

## 고등학교 생명 과학 I의 지필평가 문항 분석

이동훈 · 정은영\*

전남대학교

### An Analysis of Paper and Pencil Test Items of Life Science I in High School

Lee, Donghoon · Jeong, Eunyong\*

Chonnam National University

**Abstract** : The purpose of this study was to analyze paper and pencil test items of life science I in high school to diagnose problems of the test items developed by teachers, and to provide some implication for better assessment.

690 selection-type items and 162 supply-type items in life science I were collected from 10 general high schools. In the analysis of test items, the ratio of the selection-type item and the supply-type item was 81:19 in the number of items based on item type, while the ratio was 74.4:25.6 in the distribution of marks, indicating that the distribution of marks compared to the number of items was higher in the supply-type items. In the analysis by the Bloom's revised taxonomy of educational objectives, the items of 'conceptual knowledge' in the knowledge and those of 'understanding' in the cognition process were shown most in both the selection-type item and the supply-type item. In the analysis by the science assessment frameworks of NAEA, the items of 'knowledge' were shown 9 times more than those of 'inquiry'. When compared to the level of difficulty presented in the two-way specification table and the percentage of correct answers in the selection-type item, the concurrence was 41.5%. When compared to the ratio of number of items based on the item type of the supply-type items, the short-answer items were 34.0%, the descriptive items were 61.1%, and the drawing items were 4.9%. The drawing items were mainly developed in the unit of 'Cells and Continuity of Life'. When the descriptive items were classified by the acceptance of response, all the items were 'response restricted' type, and the items of 'restricted in content range' type among them were highest. When the items were classified by presentation of data, the items of 'presentation of data' type were highest(65.4%), and when classified by type of question, the items of 'knowledge description' type were highest(80.4%).

In conclusion, it is needed to develop items belonging to 'inquiry' area more in the school, and to increase the ratio of the descriptive items, presenting various types of items.

**keywords** : Life Science I, paper and pencil test, item analysis, Bloom's revised taxonomy of educational objectives, science assessment frameworks of National Assessment of Educational Achievement

## I. 서론

학교교육의 내실화와 교실 안의 문제를 효율적으

로 해결하기 위해 평가에 관한 요구가 점차 증가하고 있으며(백순근, 2002), 학생 개인의 소질과 특성을 신장시키고, 단편적·사실적 지식의 암기보다

\*교신저자 : 정은영(jey@chonnam.ac.kr)

\*\*이동훈(2014)의 석사학위 논문 '학교 수준의 생명 과학 I의 지필평가 문항 분석'의 일부를 재구성함.

\*\*\*이 논문은 2013년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

\*\*\*\*2014년 10월 18일 접수, 2014년 12월 3일 수정원고 접수, 2014년 12월 5일 채택

는 창의력이나 문제해결능력 등과 같은 고등정신능력을 신장시키기 위해 종래의 평가방법을 개선해야 한다는 목소리가 높다(나중철, 2006).

Tyler 이전의 학자들은 검사를 실시하여 학생이나 집단의 규준을 산출하고 이 규준에 비추어 학생이나 집단을 비교하는 데 평가의 목적을 두고 있다(권재술 등, 1998). 하지만 Tyler(1949)는 교육목표가 실제로 어느 정도 실현되었는지를 밝히는 과정이라고 평가를 정의하였다. 이는 규준에 의한 비교보다는 목표라는 절대 기준을 설정하여 목표를 기준으로 평가를 실시하여야 한다는 것으로 점차 인식이 전환된 것이다. 그 후 Cronbach(1963)은 평가를 ‘어떤 교육 프로그램에 관한 결정을 내리기 위하여 정보를 수집하고 사용하는 과정’이라고 정의하였고, Stake(1967)는 평가를 프로그램을 기술하고 판단하는 일이라고 생각하였다. Gable(1994)은 평가를 분석한 결과를 해석하여 대상, 현상, 사물 등의 가치나 질을 판단하는 방법이자 과정이라고 하였다. 이와 같은 평가의 정의에서 알 수 있듯이 평가는 교육과정이나 프로그램에서 의도하는 교육목표가 어느 정도 달성되었는가를 측정하는 과정이다. 또한 평가 결과를 분석하여 학습자가 의도한 교육목표를 달성하는 데 부딪히는 문제나 어려움을 파악하여 그러한 문제를 해결할 수 있도록 도와주고, 교수·학습 방법이나 과정에 대한 교사 스스로의 평가를 통하여 보다 효율적인 교수·학습 전략을 세울 수 있도록 하는 데 목적이 있다.

