

RESEARCH ARTICLE

Analysis of Summative Evaluation Questions for Life Science I based on the Understanding Aspects of Wiggins & McTighe

Jeonghyeon Lee¹, Soo-min Lim², Youngshin Kim^{1*}¹Kyungpook National University²Science Education Research Institute at Kyungpook National University

Wiggins & McTighe의 이해 측면에 따른 생명과학 I 평가 문항의 분석

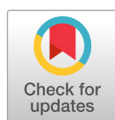
이정현¹, 임수민², 김영신^{1*}¹경북대학교, ²경북대학교 과학교육연구소

*Corresponding Author: Youngshin Kim, kys5912@knu.ac.kr

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the Life Science I summative evaluation questions in aspects of Wiggins & McTighe's understanding. For this purpose, we collected evaluation questions for Life Science I conducted regularly from 2019 to 2022 in 12 high schools in Metropolitan D. There were a total of 4,289 collected summative evaluation questions. Based on the understanding aspect analysis framework, the summative evaluation questions were classified into frequencies by year and unit, and the statistical differences in the understanding aspect frequency by year and unit were analyzed. The results of this study are as follows. First, the Life Science I summative evaluation questions are focused only on some aspects of understanding. Second, there was no change in the evaluation strategy for Life Science I. Based on this, it will expected that the evaluation of life sciences conducted in the 2022 revised science curriculum will be evaluated on more diverse aspects rather than focusing only on the aspects of explanation and application. In addition, it will expected that not only the basic concepts will be acquired, but also an evaluation that is appropriate for the characteristics of the unit and changes over time.

Key words: Summative evaluation questions, understanding, Wiggins & McTighe, life science I



OPEN ACCESS

Brain, Digital, & Learning

2024, Vol. 14, No. 1, 49-59

<https://doi.org/10.31216/BDL.20240004>**Received:** February 02, 2024**Revised:** March 14, 2024**Accepted:** March 19, 2024© 2024. Institute of Brain based Education,
Korea National University of Education

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

우리나라 과학과 교육 목표 중의 하나는 개념의 이해이다(MOE, 2015). 과학교사들 역시 수업을 통해 과학의 기본 개념에 대한 이해를 가장 강조하고 있다(Kim et al., 2005). 이때 과학교사들이 강조하는 이해는 Bloom의 교육목표 분류틀에서 제시하고 있는 이해에 국한되고 있는데(Kim et al., 2005), 이는 자료를 해석하거나 인과 관계를 설명하는 것에 한정하는 이해를 의미한다(Anderson & Sosniak, 2004).

‘이해’란 깨달아 아는 것, 잘 알아서 받아들이는 것, 남의 사정을 잘 헤아려 너그러이 받아들이는 것, 그리고 사리를 분별하여 해석한다는 의미로 사용된다(NIKL, 1999). 이처럼 이해는 단순히 지식과 기능 자체만을 가르치고 평가하는 것이 아닌 그 이상을 의미한다. 다시 말해 이해란 개념이 내포하는 의미를 아는 것을 넘어 맥락 속에서 효과적이고, 현명하게 활용하며, 사실적인 과제를 가지고 특정 상황에서 관련된 지식과 기능을 효과적으로 적용하는 것을 의미하는 것이다(Bransford et al., 2000).

Wiggins & McTighe (2005)는 이해를 학습자들이 내포하고 있는 의미를 유추하는 것에 그치는 것이 아니라 다양한 맥락에서 알고 있는 지식과 기능을 활용하는 것까지 의미한다고 정의하고 있다. 즉, 이해는 한 가지의 목표를 의미하는 것이 아니라 다양한 측면을 가지는 능력인 것이다(Wiggins & McTighe, 2011). 구체적으로 이러한 이해는 설명(explanation), 해석(interpretation), 적용(application), 관점(perspective), 공감(empathy), 자기 지식(self-knowledge)의 여섯가지 측면으로 구분한다.

‘설명’은 정교하고 적절한 이론과 예증으로써, 사건, 행위, 아이디어에 대해 식견이 있는 정당하고도 타당한 근거를 제공하는 것이며, ‘해석’은 의미를 제공하는 해석, 이야기, 번역하는 것이다. ‘적용’은 지식을 새로운 상황이나 다양하고 실제적인 맥락에 효과적으로 활용하는 능력이며, ‘관점’은 비판적이고 통찰력 있는 시각이다. ‘공감’은 타인의 감정과 세계관을 수용할 수 있는 능력을, 마지막으로 ‘자기 지식’은 자신의 무지를 아는 지혜, 그리고 자신의 사고와 행동의 패턴이 어떻게 이해에 대해 선입관을 갖게 하는지와 이해를 분별하는 지 아는 것을 의미한다(Wiggins & McTighe, 2011).

이 이해에 대한 여섯가지 측면은 어떤 지식과 기능이 중요한지를 이해하고 도전하고자 하는 것에 즉시 적용할 수 있는 장점이 있다(Wiggins & McTighe, 2005). 또한 이해에 대한 다양한 관점을 제시함으로써 우리나라 과학 교사들이 중요시하고 있는 이해에 대한 다양한 교수 방법과 평가 방안을 마련할 수 있을 것이다(Jung, 2023).

