 및 지구환경 → 대상 동·식물	1.03	.08	1.06	1.13	.38***
생태계 기본 지식과 원리 이해	E7. 공존에 대한 이해와 일체감 인식	-.51	.07	.99	1.09	.53***
	E8. 영향관계 설명의 구체성	.19	.07	.94	.87	.52***
	E9. 생물학적 개념의 활용	1.41	.09	.96	1.00	.39***

연쇄적 관계 분석 영역의 채점항목 중 '나(우리)의 행동이 자연 및 지구환경에 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명한다(E2)'의 난이도가 -2.04 logits으로 가장 낮았다. 이는 생태적 이해 능력 추정치가 -2 logits 정도의 학생들이라면 도달 가능한 수준으로, 학습자들의 수행에서 가장 관찰하기 쉬운 특징이었다. 다음으로, [그림 2]에서도 확인할 수 있듯이, '대상 동·식물이 자연 및 지구환경에 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명한다(E4)'는 -.75 logits, '나의 행동이 대상 동·식물에 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명한다(E1)'가 -.63 logits, 생태계 네트워크 이해 영역의 '인간과 자연을 함께 살아가는 존재로 인식한다(E7)'는 항목의 난이도가 -.51 logits로, 유사한 정도로 평균보다 약간 쉬운 난이도를 보였다.

한편, 생태계 기본 지식과 원리 이해 영역의 '서로의 영향관계에 대해서 구체적으로 설명한다(E8)'는 항목이 .19 logits, 연쇄적 관계 분석 영역의 '대상 동·식물이 나(우리)에게 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명한다(E3)'가 .34 logits으로 평균보다 어려웠다. 또한, 연쇄적 관계 분석 영역의 '자연 및 지구환경이 나(우리)에게 연쇄적으로 영향(피해)를 준다는 것을 설명한다(E5)'는 .95 logits, '자연 및 지구환경이 대상 동·식물에게 연쇄적으로 영향(피해)를 준다는 것을 설명한다(E6)는 1.03 logits으로 상대적으로 높은 난이도를 보였으며, 생태계 기본 지식과 원리 이해 영역의 '생물학적 개념을 적절히 활용한다(E9)'는 항목이 1.41 logits로 가장 높은 난이도를 보였다([그림 2] 참고).

전반적으로 나의 행동이 대상 동식물이나 자연환경에 영향을 줄 수 있음을 이해하는 것, 그리고 대상 동식물이 자연환경에 영향을 줄 수 있음을 이해하는 것은 상대적으로 여러 학생들에게서 관찰 가능했던 반면, 대상 동식물이 나에게 영향을 주는 경로나, 자연 및 지구환경의 변화가 구체적으로 인간과 동식물에 영향을 주는 경로에 대한 이해는 상대적으로 관찰이 어려운 것으로 나타났다.



[그림 2] 문항-피험자 지도(왼쪽부터 피험자, 채점자, 채점항목 순)

피험자 국면에 대한 분석 결과, χ^2=1732.2. df=548 (p<.001)로 통계적으로 유의하였으며, 모형에서 추정된 549명의 피험자들 간 생태적 이해 수준이 뚜렷하게 변별되는 것으로 나타났다. 피험자들의 생태적 이해 수준은 평균 -1.21 logits으로, 채점항목의 난이도와 비교하여 상대적으로 낮았으며, 표준편차가 1.54로 높게 나타나 생태적 이해 수준에서의 학생들 간 편차가 상당히 크다는 것을 알 수 있다. 구체적으로 피험자 능력추정치는 최소 -5.46 logits에서 3.07 logits까지 분포하였으며, 이상치를 제외하면 최소 -3.77 logits부터 3.07 logits까지 분포하였다([그림 2] 참고).

마지막으로 채점자 국면 분석 결과, χ^2=574.4, df=6 (p<.001)로 통계적으로 유의하게 나타나

7명의 채점자들이 서로 다른 엄격성 수준을 보였다는 것을 알 수 있다. 〈표 10〉에서 확인할 수 있듯이, 평균적으로 초등학교 교사인 채점자가 중학교 교사인 채점자보다 상대적으로 엄격성이 높게 나타났다. 채점항목×채점자 상호작용 양상을 구체적으로 살펴보면, 생태계 네트워크 이해 항목(E7 ~ E9)에서 채점자 간 엄격성의 차이가 크게 나타났는데, 이는 채점대상이 되는 피험자 집단의 수준 차이를 반영한 것으로 해석된다. 즉, 초등학교 교사는 초등학생 답안을, 중학교 교사는 중학생 답안을 채점하도록 설계한 채점설계에 기인한 것으로 보인다.