2009년 개정 과학과 교육과정의 평가 항목에서는 과학 기본 개념의 이해, 과학의 탐구 능력, 과학적 태도 등 다양한 영역을 의미 있게 골고루 평가하도록 제안하고 있으며, 설정된 성취 기준에 근거하여 실시하고, 평가의 결과를 학습 지도 계획 수립과 지도 방법 개선, 진로 지도 등에 활용하도록 제안하였다(교육과학기술부, 2009).

지필평가는 다수의 학생들의 능력을 신속하고 쉽게 측정할 수 있으며, 과학지식의 기억과 이해, 적용 능력의 측정과 학습 결과적인 면을 평가하기에 적합하다(정미라, 2003). 이러한 이유로 지필평가는 학교 현장에서 내신의 70~80%의 높은 비중을 차지하고 있으며, 높은 타당도와 신뢰도를 얻기 위

하여 검사 시행 후 얻은 문항 응답 자료를 분석하는 과정이 필요하다. 하지만 학교 교육과정 중에서 학생들이 가장 많이 접하는 평가인 지필평가의 문항을 분석하는 연구는 아직 미흡하다고 할 수 있다(오현석, 이기영, 2006).

과학과 지필평가에 대한 선행 연구를 살펴보면, 교사 대상 설문 결과에서 학교급, 성별, 교직 경력과 상관없이 ‘지식’ 영역의 비율이 50% 이상으로 ‘탐구’ 영역보다 출제 비율이 높았다(정은영, 최원호, 2014). 그런데 문항을 분석한 결과, ‘지식’ 영역에 해당되는 문항의 비율이 70% 이상으로 높게 나타났고(박현주, 2012; 오현석, 이기영, 2006), ‘지식’ 영역에서도 ‘기억’에 해당되는 문항의 비율이 높았다(김윤희 등, 2010). 한편 교사 대상 설문 결과에서 중·고등학교는 초등학교와 비교할 때 선다형 문항의 비율이 높게 나타났고, 서술형 문항의 비율은 20% 정도였다(정은영, 최원호, 2014). 그리고 교사들은 서술형 문항의 필요성을 인식하고 있지만 답이 명확한 문항을 출제하는 경향이 있었다(심애순, 2008; 최은주, 2011). 초·중·고등학교 과학과 문항을 분석한 선행연구를 살펴보면 다음과 같다. 나중철(2006)은 초등학교 5학년 1학기 과학과 지필평가 385문항을 Klopfer의 과학교육 목표 분류체계를 이용하여 분석한 결과, 지식과 이해 영역이 54.8%, 과학적 탐구과정이 36.1%, 과학 지식과 방법의 적용이 7.3%, 조작적 기능이 1.8%의 분포를 보였다. 오현석과 이기영(2006)은 중학교 과학과 고등학교 지구과학의 2005학년도 1학기 중간 교사 224개 문항을 분석한 결과, 중학교와 고등학교 모두 지식 영역의 문항 비율이 70% 이상, 탐구 영역의 문항이 25% 정도로 나타났고, 지식 영역 중에서는 이해 영역의 문항이, 탐구 영역 중에는 자료 분석 및 해석 영역의 문항이 가장 많았다. 이와 같이 선행 연구에서 초·중학교 과학, 고등학교 지구과학 I의 지필평가 문항을 분석한 결과는 있지만, 고등학교 생명 과학 I의 지필평가 문항을 분석한 연구는 없었다.

따라서 이 연구에서는 2009년 개정 과학과 교육과정에 따른 생명 과학 I의 단위학교 수준에서 시행되고 있는 지필평가 문항을 분석함으로써, 교사

들이 출제된 지필평가 문항에 대한 문제점을 진단하고, 더 나은 평가 문항의 출제에 대한 시사점을 얻고자 하였다.