과학교육에서의 이해와 관련된 선행 연구를 살펴보면, 과학과 수업 목표 분석(Lee & Kim, 2008), 수업 목표 반영 정도 분석(Lim et al., 2011), 평가 문항 분석(Lee & Jeong, 2014; Yang et al., 2020) 등을 통해 ‘이해하다’에 해당하는 평가 목표의 비율이 가장 높다는 결론을 내리고 있다. 특히, 이들 연구는 이해에 대한 의미 내포 및 활용 측면을 분석하지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 Wiggins & McTighe (2011)가 제시한 이해의 여섯 가지 측면으로 분류하여 평가에서 요구하고 있는 이해의 다양한 측면을 분석해보고자 한다.

한편, 평가는 학생의 이해 정도 및 성취를 판단하는 증거로 활용될 뿐 아니라 학습 내용과 교육을 이어주는 중요한 연결고리이다(Black et al., 2011; Brookhart, 2004). 현대 교육철학에서 평가는 학생의 수준을 측정하는 목적을 넘어서 학생의 학습을 도울 수 있는 평가가 이루어져야 한다고 주장한다(Popham, 2009; Siegel & Wissehr, 2011). 따라서 평가는 학습 결과에 대한 평가와 더불어 사고와 역할, 그리고 사회적 실천까지 반영될 필요성이 있다(Wills et al., 2013). 따라서 과학교육 현장에서 이루어지고 있는 평가가 개념에 대한 이해 즉, 관점, 공감, 자기 지식 등 다양한 면에 대한 평가까지 이루어지고 있는가 분석할 필요성이 있다.

생명과학 I 은 사람의 몸을 중심으로 나타나는 생명 현상에 대한 이해를 통해 생활 속에서 나타나는 다양

한 의문점들을 창의적으로 해결할 수 있도록 생명과학의 기초 소양을 기르는 과목이다(MOE, 2015). 생명과학 I의 내용은 생명과학이란 무엇인지에 대한 개괄적인 이해와 더불어 개체 유지에 필요한 사람의 물질대사와 항상성 유지, 종족 보전에 필요한 유전, 삶의 질과 관련된 우리 주변 생태계와 생물다양성에 대한 기초 개념을 다룬다. 인체는 생명 현상을 유지하기 위해 필요한 생체 에너지를 물질대사를 통해 획득하고, 종족의 성공적 번식을 위해 배우자를 만나 다음 세대로 유전물질을 전달하는 유성 생식 과정을 거치며, 건강한 삶을 위한 항상성 유지와 방어 작용은 물론, 주변의 환경과 상호 작용함을 다룬다. 이에 생명과학 I의 개념에 대한 이해는 추후에 생명과학 학문 전반에 대한 이해의 기초가 된다.

따라서 본 연구는 생명과학 I 과목에서 평가하고 있는 문항이 이해에 대해 다양한 측면에서 분석하고 있는지 알아보기 위하여 2015 개정 교육과정이 적용된 2019년부터 2022년까지 실시된 고등학교 생명과학 I 과목의 평가 문항을 Wiggins & McTighe의 여섯 가지 이해 측면을 토대로 분석하였다. 또한 단위별, 연도별로 차이가 있는지를 구체적으로 살펴보았다. 본 연구를 통해서 단위별 평가의 차이, 시간에 따른 평가의 경향성에 대한 자료 및 평가의 나아갈 방향에 대한 기초 자료를 제시할 수 있을 것이다.

Research Methodology

Subjects

본 연구에서는 2015 개정 과학과 교육과정에 해당하는 생명과학 I의 평가 문항을 대상으로 하였다. D광역시 소재 12개 고등학교에서 2019년부터 2022년까지 정기적으로 실시된 중간고사와 기말고사 문항을 수집하였다. 이를 위해 먼저 연구 목적을 출제 교사 및 학교 관리자에게 설명하고, 동의를 얻은 후 자료를 수집하였다.

수집된 평가 문항은 총 4,289개로 구체적인 평가 문항의 연도별, 단위별 수는 Table 1과 같다. 연도별로 약 1,050~1,100 문항이 수집되었으며, 단위별로는 생명과학의 이해 단원이 총 355문항으로 가장 적었으며, 항상성과 몸의 조절 단원이 1,487개로 가장 많이 수집되었다.

Table 1. Number of summative evaluation questions analyzed

Unit	Year	2019	2020	2021	2022	Total
						n(%)
Understanding life sciences		97 (2.3)	101 (2.4)	83 (1.9)	74 (1.7)	355 (8.3)
Human metabolism		170 (4.0)	155 (3.6)	136 (3.2)	117 (2.7)	578 (13.5)
Homeostasis and body regulation		353 (8.2)	358 (8.3)	393 (9.2)	383 (8.9)	1,487 (34.7)
Heredity		271 (6.3)	297 (6.9)	297 (6.9)	356 (8.3)	1,221 (28.5)
Interacting with the ecosystem		163 (3.8)	139 (3.2)	172 (4.0)	174 (4.1)	648 (15.1)
Total		1,054 (24.6)	1,050 (24.5)	1,081 (25.2)	1,104 (25.7)	4,289 (100.0)

Framework of Understanding Aspects

수집된 평가 문항의 이해 측면을 분석하기 위하여 Wiggins & McTighe (2005)가 제시한 여섯 가지 이해 측면 및 생명과학 I 교육과정 내용 요소를 참고하여 분석틀을 작성하였다. Wiggins & McTighe (2005)에서 제시한 대로 평가 문항의 이해는 설명, 해석, 적용, 관점, 공감, 자기 지식의 6가지 측면으로 분류하였다.