〈표 10〉 생태적 이해 채점항목의 난이도 추정치와 적합도지수(*p<.05, ***p<.001)

채점자 구분	채점자	채점자 엄격성		내적적합도 MS	외적적합도 MS
		추정치	S.E.		
중학교 교사	채점자 1	-.91	.06	.98	1.05
	채점자 2	-.78	.06	1.04	1.00
	채점자 3	.25	.06	1.07	1.09
초등학교 교사	채점자 4	.69	.09	.98	1.00
	채점자 5	.74	.09	.93	.93
	채점자 6	.19	.07	.93	.83
연구원	채점자 7	-.18	.08	1.02	1.10

2. 초등학생과 중학생 점수 차이

초등학생과 중학생의 채점항목별 점수 분포와 평균 차이 분석(t-검증) 결과가 〈표 11〉에 제시되었다. '대상 동·식물이 나(우리)에게 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명한다(E3)'라는 항목을 제외한 모든 항목에서 초등학생보다 중학생들의 평균 점수가 통계적으로 유의하게 높았다. 전체 총점에서도 중학생의 생태적 이해 수준(-1.05 logits)이 초등학생(-1.44 logits)보다 평균적으로 높았다. 다만, 학생 간 편차가 중학생에게서 상대적으로 크게 나타났는데, IRT 척도 점수를 기준으로, 초등학생의 점수 범위는 (-4.86, 1.97), 표준편차가 1.36인 반면, 중학생은 (-5.46, 3.07), 표준편차가 1.65였다.

초등학생과 중학생 간의 점수 차이가 가장 크게 나타난 채점항목은 '서로의 영향관계에 대해서 구체적으로 설명한다(E8)'로, 중학생들이 초등학생보다 생태계 요소들 간의 관계를 보다 정교하게 설명할 수 있었다. 다음으로 '인간과 자연을 함께 살아가는 존재로 인식한다(E7)'는 항목에서도 학교급 간의 점수 차이가 크게 나타났다. 초등학생들은 나(인간)의 입장에서 실질적 혹은 정서적 불편이나 불이익에 초점을 맞추어 환경문제를 인식하는 경향이 뚜렷하게 나타났는데, 예를 들어, '여행을 못 가게 된다', '귀여운 동물을 볼 수 없게 된다', '동물들이 불쌍하다' 등의 진술이 관찰되었다. 반면, 일부 초등학생들은 '우리는 같은 생명이다'와 같이 인간과 자연과의 일체감을

표현하기도 하였다. 학년이 올라갈수록 '식량이 부족해진다', '자원전쟁으로 인류가 종말이 올 것이다' 등 자연과 인간이 운명공동체라는 것을 인식하거나 지구적 관점으로 관련 문제를 확장하여 설명할 수 있는 사례가 증가하였다. 이러한 특징은 '생물학적 개념을 적절히 사용한다(E9)'는 항목과도 관련이 있는데, 중학생의 경우, '특정 개체 수의 감소'와 그에 따라 연쇄적으로 '다른 개체가 증가'하는 연쇄적 관계, 플랑크톤에서 출발한 미세플라스틱이 상위 포식자에게 축적된다는 '먹이사슬'에 대한 이해가 구체적으로 드러난 사례가 드물게 관찰되었다.

한편, '대상 동·식물이 나(우리)에게 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명한다(E3)'는 중간 정도의 난이도로, 초등학생과 중학생 간 점수 차이가 유의하지 않았다. 다만, 앞서 진술했듯이, 구체적인 내용에서는 학교급 간 차이를 보였다. 즉, 초등학생은 대상 동·식물이 나에게 주는 영향이나 피해를 개인적인 불이익 수준에서 인식하는 경우가 많았던 반면, 중학생은 인간의 생존이나 지구적 위기로 인식하는 경우가 상대적으로 많았다. '대상 동·식물이 자연 및 지구환경에 연쇄적으로 영향(피해)을 준다는 것을 설명한다(E4)'는 항목은 학교급 간 유의한 차이가 있었으나, 그 차이가 다른 항목에 비해 상대적으로 적었다.

〈표 11〉 초등학생과 중학생의 채점항목별 점수 분포와 평균 차이 검증($^{*}p<.05$, $^{***}p<.01$, $^{***}p<.001$)

채점항목		초등학생		중학생		t-검증
		M	SD	M	SD	
연쇄적 관계 분석	E1. 나(우리)의 행동 → 대상 동·식물	.28	.36	.54	.38	8.02***
	E2. 나(우리)의 행동 → 자연 및 지구환경	.57	.37	.72	.40	4.62***
	E3. 대상 동·식물 → 나(우리)	.27	.37	.29	.34	.45
	E4. 대상 동·식물 → 자연 및 지구환경	.41	.40	.49	.44	1.98*
	E5. 자연 및 지구환경 → 나(우리)	.08	.22	.28	.35	7.74***
	E6. 자연 및 지구환경 → 대상 동·식물	.09	.23	.24	.32	6.07***
생태계 기본지식과 원리 이해	E7. 공존에 대한 이해와 일체감 인식	.19	.30	.57	.39	12.16***
	E8. 영향관계 설명의 구체성	.06	.17	.47	.38	15.27***
	E9. 생물학적 개념의 활용	.03	.12	.23	.34	8.78***
총점(문항점수 평균)		1.99	1.43	3.83	2.03	11.82***
IRT 점수(logits)		−1.44	1.36	−1.05	1.65	−2.99**