여 분류하였다. 전자의 경우 교육목표를 분류할 때 많이 활용되는 틀이고, 후자의 경우 우리나라 과학과 교육과정의 목표를 반영하여 제안된 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 분석 대상

이 연구의 분석 대상은 일반계 고등학교 10개교에서 2013학년도에 실시된 생명 과학 I 과목의 지필평가 문항이다. 서울 2개교, 인천 1개교, 경기 1개교, 광주 4개교, 전남 2개교 등 총 10개 고등학교를 임의로 선정하여 33부의 시험지를 수집하여 총 852문항을 분석하였다.

일반계 고등학교 10개교를 임의로 표집하여 시험지를 수집하고 분석하였기 때문에, 이 연구의 결과를 일반화하는 데 제한이 있다.

### 2. 문항의 분석 근거

평가문항을 Bloom의 신 교육목표 분류체계의 틀 (Anderson et al., 2001)과 국가수준 학업성취도 평가의 과학과 평가틀(정은영 등, 2010)을 이용하

### 가. Bloom의 신 교육목표 분류체계의 지식/인지 과정 차원

과학지식의 평가틀에는 Bloom(1956)이 제시한 인지적 영역의 분류가 가장 많이 쓰이는데, 이는 일차원적 틀인 지식, 이해, 응용, 분석, 종합, 평가의 여섯 단계로 구분되어 있다. 하지만 Anderson 등(2001)은 Bloom의 일차원적 평가틀의 유목간의 위계성 및 목표 분류의 어려움 등의 문제점을 해결하고자 이차원의 틀로 수정·보완하였다. 기존의 분류틀에서 지식 차원과 인지과정 차원으로 분리하여 이차원으로 구성하였다. Bloom의 신 교육목표 분류체계의 틀의 지식 차원은 <표 1>과 같고, 인지과정 차원은 <표 2>와 같다.

### 나. 국가수준 학업성취도 평가의 과학과 평가틀

우리나라에서는 초·중·고등학교 학생의 학업성취 수준 및 학업성취도의 변화 추이를 파악하고 성취도와 배경 변인과의 관련성을 분석함으로써 교육과정 및 교수-학습 방법 개선, 교육정책 수립의 기초

표1. Bloom의 신 교육목표 분류체계의 틀(지식 차원)

| 지식 차원   | 정의  | 예   |
|---------|---|---|
| 사실적 지식  | 교과 및 그와 관련된 문제의 해결에 친숙해지기 위해 알아야 할 기본 요소        | - 용어에 관한 지식<br>- 구체적이고 세세한 내용 및 요소에 관한 지식   |
| 개념적 지식  | 한 체계나 구조의 구성요소들이 함께 기능을 하게 하는 그 구성요소들 사이의 관계    | - 분류와 범주에 관한 지식<br>- 원리와 일반화에 관한 지식<br>- 이론, 모형, 구조에 관한 지식                              |
| 절차적 지식  | 무엇을 하는 방법, 과학적 탐구 방법 또는 기능, 기술, 기예, 방법을 이용하는 준거 | - 교과에 특수한 기능과 알고리즘에 관한 지식<br>- 교과에 특수한 기술과 방법에 관한 지식<br>- 적절한 절차를 적용할 때를 결정하는 준거에 관한 지식 |
| 메타인지 지식 | 일반적 인지 및 인식에 관한 지식과 자신의 인지에 관한 지식               | - 전략적 지식      - 자아 지식<br>- 적절한 상황과 조건 지식을 포함한 인지적 과제에 관한 지식                             |

표2. Bloom의 신 교육목표 분류체계의 틀(인지과정 차원)