평가 문항에 대한 이해 측면의 분석틀은 Table 2와 같다. 제시한 분석틀은 수집한 평가 문항을 토대로 여섯 가지 이해 측면에 해당하는 평가 문항의 예시를 구체적으로 나타낸 것이다. 수집한 평가 문항에서는 이해의

Table 2. Analysis framework for understanding aspects of summative evaluation questions

Understanding aspects	Example of summative evaluation questions
Explanation	• Which of the following is correct? • Describe the significance. • Describe each.
Interpretation*	• Write a historical biography. • Analyze and describe trends.
Application	• Use your judgment when writing. • Design the experimental process.
Perspective*	• Write down whether you need to adopt any lifestyle habits. • Draw a graph. • Compare published descriptions. • Compare the differences.
Empathy*	• Write a discussion paper for and against the position. • Critique three different versions. • Write it as a role play. • Write a reflective essay.
Self-knowledge*	• Write an essay about your experience. • Write down what you are thinking and feeling. • Write a discussion paper for and against the position. • Write down your participation pattern. • Develop and write a resume. • Write a self-evaluation of your writing. • Write about your experience.

* is presented with reference to the study by Wiggins & McTighe (2011)

측면 6가지 중에서 ‘설명’과 ‘적용’ 측면에 대해서만 제시되었다. 이에 나머지 이해 측면인 ‘해석’, ‘관점’, ‘공감’, ‘자기 지식’에 해당하는 문항의 예시는 Wiggins & McTighe (2011)가 제시한 ‘여섯 측면에 기초한 수행과제 아이디어’를 평가 문항 형태로 작성하여 제시하였다.

분석틀에 대한 내용 타당도를 분석하기 위하여 생물교육 박사 학위 소지자 1명과 석사학위 소지자 4명의 교사에게 의뢰하였다. 석사학위 소지자는 10년 이상의 생명과학 교사로 근무하고 있다. 그리고 연구자들이 이해 측면에 대해 예시 문항으로 충분히 설명한 후 타당도를 실시하였다. 그 결과 평가 문항의 이해 측면 분석틀의 타당도는 82.7%였으며, 적절치 못한 평가를 받은 항목에 대해서는 수정 및 보완이 이루어졌다.

Data Analysis

수집된 평가 문항 중에 제시된 자료 및 답지의 내용이 하나 이상의 단원으로 구성된 경우 해당하는 단원의 평가 문항으로 분류하였다. 또한 하나 이상의 소문항으로 출제된 경우에는 각각의 평가 문항으로 나누어 분석하였다. 이러한 평가 문항에 대한 분석은 작성한 분류틀을 기초로 하였다.

분석한 평가 문항은 분석한 후 3개월의 시간이 경과한 후 다시 각 단원별 25개의 문항을 무작위적으로 선정 및 재분석한 결과 일치율은 99.2%로 나타났다. 구체적으로 ‘유전’ 단원이 96.0%였고, 나머지 모든 단원들은 100.0%의 일치율을 보였다.

2019년부터 2022년까지 연도에 따른 단원별 평가 문항 수를 집계한 후 이해 측면 분석 틀에 기초하여 분류한 평가 문항을 연도별 및 단원별 빈도수로 나타내었다. 연도별 및 단원별 이해 측면 빈도수의 통계적 차이는 SPSS 26.0 통계 프로그램을 사용하여 χ^2 검증을 통해 분석하였다.

Results

Frequency Analysis of Summative Evaluation Questions

2019년에서 2022년까지 실시된 생명과학 I 평가 문항 총 4,289개의 문항을 단위별 이해 측면으로 분류한 결과는 Table 3과 같다. 단위별 평가 문항의 수는 ‘항상성과 몸의 조절’ 단원이 1,487개(34.7%)로 가장 많았고, 다음으로 ‘유전’ 단원이 1,221개(28.5%)이었으며, ‘생태계와 상호 작용’ 단원이 648개(15.1%), ‘사람의 물질대사’ 단원이 578개(13.5%), ‘생명과학의 이해’ 단원이 355개(8.3%)의 순으로 나타났다. 평가 문항의 이해 측면은 모든 단위에서 ‘설명’과 ‘적용’의 측면으로만 분류되었으며, 나머지 이해 측면인 ‘해석’, ‘관점’, ‘공감’, ‘자기 지식’에 해당하는 문항은 제시되지 않았다.

이해 측면 중 ‘설명’에 해당하는 평가 문항은 4,271개(99.6%)로 출제된 전체 문항 중 대부분을 차지하고 있었다. 이 문항들은 글, 그림, 표 등의 자료를 앞서 제시한 후 보기에서 옳은 설명을 고르는 형태이거나 제시된 자료를 정의하는 용어나 개념, 이유, 특징 및 예시를 작성하는 형태를 보이고 있었다. 이는 Chung et al. (1994)의 선행연구의 결과에 빗대어보았을 때, 고등학교 정기고사 평가 문항이 대학수학능력시험의 내용과 방법에 따라 결정되고 있음을 보여주는 결과라 할 수 있다. 한편 이해 측면 중 ‘적용’에 해당하는 평가 문항은 18개(0.4%)였는데, 주로 답안을 직접 작성하는 형태로 나타났다. 이는 새로운 상황이나 다양하고, 실제적인 맥락에서 효과적으로 지식을 활용할 수 있는 ‘적용’으로써의 전이가 일어나는가를 학생들이 직접 작성한 답안을 통해서 확인할 수 있기 때문이다.