3. 준거변인과의 관계: 생태적 감수성 및 생태적 태도와의 관계

마인드맵 수행과제를 활용한 생태적 이해 수준 진단 결과가 생태적 감수성 및 생태적 태도와 적절한 관련을 보이는지를 검토하고자, 학생들의 생태적 감수성 및 생태적 태도를 자기보고식 검사로 진단하였으며, 그 결과가 〈표 12〉에 제시되었다. 먼저, 생태적 감수성은 생명의 소중함에

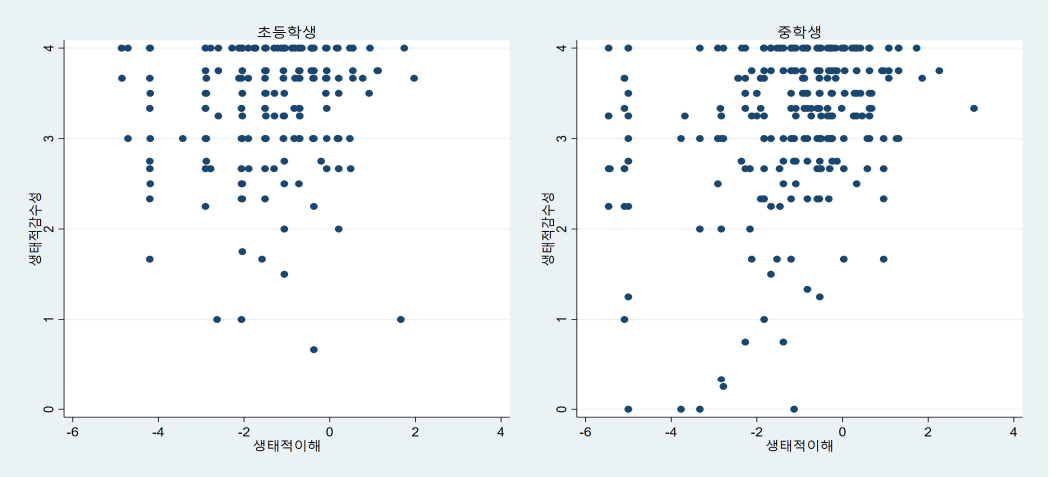
대한 인식과 공감의 정도로, 초등학생은 평균 3.44점, 중학생은 평균 3.29점이었으며, 평정척도에서 3점이 '상당히 동의(공감)함', 4점이 '매우 동의(공감)함'이라는 점을 고려할 때 모두 매우 높은 수준이었다. 다만, t-검증 결과, 초등학생의 생태적 감수성이 중학생의 생태적 감수성과 비교하여 유의하게 높은 것으로 나타났다(t=2.277, p<.05). 한편, 생태적 태도는 생태중심적 사고와 실천에 대한 의지로, 초등학생은 평균 3.13점, 중학생은 3.08점으로 초등학생이 약간 높았으나 그 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 생태적 감수성과 생태적 태도와의 상관은 초등과 중등에서 모두 .6이상으로 높게 관찰되어, 생태적 감수성이 높을수록 생태적 태도가 높은 경향이 뚜렷함을 알 수 있다.

〈표 12〉 학교급별 생태적 감수성, 생태적 태도 점수 분포와 생태적 이해와의 상관

	점수 분포(평균, 표준편차)		Pearson 상관계수		
	감수성	태도	이해-감수성	이해-태도	감수성-태도
초등학생(n=229)	3.44(.66)	3.13(.76)	.03	.10	.63***
중학생(n=320)	3.29(.83)	3.08(.83)	.34***	.31***	.69***
전체(n=549)	-		.23***	.23***	.66***
초-중 평균 차이 검증(t값)	2.28*	.75		-	

*p<.05, ***p<.01, ***p<.001

한편, 마인드맵을 활용하여 진단한 생태적 이해 점수(IRT척도 점수)와의 상관을 살펴보면, 초등학생과 중학생 집단에서 뚜렷한 차이가 있었다. 초등학생의 경우, 생태적 이해-생태적 감수성, 생태적 이해-생태적 태도 간의 상관계수가 각각 .031, .098로, 유의한 연합 관계가 확인되지 않은 반면, 중학생의 경우, 각각 .340, .308로, 생태적 이해 수준이 높을수록 생태적 감수성과 생태적 태도가 높은 경향을 보였다. [그림 3]에서 확인할 수 있듯이, 중학생 집단의 경우, 생태적 이해가 낮은 학생들의 생태적 감수성에서의 편차가 큰 반면, 생태적 이해가 -1 logits 이상으로 높아질수록 생태적 감수성의 편차가 눈에 띄게 감소하는 경향을 보였다. 초등학생 집단에서는 생태적 감수성에서의 분산이 상대적으로 작았는데, 생태적 이해가 평균 이상일 때 생태적 감수성의 편차가 감소하는 경향을 확인할 수 있으나, 중학생 집단에서처럼 뚜렷하지는 않았다.