| 인지과정 차원 | 정의   | 예   |
|---------|--|---|
| 기억하다    | 장기기억에서 관련된 지식을 회상하거나 재인하기  | - 인지하기 - 회상하기   |
| 이해하다    | 구두, 인쇄물, 그림 등으로 주어진 수업 자료의 의미를 구성하는 과정; 한 지식과 다른 지식의 관계를 인식하는 과정 | - 해석하기 - 요약하기<br>- 추론하기 - 비교하기<br>- 설명하기 - 예시하기<br>- 분류하기 |
| 적용하다    | 주어진 상황에 절차를 적용하는 과정; 절차를 이용하여 연습하거나 문제를 해결하는 과정                  | - 실천하기(수행하기)<br>- 실행하기(사용하기, 이용하기)                        |
| 분석하다    | 자료를 구성요소로 나누고, 각 요소를 다른 요소 또는 전체와의 관련성을 결정하는 과정                  | - 변별(분화)하기 - 조직하기<br>- 속성화(귀인)하기                          |
| 평가하다    | 특정기준이나 준거에 따라 판단하는 과정  | - 점검하기 - 비판하기   |
| 창안하다    | 요소를 함께 종합하여 정합적, 기능적 전체를 구성하는 과정                                 | - 생성하기 - 계획하기<br>- 생산하기                                   |

표3. NAEA의 과학과 평가를

| 영역  | 세부 사항  |
|-----|--|
| 지식  | <ul style="list-style-type: none"> <li>어떤 상황을 개념으로 설명하기</li> <li>개념의 의미를 파악하고 새로운 형태로 진술</li> <li>개념 사이의 관계 파악하기</li> <li>관찰한 현상을 개념에 의해 분류하기</li> </ul>   |
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>개념을 새로운 상황에 활용하기</li> <li>개념을 이용하여 문제 해결하기</li> <li>주어진 개념이 활용된 사례 찾기</li> </ul>  |
| 탐구  | <ul style="list-style-type: none"> <li>문제 인식과 가설 설정</li> <li>전제나 기본적인 가정의 인식</li> <li>논쟁점 및 문제의 성격과 의미 파악</li> <li>주어진 자료 속에서 핵심적 개념 및 제기되는 문제의 파악</li> <li>주어진 상황에서 가설의 설정, 연구문제 도출</li> </ul>  |
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>연구 가설에 적합한 독립변인, 종속변인, 통제변인 찾아내기</li> <li>독립변인과 종속변인을 구분하고, 통제해야 할 변인을 찾아내기</li> <li>독립변수와 다른 변수 사이의 차이점 알기</li> <li>연구 가설에 근거하여 통제변인을 고려하여 실험 설계하기</li> <li>연구 가설에 포함된 독립변인과 종속변인 사이의 관계를 고려한 실험설계하기</li> <li>실험 목표 달성을 위해 부분적 실험 절차 고안, 기구조작</li> <li>관찰, 측정, 자료 수집 및 결과의 정리, 자료변형</li> </ul> |
| 구결론 | <ul style="list-style-type: none"> <li>자료의 분석 및 해석</li> <li>자료의 핵심 내용과 특성 파악</li> <li>주어진 자료의 경향성 및 규칙성 등의 파악</li> <li>자료의 분류 및 전환(기호 사용, 도표화 등)</li> <li>추리, 예상, 상관관계, 인과관계 파악하기</li> </ul>   |
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>결론 도출 및 평가</li> <li>자료에서 중요한 정보를 추출하여, 실험 사실을 포괄적으로 설명할 수 있는 종합적인 아이디어 이끌어내기</li> <li>탐구과정 및 결론의 타당성 및 신뢰도 판단하기</li> <li>탐구과정을 거쳐 내린 결론이 탐구문제 해결에 어떤 역할을 하고 있는지 파악하기</li> </ul>   |

표4. 서답형 문항의 유형

| 구분  | 세부 사항   |
|-----|---|
| 단답형 | 특정 지식을 묻는 데 한 단어나 짧은 구로 대답하게 하거나 간단한 단계를 가진 계산식을 풀게 하는 문항 |
| 서술형 | 학생이 답이라고 생각하는 지식이나 의견 등을 직접 서술하도록 하는 평가 문항                |
| 그리기 | 학생이 생각하는 지식이나 의견을 그림이나 그래프로 표현하는 문항                       |

자료로 활용하기 위해 국가수준 학업성취도 평가(National Assessment of Educational Achievement; 이하 NAEA)를 실시하고 있다(김영신 등, 2012). 이 평가에서 사용하는 과학과 평가틀은 크게 지식 영역과 탐구 영역으로 나눌 수 있다. 지식의 하위 영역에는 ‘이해’와 ‘적용’이 있으며, 탐구의 하위 영역은 ‘문제인식과 가설 설정’, ‘탐구의 설계 및 수행’, ‘자료의 분석 및 해석’, ‘결론 도출 및 평가’로 구분된다(<표 3> 참조). 이는 내용 영역의 지식을 학생들이 어떤 수준으로 이해하기 희망하는지를 나타내며, 학생들이 가진 지식의 이해 정도를 파악하는 데 도움을 준다(정은영 등, 2010).