Table 3. Frequency of understanding aspects of life science I summative evaluation questions n(%)

Understanding aspects	Unit Understanding life sciences	Human metabolism	Homeostasis and body regulation	Heredity	Interacting with the ecosystem	Total
Explanation	353 (8.2)	576 (13.4)	1,478 (34.6)	1,219 (28.4)	645 (15.0)	4,271 (99.6)
Interpretation*	-	-	-	-	-	-
Application	2 (0.0)	2 (0.0)	9 (0.2)	2 (0.0)	3 (0.1)	18 (0.4)
Perspective*	-	-	-	-	-	-
Empathy*	-	-	-	-	-	-
Self-knowledge*	-	-	-	-	-	-
Total	355 (8.3)	578 (13.5)	1,487 (34.7)	1,221 (28.5)	648 (15.1)	4,289 (100.0)

Analysis of Differences by Year

분석된 생명과학 I의 평가 문항이 6가지 이해 측면 중 ‘설명’과 ‘적용’ 측면으로만 분류되었기 때문에 ‘설명’과 ‘적용’ 측면에서 연도별 차이가 있는지를 살펴보았다(Table 4). ‘생명과학의 이해’ 단원의 평가 문항은 생물의 특성, 생물과 비생물의 차이점, 생명과학의 탐구 방법이 주를 이루고 있는데, 연도별 빈도수는 2020년에는 28.5%, 2019년에는 27.3%, 2021년에는 23.4%, 2022년에는 20.8%의 순으로 나타났다. 이해 측면이 ‘설명’에 해당하는 평가 문항 빈도수도 2020년에는 28.5%, 2019년에는 27.0%, 2021년에는 22.8%, 2022년에는 20.8%의 순으로 나타났다. 이때 연도별 ‘설명’에 해당하는 빈도수의 통계적 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). 이해 측면 중 ‘적용’에 해당하는 평가 문항은 2019년과 2021년에서만 0.3%로 적게 나타났다. 이때 이해 측면이 ‘적용’에 해당하는 평가 문항의 연도별 빈도수에서도 통계적 차이는 나타나지 않았다($p>.05$).

Table 4. Differences by year in summative evaluation questions

Unit	Under standing aspects	Year				n(%)
		2019	2020	2021	2022	χ^2
Understanding life sciences	Explanation	96 (27.0)	101 (28.5)	82 (23.1)	74 (20.8)	2.666
	Application	1 (0.3)	-	1 (0.3)	-	1.333
Human metabolism	Explanation	169 (29.2)	155 (26.8)	135 (23.4)	117 (20.2)	5.485
	Application	1 (0.2)	-	1 (0.2)	-	1.333
Homeostasis and body regulation	Explanation	352 (23.7)	357 (24.0)	390 (26.2)	379 (25.5)	1.502
	Application	1 (0.1)	1 (0.1)	3 (0.2)	4 (0.3)	1.559
Heredity	Explanation	271 (22.2)	297 (24.3)	297 (24.3)	356 (29.1)	6.157
	Application	-	1 (0.1)	-	-	1.200
Interacting with the ecosystem	Explanation	162 (25.0)	139 (21.5)	170 (26.2)	174 (26.9)	2.367
	Application	1 (0.2)	-	2 (0.3)	-	2.104
Total	Explanation	1,050 (24.5)	1,048 (24.5)	1,074 (25.0)	1,099 (25.6)	0.802
	Application	4 (0.1)	2 (0.0)	7 (0.2)	5 (0.1)	1.561

‘사람의 물질대사’ 단원은 세포에서 물질과 에너지의 전환이 일어나는 과정, 생명 활동에 필요한 ATP의 저장 및 사용, 세포 호흡 결과 발생한 노폐물의 배설 과정, 물질대사 관련 질병 및 대사성 질환 예방과 관련된 문항들이 주로 출제되고 있었다. ‘사람의 물질대사’ 단원의 평가 문항 빈도수는 2019년에는 29.4%, 2020년에는 26.8%, 2021년에는 23.5%, 2022년에는 20.2%의 순으로 나타났다. 이해 측면이 ‘설명’에 해당하는 평가 문항 빈도수도 동일한 연도별 순으로 나타났으며, 연도별 빈도수에서는 통계적 차이가 없었다($p>.05$). 이해 측면 중 ‘적용’에 해당하는 평가 문항은 2019년과 2021년에만 0.2%씩 나타났으며, 2020년과 2022년에는 ‘적용’에 해당하는 평가 문항이 제시되지 않았다. 이해 측면이 ‘적용’에 해당하는 평가 문항의 연도별 빈도수 역시 통계적으로 유의미한 차이는 없었다($p>.05$).

‘항상성과 몸의 조절’ 단원은 흥분의 전도와 전달, 약물이 시냅스 전달에 미치는 영향, 근섬유의 구조와 근수축의 원리, 신경계의 구조와 기능, 신경계 관련 질환, 호르몬의 특성, 호르몬 관련 질환, 항상성 유지 원리, 질병의 원인, 특이적, 비특이적 방어 작용, 백신의 작용 원리, 백신으로 예방하기 등의 내용을 다루고 있었다. ‘항상성과 몸의 조절’ 단원 평가 문항 빈도수는 2021년에는 26.4%로 가장 많이 제시되었고, 다음으로 2022년에 25.8%, 2020년에 24.1%, 2019년에 23.7%의 순으로 나타났다. 이해 측면이 ‘설명’에 해당하는 평가 문항이 대부분으로 빈도수 역시 동일한 연도순으로 나타났으나, 연도별 빈도수에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($p>.05$). 이해 측면 중 ‘적용’에 해당하는 평가 문항은 2022년과 2021년에 각각 0.3%만이 제출되었으며, 이들 간 연도별 빈도수에서 통계적 유의미한 차이는 없었다($p>.05$).