[그림 3] 생태적 이해와 생태적 감수성에 대한 산포도(왼쪽: 초등학생, 오른쪽: 중학생)

V. 결론 및 제언

이 연구는 마인드맵을 활용하여 청소년의 생태적 이해를 진단하기 위한 수행과제와 채점기준을 개발하고 타당화하기 위하여 수행되었다. 청소년의 생태적 이해는 '생태계의 기본 지식과 원리를 바탕으로 인간과 자연의 상호의존성을 이해하고, 생태계 구성요소들 간의 연쇄적 관계를 분석할 수 있는 능력'으로 정의하였다. 총 549명의 초등학생과 중학생이 문제 발견-마인드맵 그리기-마인드맵 설명하기의 단계로 구성된 수행형 과제에 참여하였으며, 총 7명의 채점자가 개발된 채점기준 체크리스트에 따라 학생들의 수행을 평정하였다. 주요 연구결과와 논의사항을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 마인드맵 수행과제에서 관찰된 학생들의 수행을 채점하여 산출된 자료는 다국면 Rasch모형에 적합하였다. 9개 채점항목들이 적절한 난이도 분포를 보여, 학생들의 다양한 이해 수준을 적절하게 변별하였다. 학생들의 생태적 이해 수준 추정치는 평균 -1.21 logits으로 채점항목들의 난이도와 비교하여 상대적으로 낮았으며, 초등학생은 평균 -1.44 logits, 중학생은 평균 -1.05 logits으로 중학생의 생태적 이해 수준이 초등학생보다 유의하게 높은 것으로 나타났다.

둘째, '연쇄적 관계 분석' 영역 중 난이도가 가장 낮은 항목은 '나의 행동이 자연 및 지구환경에 미치는 영향을 설명한다'였던 반면, 난이도가 가장 높은 항목은 '자연 및 지구환경이 대상 동·식물에 미치는 영향을 설명한다'였다. 전반적으로 나의 행동이 동·식물을 포함한 자연 및 지구환경에 영향은 상대적으로 쉽게 이해할 수 있는 반면, 자연 및 지구환경 혹은 동·식물의 변화가 인간에게 미치는 영향에 대한 경로를 구체적으로 이해하는 것은 어려운 것으로 해석된다. 이러한 현상은 김희석과 백성혜(2021)의 연구에서도 확인할 수 있는데, 해당 연구에 따르면 초등학생은 생태중심

세계관보다는 '나'를 중심으로 한 가족중심 혹은 종중심 세계관을 보이는 비율이 높게 나타났다. 이는 도덕성이 나를 비롯한 가족중심에서 출발하여 종중심, 나아가 생태중심으로 발달한다고 주장한 Singer(2011)의 주장과도 맞닿아 있다.

한편, '생태계 기본 지식과 원리 이해' 영역에서는 '생물학적 개념을 적절히 사용한다'는 항목의 난이도가 가장 높았다. 구체적으로, 연구참여 초등학생의 3%, 중학생의 23%만이 생태적 연결성을 분석하거나 설명하는 데 생물학적 개념을 활용할 수 있었다. 과학 교과에서 관련 개념을 본격적으로 학습하는 시기는 주로 초등학교 6학년으로, 초등학생들에게 기대하기 어려운 성취기준일 수 있다. 그러나 교육과정을 통해 관련 개념들을 학습했다고 가정되는 중학생의 대다수가 문제 분석 과정에서 생물학적 개념을 떠올리는 데 어려움을 겪었다는 점은 주목할 필요가 있다. 이는 중학생의 경우 먹이그물 또는 기후 변화 등에 대한 과학적 오개념이 많고(이상의 외, 2021; 이지숙, 박혜경, 정철, 2011), 자연-인간과의 상호관련성과 환경문제에 대한 인식이 다소 부족하다(윤태옥, 위수민, 2016)는 선행연구와도 일치하는 결과다. 따라서 향후 관련 교과의 수업에서는 학생들이 생태 관련 지식을 단편적으로 학습하기보다는 시스템적 사고를 바탕으로 실생활에 적용·분석할 수 있는 능력을 갖출 수 있도록 교수·학습의 내용과 방법을 개선할 필요가 있을 것이다.