다. 서답형 문항 분류

1) 서답형 문항의 유형에 따른 분류

서답형 문항의 유형은 일반적으로 단답형, 완성형, 서술형으로 분류하나, 완성형 문항은 출제되지 않아 제외하였고, 생명 과학 I 교과와 특성상 염색체의 움직임이나 변화를 도식이나 그래프로 표현하도록 하는 경우가 있으므로 ‘그리기’에 해당되는 문항을 따로 구분하여 분류하였다. 서답형 문항의 유형을 분류한 기준은 <표 4>와 같다.

2) 서술형 문항의 유형에 따른 분류

서답형 문항 중 서술형 문항에 대해서 반응의 허용 정도, 자료 제시 여부, 문항의 출제 형식 등의 분류 기준(<표 5> 참조)을 적용하였다. 학생의 반응 허용 정도가 어떠한가에 따라 ‘응답 제한형’과

표5. 서술형 문항의 분류 기준

| 구분                     | 세부 내용    |   |
|------------------------|----------|---|
| 반응 허용<br>정도에 따른<br>분류  | 응답 제한형   | 서술양식 제한형 서술양식에 제한을 두는 문항 유형                               |
|                        | 내용범위 제한형 | 내용범위에 제한을 두는 문항 유형  |
|                        | 분량 제한형   | 답안의 길이에 제한을 두는 문항 유형                                      |
|                        | 응답 자유형   | 응답의 내용범위와 서술양식에 아무런 제한이 없는 것                              |
| 자료 제시<br>여부에 따른<br>분류  | 단독 과제형   | 자료나 정보를 제시하지 않음   |
|                        | 자료 제시형   | 문항 속에 자료나 정보가 포함됨   |
| 문항의 출제<br>형식에 따른<br>분류 | 지식 서술형   | 이미 배운 과학 지식을 재인 혹은 회상하여 차례대로 적는 형태의 문항 유형                 |
|                        | 계산형      | 주어진 정보를 이용해 어떤 값이나 결과를 구하는 형태의 문항 유형                      |
|                        | 자료 분석형   | 수, 영상, 단어를 통해서 얻어지는 정보를 어떠한 목적을 위해 쉽게 풀어내거나 나누는 형태의 문항 유형 |
|                        | 이유 설명형   | 어떠한 결론이나 결과에 이른 까닭이나 근거를 밝혀 말하는 형태의 문항 유형                 |

‘응답 자유형’으로 구분하였고, ‘응답 제한형’을 ‘서술양식 제한형’, ‘내용범위 제한형’, ‘분량 제한형’으로 세분화시켜 분류하였다. 문항에 답안 작성과 관련한 자료나 정보를 포함시켜 제시하는가의 여부에 따라 ‘단독 과제형’과 ‘자료 제시형’으로 구분하였다. 문항의 출제 형식에 따라 ‘지식 서술형’, ‘계산형’, ‘자료 분석형’, ‘이유 설명형’으로 구분하였다 (백순근, 2000; 심애순, 2008).

### 3. 문항 분석 내용

#### 가. 문항 유형에 따른 분석

단원별로 선택형과 서답형 문항의 수를 조사하였고, 문항 유형별 총 배점을 비교하였다.

#### 나. 선택형 문항 분석

선택형 문항에 대해서 Bloom의 신 교육목표 분류체계의 틀과 NAEA의 과학과 평가틀로 분석하여 단원별로 해당 문항의 빈도를 조사하였다. 그리고 실제 정답률과 이원목적분류표의 난이도를 비교하기 위하여 실제 정답률의 70% 이상을 ‘쉬움’, 30% 이상에서 70% 미만을 ‘보통’, 30% 미만을 ‘어려움’으로 분류하여 문항 수를 비교하였다. 이원목적분류표에 난이도가 표시되어 있고 실제 정답률 정보가 있는 521문항에 대하여 분석하였다.