‘유전’ 단원은 염색체, 유전체, DNA, 그리고 유전자의 관계, DNA 복제와 세포 분열과 관련지는 염색분체의 형성과 분리, 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합과 유전적 다양성, 가계도를 이용한 사람의 유전 현상, 상염색체 유전과 성염색체 유전 구분, 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 다루고 있었다. ‘유전’ 단원 평가 문항 빈도수는 2022년에 29.1%로 가장 많이 제시되었고, 다음으로 2020년에 24.4%, 2021년에 24.3%, 2019년에 22.2%의 순으로 나타났다. 이해 측면 중 ‘설명’에 해당하는 평가 문항 빈도수가 대부분으로 연도별 순서는 동일하였으며, 연도별 빈도수의 통계적 유의미한 차이가 없었다($p>.05$). 이해 측면이 ‘적용’에 해당하는 평가 문항은 2020년에만 1개 문항(0.1%)이 제시되었으며, 연도별 빈도수에서 통계적 유의미한 차이는 없었다($p>.05$).

‘생태계와 상호 작용’ 단원은 생태계 구성 요소, 개체군과 군집, 천이 과정, 생태계의 에너지 흐름과 물질

순환, 생물 다양성의 의미를 주로 다루고 있었다. ‘생태계와 상호 작용’ 단위 평가 문항 빈도수는 2022년이 26.9%로 가장 많았고, 다음으로 2021년에 26.5%, 2019년에 25.2%, 2020년에 21.5%의 순으로 나타났다. 이해 측면이 ‘설명’에 해당하는 평가 문항 빈도수가 대부분으로 연도별로 같은 순으로 제시되었으나 연도별 빈도수에서 통계적으로 유의미한 차이는 없었다($p>.05$). 이해 측면 중 ‘적용’에 해당하는 평가 문항은 2021년에 0.3%, 2019년에 0.2%가 제시되었으며, 2020년과 2022년은 ‘적용’에 해당하는 평가 문항이 없었다. 이해 측면이 ‘적용’에 해당하는 평가 문항의 연도별 빈도수 역시 통계적으로 유의미한 차이는 없었다($p>.05$).

생명과학 I 전체 단원으로 살펴보면, 4,289개 평가 문항 중 2022년이 25.7%로 가장 많은 문항이 제시되었고, 다음으로 2021년 25.2%, 2019년 24.6%, 2020년 24.5%의 순으로 나타났다. 이해 측면 중 ‘설명’에 해당하는 평가 문항 빈도수가 대부분으로 연도별 순서가 동일하였으며, 통계적으로 유의미한 차이는 없었다($p>.05$). 이해 측면 중 ‘적용’에 해당하는 평가 문항은 2021년에는 0.2%, 2022년에 0.1%, 2019년에 0.1%였고, 2020년에는 없었다. 이 역시도 연도별 빈도수의 통계적 유의미한 차이는 없었다($p>.05$).

Analysis of Differences by Unit

생명과학 I의 평가 문항이 6가지 이해 측면 중 ‘설명’과 ‘적용’ 측면에 따라서 단위별 차이가 있는지를 살펴보았다(Table 5). 2019년 평가 문항 중 ‘설명’ 측면에 해당하는 단위별 평가 문항의 빈도수는 ‘항상성과 몸의 조절’ 단원이 가장 많았고, 다음은 ‘유전’, ‘사람의 물질대사’, ‘생태계와 상호 작용’, ‘생명과학의 이해’ 단위 순으로 제시되었다. 2019년 평가 문항의 단위별 빈도수는 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p<.05$). 이해 측면 중 ‘적용’에 해당하는 평가 문항의 경우 ‘생명과학의 이해’, ‘사람의 물질대사’, ‘항상성과 몸의 조절’, ‘생태계와 상호 작용’ 단위에서 단위별 빈도수의 통계적 유의미한 차이는 없었다($p>.05$).

2020년 평가 문항 중 ‘설명’ 측면에 해당하는 평가 문항의 빈도수는 ‘항상성과 몸의 조절’ 단원이 가장 많았고, 다음으로 ‘유전’, ‘사람의 물질대사’ 단위 순으로 나타난다. 단위별 빈도수 간 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다($p<.05$). 이해 측면 중 ‘적용’에 해당하는 평가 문항의 경우, ‘항상성과 몸의 조절’ 단위와 ‘유전’ 단위에서 단위별 빈도수의 통계적으로 유의미한 차이는 없었다($p>.05$).

Table 5. Differences by unit in summative evaluation questions

Year	Unit	Understanding life sciences	human metabolism	Homeostasis and body regulation	Heredity	Interacting with the ecosystem	n(%)
	Understanding aspects						χ^2
2019	Explanation	96abcd ** (9.1)	169aef (16.0)	352begh (33.4)	271cfgi (25.7)	162dhi (15.4)	90.521*
	Application	1 (0.1)	1 (0.1)	1 (0.1)	-	1 (0.1)	0.867
2020	Explanation	101abc ** (9.6)	155ade (14.8)	357bdf (34.0)	296ceg (28.2)	139fg (13.2)	99.258*
	Application	-	-	1 (0.1)	1 (0.1)	-	1.314
2021	Explanation	82abcd ** (7.6)	135aef (12.5)	390begh (36.1)	297cfgi (27.5)	170dhi (15.7)	141.579*
	Application	1 (0.1)	1 (0.1)	3 (0.3)	-	2 (0.2)	2.115
2022	Explanation	74abcd ** (6.7)	117aefg (10.6)	379behi (34.3)	355cfhj (32.2)	174dgij (15.8)	630.663*
	Application	-	-	4 (0.4)	1 (0.1)	-	3.800
Total	Explanation	353abcd ** (8.2)	576aef (13.4)	1,478begh (34.5)	1,219cfgi (28.4)	645dhi (15.0)	493.241*
	Application	281 (8.2)	461 (13.5)	1,104 (34.7)	865 (28.5)	474 (15.1)	2,711 (100.0)

* $p<.05$ ** The same letter means there is a statistical difference in post-hoc testing.