셋째, 채점 항목 중 1개 항목을 제외한 모든 항목에서 중학생의 점수가 초등학생보다 평균적으로 유의하게 높았다. 특히, '인간과 자연을 함께 살아가는 존재로 인식한다', '서로의 영향관계에 대해서 구체적으로 설명한다'는 항목에서 학교급 간의 차이가 크게 나타났다. 이는 청소년기 인지적 능력이 발달하는 동시에 교육과정에서 관련 개념들을 학습하면서 생물체와 환경, 혹은 유기체들의 상호의존성에 대한 이해를 정교화해 나간다는 것을 시사한다. 이와 관련하여 김희석과 백성혜(2021)의 연구에서는 초등학교에서 6학년 학생의 경우 4-5학년에 비해 생태중심 세계관을 보이는 비율이 유의하게 높은 것을 관찰하였다. 이에 연구자들은 생태중심 세계관이 학생들의 인지 발달 및 도덕성 발달 수준 특히 형식적 추론 능력과 관련이 있다고 보았다.

넷째, 중학생 집단에서는 생태적 이해와 생태적 감수성 및 태도 간의 상관이 정적으로 유의하게 나타난 반면, 초등학생 집단에서는 생태적 이해와 생태적 감수성 및 태도 간의 상관이 유의하지 않았다. 또한 초등학생들은 중학생보다 평균적으로 생태적 감수성과 태도가 높았으며, 그 수준이 생태적 이해 수준에 덜 의존적인 경향을 보였으나, 중학생들의 생태적 감수성과 태도는 생태적 이해 수준에 의존적인 경향을 보였다. 이는 학생들의 발달 단계를 고려하여 그에 적합한 생태 교육을 제공할 필요가 있음을 시사한다. 즉, 초등학교 시기에는 생태에 관한 인지적 이해보다는 생태적 감수성과 태도와 같은 정의적 영역을 강조하는 방향으로, 중학교 시기에는 생태적 감수성 및 태도뿐 아니라 생태에 관한 인지적 이해와 분석 능력을 함께 강화하는 방향으로 생태 교육을 제공하는 방안을 탐색할 필요가 있다.

연구의 제한점과 향후 연구과제는 다음과 같다.

첫째, 이 연구에서는 기본적으로 초등학교 교사가 초등학생 답안지를, 중학교 교사가 중학생 답안지를 채점하도록 하였으며 1인의 가교 채점자를 추가하여 두 채점자 간 엄격성의 차이를 보정하고자 하였다. 그러나, 모형 적합 결과, 여전히 채점자 간 엄격성 추정치가 각 채점대상의 수준 차이에 의존적인 경향이 관찰되었다. 향후, 채점자가 학교급 간 다양한 채점대상을 채점하도록

채점설계를 보완하여, 채점항목에 대한 채점자들 간의 서로 다른 이해가 채점자 간 엄격성의 차이를 일으키는 것은 아닌지 확인할 필요가 있다.

둘째, 마인드맵 그리기에 대한 학생들의 사전 경험이 수행에 영향을 줄 수 있다는 점을 고려할 필요가 있다. 일부 선행연구는 학습자들이 글로 개념에 대한 이해나 관계를 마인드맵으로 표현하는 과정에서 인지과부하를 경험하는 경우가 있다고 지적하였다(류지헌, 정효정, 2013; 최성봉, 송경훈, 2013). 이 연구에서는 학생들에게 마인드맵 예시를 제시함으로써, 활동을 부분적으로 지원하였다. 그러나 여전히 마인드맵 활동이 처음이거나, 마인드맵을 활용하여 사고를 확장하고 정교화해 본 경험이 없는 학생들은 자신의 이해를 충분히 표현하는 데 어려움을 겪었을 것이다. 향후에는 사전에 연습과제를 제시하거나, 활동 시간을 충분히 제공하는 등 마인드맵 활동에 대한 사전 경험의 편차를 줄이기 위한 방안을 탐색할 필요가 있다.

셋째, 학생의 생태적 소양에 영향을 미치는 변인이 무엇인지를 향후 종합적으로 탐색할 필요가 있다. 이 연구에서는 생태적 소양의 인지적 영역이라고 할 수 있는 생태적 이해에 초점을 맞춘 평가도구를 개발하고, 생태적 감수성과 생태적 태도와 같은 정의적 영역과의 관련성을 탐색해 보았다. 향후에는 학생의 인지적·정의적 발달과 관련된 개인적 요인과 학부모, 교사, 학교와 관련된 사회적 요인 등 다양한 측면을 함께 고려하여 학생들의 생태적 소양에 어떠한 변인이 영향력이 있는지를 구체적·체계적으로 탐색할 필요가 있다. 이러한 노력은 향후 학생들의 생태적 소양을 함양하기 위해 필요한 교육 프로그램 개발, 교육과정 개정, 관련 교육정책 수립시 의미 있는 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