#### 다. 서답형 문항 분석

서답형 문항에 대해서 선택형 문항의 경우와 마찬가지로 Bloom의 신 교육목표 분류틀과 NAEA의 과학과 평가틀로 분석하여 단원별로 해당 문항의 빈도를 조사하였다. 그리고 서답형 문항의 유형별 문항 수를 조사하였고, 각 문항 유형의 단원별 총 배점을 분석하였다. 또 서답형 문항 중 서술형 문항에 대해서는 반응의 허용 정도, 자료 제시 여부, 문항의 출제 형식에 따라 분류하여 그 빈도를 조사하였다.

### 4. 문항 분석 방법

생명 과학 I의 8개의 중단원별로 분석 근거에 따라 문항을 분석하였다. 연구자가 문항을 분석한 결과와 검토자들이 문항을 분석한 결과를 비교하였고, 차이가 있는 경우 논의를 통해 결정하였다. 검토자들은 생물교육 전공 교수 1인, 생물교육 전공 석사 과정 5인, 총 6명이었다.

## III. 연구 결과 및 논의

일반계 고등학교 10개교에서 2013학년도에 실시된 생명 과학 I 과목의 지필평가 문항을 분석한 결과는 다음과 같다.

표6. 문항 유형에 따른 문항 수 비교

단위 : 개(%)

| 단원 \ 문항 유형  | 선택형       | 서답형       | 계          |
|-------------|-----------|-----------|------------|
| 생명 과학의 이해   | 174(84.1) | 33(15.9)  | 207(24.3)  |
| 세포분열        | 124(89.9) | 14(10.1)  | 138(16.2)  |
| 유전          | 130(80.2) | 32(19.8)  | 162(19.0)  |
| 생명활동과 에너지   | 73(77.7)  | 21(22.3)  | 94(11.0)   |
| 항상성과 몸의 조절  | 126(75.0) | 42(25.0)  | 170(19.7)  |
| 방어 작용       | 37(86.0)  | 6(14.0)   | 44 (5.0)   |
| 생태계의 구성과 기능 | 26(65.0)  | 14(35.0)  | 42 (4.7)   |
| 생물의 다양성과 환경 | -         | -         | -          |
| 계           | 690(81.0) | 162(19.0) | 852(100.0) |

표7. 문항 유형에 따른 배점 비교

단위 : 점(%)

| 단원 \ 문항 유형  | 선택형          | 서답형         | 계             |
|-------------|--------------|-------------|---------------|
| 생명 과학의 이해   | 533.8(79.9)  | 134.5(20.1) | 668.3(21.9)   |
| 세포분열        | 407.8(82.3)  | 88.0(17.7)  | 495.8(16.2)   |
| 유전          | 447.2(70.3)  | 189.0(29.7) | 636.2(20.8)   |
| 생명활동과 에너지   | 232.6(72.9)  | 86.5(27.1)  | 319.1(10.4)   |
| 항상성과 몸의 조절  | 440.1(67.9)  | 208.0(32.1) | 648.1(21.2)   |
| 방어 작용       | 132.3(85.2)  | 23.0(14.8)  | 155.3 (5.1)   |
| 생태계의 구성과 기능 | 79.4(60.0)   | 53.0(40.0)  | 132.4 (4.3)   |
| 생물의 다양성과 환경 | -            | -           | -             |
| 계           | 2273.5(74.4) | 782.0(25.6) | 3055.2(100.0) |

1. 문항 유형에 따른 분석

852개 문항을 단원별로 문항 유형에 따른 문항 수를 비교한 결과는 <표 6>과 같다.

선택형 문항이 690개(81.0%)로 서답형 문항 162개(19.0%)보다 많았다. 대부분의 단원에서 선택형 문항의 비율이 75% 이상으로 높게 나타났고, ‘생태계의 구성과 기능’ 단원의 경우 65%로 상대적으로 그 비율이 낮았다. 교사 대상 설문 결과에서 고등학교의 경우 서답형 문항의 비율이 28.8%로 나타났는데(정은영, 최원호, 2014), 생명 과학 I에서는 서답형 문항의 비율이 그보다 낮게 나타났다.