2021과 2022년 평가 문항에서, 이해 측면이 ‘설명’에 해당하는 평가 문항의 빈도수 역시 ‘항상성과 몸의 조절’ 단원이 가장 많았고, 다음으로 ‘유전’, ‘생태계와 상호 작용’ 순으로 나타났다. 이들 단원별 빈도수에는 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다($p < .05$). 한편 이해 측면이 ‘적용’에 해당하는 평가 문항은 ‘항상성과 몸의 조절’ 단원이 가장 많았으며, ‘생태계와 상호 작용’, ‘생명과학의 이해’와 ‘사람의 물질대사’ 단원 순으로 나타났다($p > .05$).

생명과학 I 을 구성하는 5개의 단원에서 평가 문항은 ‘항상성과 몸의 조절’ 단원이 34.7%으로 가장 많은 비율을 차지하였고, 다음으로 ‘유전’ 단원이 28.5%, ‘생태계와 상호 작용’ 단원이 15.1%, ‘사람의 물질대사’ 단원이 13.5%, ‘생명과학의 이해’ 단원이 8.2%의 순으로 나타났다. 이해 측면 중 ‘설명’에 해당하는 평가 문항의 빈도수는 전체 빈도수와 동일한 순이었으며, 연도에 따른 단원별 빈도수의 유의미한 차이가 나타났다($p < .05$). 반면 이해 측면 중 ‘적용’에 해당하는 평가 문항은 ‘항상성과 몸의 조절’ 단원이 0.2%, ‘생태계와 상호 작용’ 단원이 0.1% 순이었으며, 연도에 따른 단원별 빈도수에서 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다($p > .05$).

Discussion

본 연구 결과를 통해 얻을 수 있는 논의는 다음과 같다. 첫째, 생명과학 I 평가 문항의 이해 측면은 일부에 치우쳐져 있었다. 구체적으로 이해 측면 중에서도 ‘설명’과 ‘적용’으로만 제시되어 있었다. 그 중에서도 ‘설명’이 전체의 99.6%로 대부분을 차지하고 있었다. 이를 통해 학생들의 수업 목표 도달 수준이 하나에 국한된 이해 측면에 대한 평가로만 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. 이는 평가 문항(Lee & Jeong, 2014; Yang et al., 2020) 및 수업 목표(Lee & Kim, 2008)에 대한 선행 연구와도 일치하는 결과이다. 즉, 현재 이루어지고 있는 대부분의 평가는 배운 지식에 대한 설명을 측정할 뿐 학생들이 학습한 내용이 언제, 어디서 그리고 왜 사용되어야 하는지를 아는 것은 요구하지 않는다는 것을 의미한다. 이를 통해 여전히 우리나라 과학 교사들은 수업과 평가에서 개념에 대한 ‘설명’에 국한된 이해의 측면만을 고려하여 문항을 제시하고 있음을 확인할 수 있다. 그러나 우리나라 교육과정 목표에서 추구하는 민주 시민으로서의 소양 함양과 과학의 유용성 인식, 그리고 평생 학습 능력을 함양(MOE, 2015)하도록 하기 위해서는 과학적 소양과 과학, 기술, 사회적 맥락에서의 다양한 평가가 이루어져야 한다. 이에 학생들의 고차원적인 사고 능력, 비판적 사고를 향상시킬 수 있는 평가 문항이 개발되어야 하며(Zoller, 2012), 복잡한 체계에 대응할 수 있는 다양한 측면의 평가가 이루어질 필요성이 있다(Zoller & Nahum, 2012).

둘째, 생명과학 I 평가 문항에서 ‘설명’ 측면에 대한 빈도의 연도별 차이는 없었다. 이는 교육과정에서 제시한 다양한 목표들 중 개념의 이해 측면에 해당하는 ‘설명’만을 강조하는 평가 즉, 하나의 측면에만 치우친 평가가 해마다 반복되고 있음을 의미하는 결과이다. 따라서 어느 하나의 측면으로만 치우치지 않은 다양한 측면에서의 이해를 평가할 수 있는 교사의 능력이 계발되길 기대한다.

셋째, 생명과학 I 평가 문항의 ‘설명’ 측면의 빈도는 단원에 따라 차이가 나타났다. 2019년부터 2022년까지 ‘설명’ 측면에 해당하는 평가 문항을 단원별로 분석한 결과 ‘항상성과 몸의 조절’ 단원에서는 34.5%로 가장 높은 빈도를 나타냈고, 다음으로 ‘유전’ 단원이 28.4%이 나타났으며, ‘생명과학의 이해’ 단원이 8.2%로 가장 낮은 빈도로 나타났다. 이는 생명과학 I 에서 단원별 개념 수의 차이가 존재할 뿐 아니라(Kim & Lim, 2023) 대 학수학능력시험의 출제 단원별 평가 문항의 비율에 차이(Lee & Shim, 2018)에 의한 영향을 받는 것임을 유추

할 수 있다. 다시 말해 단위별 빈도수에 있어 이해 측면의 차이는 대학수학능력시험의 내용과 방법이 고등학교 평가 방법에 지대한 영향을 미치기 때문에(Chung et al., 1994) 어렵고 전문적인 해석과 분석을 요하는 변별력을 위한 소재로 적합한 특정 단위에서 출제 비율이 높은 대학수학능력시험의 출제 경향에 따라 학교 평가 문항에 있어서도 특정 단위의 평가 문항 비율이 높게 나타나게 되는 것을 의미한다.