넷째, 학생의 생태적 소양에 대한 학교급 별 비교 연구를 제안하고자 한다. 이 연구에서는 학교급에 따라 생태적 이해와 생태적 감수성 및 태도 간의 상관이 다르게 나타났는데, 관련된 선행연구 간 결과는 일치하지 않고 있다. 학생의 발달 단계와 교육과정의 영향으로 학교급에 따라 학생의 생태적 소양의 하위 영역 간 관계, 발달의 정도가 다르게 나타남에도 불구하고, 생태적 소양에 관한 기존 연구에서는 학교급 별 비교 연구가 부족한 실정이다. 추후 학생의 생태적 소양에 대한 학교급 별 비교연구를 통해 학생의 발달 단계에 적합한 생태 교육을 제공하는 방안을 탐색할 필요가 있다.

본 연구는 범교과적 교수-학습 맥락에서 학생들의 생태적 이해에 관한 질적 수준을 종합적으로 측정할 수 있는 진단 도구를 개발하였다는 점에서 의의가 있다. 본 연구의 결과를 바탕으로 기존의 자기보고식 척도나 선다형 문항이 아닌 마인드맵을 활용한 수행과제 형태의 생태적 이해 진단 도구의 활용을 통해 학생들의 생태적 이해의 발달 과정과 모습을 종합적으로 분석하고 이를 생태적 이해 함양 교육에 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

고옥란, 조정일(2001). 중학교 생물 개념 평가도구로서 개념도 활용의 가능성. **생물교육 (구 생물교육학회지), 29**(1), 11-19.

교육부(2015a). 초·중등학교 교육과정 총론. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 1]

교육부(2015b). 도덕과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 6]

교육부(2015c). 사회과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 7]

교육부(2015d). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 9]

교육부(2015e). 실과(기술·가정)/정보과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 10]

교육부(2015f). 중학교 선택 교과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 18]

교육부(2015g). 창의적 체험활동 교육과정(안전한 생활 포함). 교육부 고시 제2015-74호 [별책 42]

교육부(2017a). 2015 개정 교육과정 창의적 체험활동(안전한 생활 포함) 해설: 초등학교.

교육부(2017b). 2015 개정 교육과정 창의적 체험활동 해설: 중학교.

금지헌, 김진모(2011). 우리나라 초등학생용 NEP Scale의 타당화. **환경교육, 22**(4), 40-52.

김규래, 김효정(2019). 프로젝트 학습에 기초한 환경미술수업이 학습자의 생태적 감수성에 미치는 영향-고등학교 환경동아리 활동을 중심으로. **미술교육연구논총, 56,** 65-102.

김명선(2015). 숲에서 나타나는 유아들의 생태적 감수성에 관한 연구. 석사학위논문, 부산대학교.

김선민, 김기대(2013). 생물에 작용하는 비생물 환경을 담은 생태교육 프로그램이 초등학생 생태소양에 미치는 효과. **홀리스틱교육연구, 17**(2), 1-22.

김영주, 남상은, 권유진(2009). 마인드 맵 학습 전략이 어휘 기억에 미치는 효과. **언어사실과 관점, 24**, 39-67.

김원경, 송순자(2004). 마인드맵 노트활동이 수학개념구조 형성과 수학적 창의력에 미치는 효과분석. **학교수학, 6**(4), 325-344

김태경, 전연우, 조희숙(2014). 생태적 감수성으로 읽는 시그림책. **생태유아교육연구, 13**(2), 97-124.

김희석, 백성혜(2021). 초등학교 4-6학년 학생들의 생태중심 세계관에 대한 연구. **초등과학교육, 40**(2), 227-238.

남상덕, 금지헌, 윤홍권, 이상원, 류진수, 서상원(2016). **2016년도 환경교육 전·후의 환경의식·태도 변화 조사**. 환경부.

노희정(2013). 생태학적 자아의 정립과 생태학적 감수성 증진을 위한 교육. **환경철학, 16**, 61-81.

노희정(2017). '생태적 성숙'을 위한 습관 형성과 초등 도덕교육. **초등도덕교육, 57**, 1-25.

류지헌, 정효정(2013). 그림과 텍스트 자료를 활용한 협력학습이 학습자의 인지부하 및 마인드맵

작성에 미치는 효과. **교육방법연구, 25**(1), 197-218.

성경원, 남영숙(2019). 생태소양 관점에서 '자원순환'교육에 대한 초등 교과서 분석. **한국환경교육학회 학술대회 자료집**, 63-68.

손준호, 김종희(2016). 3 단계 마인드맵 활동이 과학영재 학생들의 시스템 사고 향상에 미치는 효과: 천문 내용을 중심으로. **영재교육연구, 26**(2), 257-280.

송은주(2014). 글로벌 생태소양에 관한 어린이의 인식 조사. **글로벌교육연구, 6**(1), 31-46.