문항 유형에 따른 배점을 비교한 결과는 <표 7>과 같다. 총 3055.2점 중 선택형 문항이 2273.5점(74.4%)을 차지했고, 서답형 문항이 782.0점(25.6%)을 차지하였다. 단원별로 살펴보면, ‘세포분열’ 단원과

‘방어 작용’ 단원에서 선택형 문항의 비율이 80% 이상으로 높게 나타났다. 서답형 문항의 경우 문항 수를 비교한 결과에서는 그 비율이 19.0%였는데(<표 6> 참조), 배점을 비교한 결과에서는 25.6%로 나타난 것을 볼 때, 서답형 문항의 경우 한 문항당 배점이 상대적으로 크다는 것을 알 수 있다.

2. 선택형 문항의 분석

선택형 문항에 대해서 Bloom의 신 교육목표 분류체계의 틀과 NAEA의 과학과 평가틀로 분류하였고, 단원별 실제 정답률과 이원목적분류표에 제시된 난이도를 비교하였다.

가. Bloom의 신 교육목표 분류체계의 틀에 의한 문항 분류

표8. Bloom의 신 교육목표 분류체계에 의한 선택형 문항의 지식 차원 평가 목표 분류

단위 : 개(%)

| 단원 \ 지식 차원  | 사실적 지식    | 개념적 지식    | 절차적 지식   | 메타인지 지식 | 계          |
|-------------|-----------|-----------|----------|---------|------------|
| 생명 과학의 이해   | 124(71.3) | 20(11.5)  | 30(17.2) | -       | 174(25.2)  |
| 세포분열        | 27(21.8)  | 95(76.6)  | 2 (1.6)  | -       | 124(18.0)  |
| 유전          | 8 (6.2)   | 122(93.8) | -        | -       | 130(18.8)  |
| 생명활동과 에너지   | 51(69.9)  | 22(30.1)  | -        | -       | 73(10.6)   |
| 항상성과 몸의 조절  | 47(37.3)  | 79(62.7)  | -        | -       | 126(18.3)  |
| 방어 작용       | 6(16.2)   | 31(83.8)  | -        | -       | 37 (5.4)   |
| 생태계의 구성과 기능 | 9(34.6)   | 17(65.4)  | -        | -       | 26 (3.8)   |
| 생물의 다양성과 환경 | -         | -         | -        | -       | -          |
| 계           | 272(39.4) | 386(55.9) | 32(4.6)  | 0(0.0)  | 690(100.0) |

표9. Bloom의 신 교육목표 분류체계에 의한 선택형 문항의 인지과정 차원 평가 목표 분류

단위 : 개(%)

| 인지과정 차원<br>단원 | 기억하다     | 이해하다      | 적용하다   | 분석하다   | 평가하다   | 창안하다 | 계          |
|---------------|----------|-----------|--------|--------|--------|------|------------|
| 생명 과학의 이해     | 38(21.8) | 131(75.3) | 2(1.1) | 3(1.7) | -      | -    | 174(25.2)  |
| 세포분열          | 15(12.1) | 108(87.1) | -      | -      | 1(0.8) | -    | 124(18.0)  |
| 유전            | 6 (4.6)  | 122(93.8) | 2(1.5) | -      | -      | -    | 130(18.8)  |
| 생명활동과 에너지     | 7 (9.6)  | 66(90.4)  | -      | -      | -      | -    | 73(10.6)   |
| 항상성과 몸의 조절    | 8 (6.3)  | 118(93.7) | -      | -      | -      | -    | 126(18.3)  |
| 방어 작용         | 4(10.8)  | 33(89.2)  | -      | -      | -      | -    | 37 (5.4)   |
| 생태계의 구성과 기능   | 3(11.5)  | 23(88.5)  | -      | -      | -      | -    | 26 (3.8)   |
| 생물의 다양성과 환경   | -        | -         | -      | -      | -      | -    | -          |
| 계             | 81(11.7) | 601(87.1) | 4(0.6) | 3(0.4) | 1(0.1) | -    | 690(100.0) |

Bloom의 신 교육목표 분류체계의 지식 차원과 인지과정 차원에 따라 문항을 분류한 결과는 <표 8>~<표 10>과 같다.