넷째, 학습관점과 일치하는 평가 관점을 가져야 한다(Bell & Cowie, 2001; Pellegrino, 2013). 우리나라 과학과 목표는 탐구 능력을 함양하고, 일상생활에서 과학 관련 문제를 해결하는 과정에서 과학적이고, 창의적으로 해결할 수 있는 과학적 소양을 기르는데 있다(MOE, 2022). 따라서 학습자에게 단순하고, 편중된 지식을 학습하도록 요구하는 것이 아니라 학습된 지식과 현재 학습하는 지식을 사용하여 재구성하여 사회적 문제 해결에 참여하고, 실천할 수 있는 학습을 지원해야 한다(Berlak, 1992; Gipps, 1994; Wiliam, 1994).

마지막으로 교사들은 학습자의 이해 여부에 관계없이 많은 것을 가르치려고 하고 많은 학습 활동을 권장하고 있다. 교사는 무엇보다 수업을 통해서 의도한 목표를 학습자들이 제대로 달성했는지 그리고 진정한 이해에 도달하고 있는지를 확인해야 한다(Widodo & Duit, 2002; Widodo et al., 2002). 그러기 위해서는 학교 현장에서의 평가가 어떻게 이루어질 것인지에 대한 논의가 지속적으로 이루어질 필요성이 있다(Pellegrino & Goldman, 2008; Songer & Ruiz-Primo, 2013; Yi & Kang, 2012).

Conclusion

본 연구는 고등학교 12개교에서 2019년부터 2022년까지 실시된 생명과학 I 평가 문항을 대상으로 이해의 측면을 분석하였다. 생명과학 I 각 단위별로 평가 문항의 이해 측면의 빈도수를 제시한 후, 평가 문항의 연도별 이해 측면과 연도에 따른 평가 문항의 단위별 이해 측면에 대해 분석하였다. 본 연구 결과를 바탕으로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 생명과학 I 평가 문항은 일부 이해의 측면에만 편중되어 있다. 평가 문항의 99% 이상이 '설명' 측면이었으며, 나머지는 '적용' 측면에만 해당하였다. 이해는 한 가지 측면에만 해당하는 것이 아니라 여섯 가지 측면을 두루 갖추도록 해야 한다(Wiggins & McTighe, 2005). 이에 의도적으로 이해의 여섯 가지 측면에 해당하는 평가를 모두 개발할 수 있도록 노력해야 하며, 여섯 가지 이해 측면으로의 전이가 제대로 이루어지고 있는지 파악할 수 있는 평가로의 형태 변화가 필요하다.

둘째, 생명과학 I 에 대한 평가 전략에는 변화가 없었다. 분석 결과 연도별 평가 전략은 변화 없이 반복적으로 나타났다. 즉, 단위별로 평가하는 문항 수가 매해 일정하였고, 평가 문항의 이해 측면에서의 변화 또한 없었다. 이는 교육과정의 목표에서 요구하는 민주 시민으로서의 소양 함양, 과학의 유용성 인식 및 평생 학습 능력 함양에 대한 적절한 평가가 이루어지지 않는 것을 의미한다.

지식 기반 정보화 시대에 학습자가 자기 주도적이고, 창의적인 사고 역량을 함양하기 위해서는 평가 전략을 변화시킬 필요가 있다. 즉, 한 가지 차원이 아니라 여섯 가지 이해 측면으로의 전이가 다양하게 이루어지고 있는가를 평가할 필요가 있다. 생명과학 I 을 구성하는 단위들은 생명과학의 세부 학문 분야의 기초적인 단계라고 할 수 있다. 생명과학 학문 분야에 대한 이해를 위해서는 생명과학 I 교육과정에서 제시한 단위별 내용 체계를 토대로 진정한 이해에 도달할 수 있어야 한다. 이에 진정한 이해에 도달할 수 있도록 평가 문항의 이해의 측면을 적절하고, 다양화하여 평가 문항을 개발할 필요성이 있다.

본 연구는 2015 개정 과학과 교육과정의 생명과학 I 과목에서 이루어지고 있는 평가 문항에 대한 이해의

측면을 분석하였다. 이를 바탕으로 2022 개정 과학과 교육과정에서 이루어지는 생명과학에 관한 평가는 설명과 적용의 측면에만 치중하지 않은 더욱 다양화된 측면에 대한 평가가 이루어지길 기대한다. 또한 기본 개념의 습득만이 아니라 단원의 특성과 시대적 변화에 맞는 평가가 이루어지길 기대한다.