송현주, 이상원. (2011). 생태주의 환경관을 기반으로 한 소비자교육이 초등학생의 환경소양에 미치는 영향. **실과교육연구, 17**(1), 143-164.

우석훈(2009). **생태페다고지**. 서울: 개마고원.

윤주영, 서우석(2010). 생태그림동화를 활용한 수업이 초등학생의 환경소양에 미치는 효과. **실과교육연구, 16**(1), 123-140.

윤태옥, 위수민(2016). 마인드맵(mind map)을 활용한 중학교 3학년 영재학생과 일반학생의 시스템 사고 분석. **학습자중심교과교육학회지, 16**(7), 79-95.

이미숙, 김수진, 한혜란, 권용경(2019). 마인드맵 활용 수업의 효과: 창의적 사고, 기억력, 학업효능감에 대한 질적분석을 중심으로. **영재와 영재교육, 18**(3), 5-25.

이상의, 황효정, 하민수, 박은주(2021). AAAS 생태개념 검사도구를 이용한 중·고등학생들의 생태개념수준 및 오개념 탐색. **한국생물교육학회지, 49**(2), 240-250.

이선경, 김남수, 주형선, 곽영순, 박윤경, 박형빈, 서우석, 염은열, 전푸름(2020). 2015 개정 교육과정 내 환경교육 내용 분석과 시사점: 사회, 과학, 도덕, 실과 및 국어 교과를 중심으로. **환경교육, 33**(4), 443-462.

이수종(2007). 녹색교육과정의 교육목표설정을 위한 제언: 생태적 소양구조론의 제안을 통해. **실천교육학 연구, 1**(1), 40-49

이승화, 이형철(2019). 과학일기 쓰기가 초등학생의 과학학습 동기, 과학 학업성취도, 생태적 감수성에 미치는 효과-"식물의 구조와 기능" 단원을 중심으로. **초등과학교육, 38**(3), 387-394.

이지숙, 박혜경, 정철(2011). 초·중학생의 지구온난화와 기후변화에 대한 인식. **과학교육연구지, 35**(2), 274-282.

임진경, 허혜경(2019). 델파이 기법을 활용한 유아 생태소양 평정척도 검사도구 개발 연구. **학습자중심교과교육연구, 19**(2), 1-40.

정현희, 서우석(2008). 초등학생 환경 소양 측정도구의 개발. **환경교육, 21**(4), 79-93.

정희라, 최지선, 백성희(2020). 초등학생 환경역량 검사도구의 개발. **환경교육, 33**(4), 364-376.

조정일, 김정(2002). 생물 개념 이해의 평가 도구로서 개념도의 타당도, 신뢰도 그리고 현실 적용

가능성에 대한 연구. **한국과학교육학회지, 22**(2), 398-409.

주은정(2016). 초등교육에서 생태적 소양의 의미. **한국초등교육, 27**(2), 417-432.

주은정(2018). 학교 안 자연 기반 생태교육을 통한 초등학생의 자연에 대한 인식 및 생태적 감수성 변화. **생물교육 (구 생물교육학회지), 46**(1), 141-153.

주은정, 김재근(2012). 생태적 소양 함양을 위한 토양 종자 은행 교육 프로그램의 개발. **초등과학교육, 31**(3), 284-297.

주호수(1999). 과학적 개념학습 평가를 위한 개념도 평가방법. **교육과정연구, 17**(2), 363-377.

진옥화, 최돈형(2005). 환경 소양 개념의 변천과 환경 소양 측정연구. **환경교육, 18**(2), 31-43.

천경희(2002). 학생들의 환경 지식 측정 도구 개발. 석사학위논문, 대구가톨릭대학교.

최경민, 이영기, 손장호(2019). 초등학생 그린에너지 소양 측정 도구 개발. **한국실과교육학회지, 32**(2), 25-48.

최성봉, 송경훈(2013). 중학교 과학 '해양'단원의 개념도 활용 수업의 효과. **대한지구과학교육학회지, 6**(2), 93-100.

최소영, 김기대(2018). 구성주의에 기초한 생태교육 방법에 대한 고찰. **교육과학연구, 20**(2), 169-192.

최소영, 김기대(2019). Capra의 생태계 원리 기반 생태교육 프로그램이 중학생들의 생태소양 함양에 미치는 효과. **교사교육연구, 58**(4), 527-538.

허우정(2011). 부모용 생태소양척도 개발 연구. **생태유아교육연구, 10**(4), 91-117.

홍서영(2020). 텃밭 가꾸기 프로그램이 초등학생의 생태 소양에 미치는 영향 분석. **학습자중심교과교육학회지, 20**(13), 595-618.

Bendik-Keymer, J. (2006). *The ecological life: Discovering citizenship and a sense of humanity*. Rowman & Littlefield.

Bond, T. G., Yan, Zi., & Heene, M.(2015). Applying the rash model: fundamental measurement in the human science. NY: Routledge.