References

- Anderson, L. W., & Sosniak, L. A. (2004). Bloom's Taxonomy: A Forty-year Retrospective: Ninety-third Yearbook of the National Society for the Study of Education. Chicago: University of Chicago Press.
- Bell, B., & Cowie, B. (2001). The characteristics of formative assessment in science education. *Science Education*, 85, 536-553.
- Berlak, H. (1992). The need for new science of assessment. In H. Berlak, F. M. Newmann, E. Adams, D. A. Archbald, T. Burgess, J. Raven, & T. A. Romberg (Eds.), *Toward a New Science of Educational Testing and Assessment* (pp. 1-22). Albany: State University of New York Press.
- Black, P., Wilson, M., & Yao, S. (2011). Road maps for learning: A guide to the navigation of learning progressions. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 9, 71-123.
- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (Eds.). (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Research Council.
- Brookhart, S. M. (2004). Classroom assessment: Tensions and intersections in theory and practice. *Teachers College Record*, 106, 429-458.
- Chung, Q., Kwon, Y., Kim, Y., & Bong, H. (1994). An analysis on the biology testing items of the National Entrance Examination for the university from 1969 to 1992. *Biology Education*, 4, 275-285.
- Gipps, C. (1994). *Beyond Testing: Towards a Theory of Educational Assessment*. London: The Falmer Press.
- Jung, H. (2023). Exploring the Implications of Gadamer's hermeneutic understanding on process-based evaluation: Focusing on the linguisticity of understanding. *The Journal of Educational Research*, 38, 1-23.
- Kim, Y., & Lim, S. (2023). Appropriateness of inquiry activities presented in Life Science I of the 2015 revised science curriculum. *Brain, Digital, & Learning*, 13, 51-71.
- Kim, Y., Lee, H., & Park, K. (2005). The study of differences of class objects for science teacher and students recognize in middle school. *Journal of Science Education*, 29, 45-56.
- Lee, D., & Jeong, E. (2014). An analysis of paper and pencil test items of Life Science I in high school. *Journal of Science Education*, 38, 670-690.
- Lee, H., & Kim, Y. (2008). Analysis of primary and secondary biology instructional objectives on 7th science curriculum: Based on Bloom's revised taxonomy. *Biology Education*, 36, 52-62.
- Lee, M., & Shim, K. (2018). Comparative analysis of Life Science items of Korean scholastic aptitude test and regular high school examinations. *Biology Education*, 46, 346-354.
- Lim, S., Jang, B., Jeong, J., Lee, J., & Kim, Y. (2011). An analysis of alignment between instructional objectives, students' acquired knowledge, and evaluation items in "stimulus and reaction" unit in science class of middle schools. *Biology Education*, 39, 95-105.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). 2015 Revised Science Curriculum (2015-74, Separate books 9). Seoul: Ministry of Education.
- Ministry of Education [MOE]. (2022). 2022 Revised Science Curriculum (2022-33, Separate books 9). Sejong: Ministry of Education.

- National Institute of the Korean Language [NIKL]. (1999). Standard Korean Language Dictionary. from <http://www.korean.go.kr/>.
- Pellegrino, J. W. (2013). Proficiency in science: Assessment challenges and opportunities. *Science*, 340, 320-323.
- Pellegrino, J. W., & Goldman, S. R. (2008). Beyond rhetoric: Realities and complexities of integrating assessment into classroom teaching and learning. In C. A. Dwyer (Ed.), *The Future of Assessment* (pp. 7–52). New York, NY: Routledge.
- Popham, W. J. (2009). Assessment literacy for teachers: Faddish or fundamental?. *Theory Into Practice*, 48, 4-11.
- Siegel, M. A., & Wissehr, C. (2011). Preparing for the plunge: Preservice teachers' assessment literacy. *Journal of Science Teacher Education*, 22, 371-391.
- Songer, N. B., Ruiz-Primo, M. A. (2013). Assessment and science education: Our essential few priority?. *Journal of Research in Science Teaching*, 49, 683-690.
- Widodo, A. & Duit, R. (2002) Conceptual change views and the reality of classroom practice. Paper presented at the Third European Symposium on Conceptual Change. Turku, Finland.
- Widodo, A., Duit, R. & Muller, C. (2002) Constructivist views of teaching and learning in practice: Teachers' views and classroom behaviour. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by Design* (2nd Ed.). Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD). Alexandria, VA.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2011). *The Understanding by Design Guide to Creating High-quality Units*. Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD). Alexandria, VA.
- Wiliam, D. (1994). Towards a philosophy for educational assessment. Paper presented to the Annual Conference of the British Education Research Association, Oxford.
- Willis, J., Adie, L., & Klenowski, V. (2013). Conceptualising teachers' assessment literacies in an era of curriculum and assessment reform. *The Australian Educational Researcher*, 40, 241-256.
- Yang, D., Yoon, E., & Park, Y. (2020). Comparison of textbook objectives and paper test items based on physics I 'Space-Time and the Universe'. *Journal of Science Education*, 44, 38-49.
- Yi, J., & Kang, H. (2012). A new model development of backward design : Focusing on improved model. *Journal of Research in Education*, 45, 87-114.
- Zoller, U. (2012). Science education for global sustainability: What is necessary for teaching, learning, and assessment strategies?. *Journal of Chemical Education*, 89, 297-300.
- Zoller, U., & Nahum, T. L. (2012). From teaching to KNOW to learning to THINK in science education in N. J. Fraser, Tobin, K. G., & McRobbie, C. J. (Eds). *Second International Handbook of Science Education* (Vol 1). Dordrecht: Springer.

Authors' Information

Lee, Jeonghyeon: Kyungpook National University, Graduate student, First Author

Lim, Soo-min: Science Education Research Institute at Kyungpook National University, Research professor, Co-author

Kim, Youngshin: Kyungpook National University, Professor, Corresponding Author