Burry-Stock, J. A. (1995). *Expert science teaching educational evaluation model instruments*. US department of education (GrantNo. R117Q0047) Reasearch Report.

Buzan, T., & Buzan, B. (1993). *The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential*. London: BBC Books.

Capra, F. (2009). *The Tao of liberation: exploring the ecology of transformation*. Maryknoll, NY: Orbis Books.

D'Antoni, A. V., Zipp, G. P., & Olson, V. G. (2009). Interrater reliability of the mind map

assessment rubric in a cohort of medical students. *BMC Medical Education, 9*(1), 1-8.

Evans, G. W., Brauchle, G., Haq, A., Stecker, R., Wong, K., & Shapiro, E.(2007). Young children's environmental attitudes and behaviors. *Environment and Behavior, 39*(5), 635-659.

Franklin, A., Li, T., Jamieson, P., Semlak, J., & Vanderbush, W. (2015, October). Evaluating metrics for automatic mind map assessment in various classes. In *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE.

Hua, C., & Wind, S. A. (2019). Exploring the psychometric properties of the mind-map scoring rubric. *Behaviormetrika, 46*(1), 73-99.

Leeming, F. C., Dwyer, W. O., & Bracken, B. A. (1995). Children's Environmental Attitude and Knowledge Scale: Construction and validation. *The Journal of Environmental Education, 26*(3), 22-31.

Linacre, J. M. (1994). *Many-FACET Rasch measurement*. MESA PRESS.

Linacre, J. M. (2019) Facets computer program for many-facet Rasch measurement, version 3.81.2. Oregon: Winsteps.com.

Linacre, J. M. (2021). A user's gudie to FACETS: Rasch-model computer program. Oregon: Winsteps.com.

Manoli, C. C., Johnson, B., & Dunlap, R. E. (2007). Assessing children's environmental worldviews: Modifying and validating the New Ecological Paradigm Scale for use with children. *The Journal of Environmental Education, 38*(4), 3-13.

McClure, J. R., & Bell, P. E. (1990). *Effects of an environmental education related STS approach instruction on cognitive structures of pre-service science teachers*. University Park, PA: Pennsylvania State University. (ERIC Document Reproduction Services No. ED 341 582).

Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press.Cambridge.

Orr, D. W. (1992). *Ecological literacy: Education and the transition to a postmodern world*. Suny Press.

Singer, P. (2011). *The expanding circle: Ethics, evolution, and moral progress*. Princeton University Press.

Zhou, C. H., Zhang, Y., Liu, X. C., Qi, F., & Shuai, P. J. (2016, December). Formative Assessment Research of Youth Science and Technology Innovation Curriculum Based

on Mind Map. In *2016 International Conference on Industrial Informatics-Computing Technology, Intelligent Technology, Industrial Information Integration (ICIICII)* (pp. 218-221). IEEE.

Zvauya, R., Purandare, S., Young, N., & Pallan, M. (2017). The use of mind maps as an assessment tool in a problem based learning course. *Creative Education, 8*(11), 1782-1793.

국가교육과정정보센터 홈페이지 http://ncic.re.kr/(검색일: 2021. 08. 30.)

· 논문접수 : 2021.10.05. / 수정본접수 : 2021.10.29. / 게재승인 : 2021.11.10.

ABSTRACT

Development and validation of ecological understanding assessment tool for adolescents applying mind map

Eun Hye Ham
Associate Professor, Kongju National University
Ye-Lim Yu
Associate Research Fellow, Korean Educational Development Institute
Tami Im
Assistant Professor, Kongju National University

The purpose of this study was to develop and validate an assessment tool to diagnose adolescents' ecological understanding applying mind map. Ecological understanding in this study was defined as the ability to understand the interdependence between human and nature based on basic knowledge and principles on ecosystem and to analyze chain relationship among ecosystem components. A total of 549 elementary and middle school students participated in a performance task of drawing mind map that we created, and their performance was graded by 7 raters based on the checklist type rubric of two scoring dimensions – analyzing chain relationship and illustrating basic knowledge of ecosystems. The data were fitted to a many-facet Rasch model, and major findings were as follows.

First, the item 'Student can explain the effects of his/her action to nature or global environment' in the dimension of 'analyzing chain relationship' was found to be the easiest, while 'Student can use ecological concepts properly' item in the dimension of 'illustrating basic knowledge of ecosystems' was shown the highest difficulty. Second, middle school students' scores were significantly higher than elementary students except for 'Student can explain the effects of animals/plants to me'. Third, while ecological understanding was positively associated with ecological sensibility and ecological attitude in middle school students, no significant relationship was observed in elementary students. Based on the results, benefits of and further directions for applying the mind map task to assess students' ecological understanding were discussed.

Key Words: *Ecological understanding, Nature-human interdependence, Mind map, Assessment tool*