지식 차원에서 ‘개념적 지식’에 해당되는 문항이 386개(55.9%)로 가장 많았고, ‘사실적 지식’에 해당되는 272개(39.4%)로 뒤를 이었다. ‘절차적 지식’에 해당되는 문항은 32개(4.6%)로 적었으며, ‘메타인지 지식’에 해당되는 문항은 없었다. ‘생명 과학의 이해’, ‘생명활동과 에너지’ 단원에서는 사실적 지식이 개념적 지식보다 많았다. 단원의 특성상 교과 및 그와 관련된 문제의 해결에 친숙해지기 위해 알아야 할 기본 요소를 많이 다루기 때문인 것으로 사료된다. ‘생명 과학의 이해’ 단원에 비해 절차적 지식에 해당되는 문항의 비율이 높았는데, 이는 과학의 본성과 과학 탐구에 관련된 내용을 다루는 단원이기 때문이다.

인지과정 차원에서 ‘이해하다’에 해당되는 문항이 601개(87.1%)로 가장 높은 비율을 차지하였고, ‘기억하다’에 해당되는 문항이 81개(11.7%)로 두 번째로 높은 비율을 차지하였다. 두 영역은 전체의 98.8%를 차지하였다. 반면 ‘창안하다’에 해당되는 문항은 없었으며, ‘적용하다’, ‘분석하다’, ‘평가하다’에 해당되는 문항은 각각 1% 미만이었다. 선택형 문항이 출제된 모든 단원에서 ‘이해하다’에 해당되는 문항의 비율이 가장 높았고, ‘적용하다’에 해당되는 문항은 ‘생명 과학의 이해’와 ‘유전’ 단원에서만 다루었고, ‘분석하다’와 ‘평가하다’에 해당되는

문항은 각각 ‘생명 과학의 이해’, ‘세포분열’ 단원에서만 출제되었다.

‘생명 과학의 이해’, ‘생명활동과 에너지’ 단원에서는 ‘사실적 지식’에 해당되면서 인지과정 차원의 ‘이해하다’에 해당되는 문항이 90개(51.7%), 44개(60.3%)로 가장 많았는데, 이는 단원의 특성이 용어를 이해하고, 구체적인 요소에 관한 지식들을 추론, 해석, 설명하는 내용이 많기 때문이다. ‘세포분열’, ‘유전’, ‘항상성과 몸의 조절’ 단원에서 ‘개념적 지식’에 해당되면서 인지과정 차원의 ‘이해하다’에 해당되는 문항이 90개(72.6%), 119개(91.5%), 79개(62.7%)로 가장 높은 비율을 차지하였다. 이 단원에서는 이론, 모형, 구조 등에 관한 지식을 해석, 비교, 설명, 추론하는 문항이 자주 출제되었다.

#### 나. NAEA의 과학과 평가틀에 의한 문항 분류

NAEA의 과학과 평가틀에 의해 선택형 문항 690개를 분류한 결과는 <표 11>과 같다.

‘지식’ 영역에 해당되는 문항이 617개(89.4%)로, ‘탐구’ 영역에 해당되는 문항이 73개(10.6%)에 비하여 9배 정도 많았다. ‘지식’ 영역에서는 ‘이해’ 영역에 해당되는 문항이 617개 중 574개(93.0%)로 높은 비율을 차지하였고, ‘적용’ 영역에 해당되는 문항은 43개(7.0%)였다. ‘탐구’ 영역에서는 ‘자료의 분석 및 해석’ 영역에 해당되는 문항이 40개(54.8%)로 가장 많았고, ‘탐구의 설계 및 수행’ 영

표10. Bloom의 신 교육목표 분류체계에 의한 선택형 문항의 지식 차원-인지과정 차원 평가 목표 분류  
단위 : 개(%)

| 단원          | 인지과정 차원<br>지식 차원 | 기억<br>하다 | 이해<br>하다  | 적용<br>하다 | 분석<br>하다 | 평가<br>하다 | 창안<br>하다 | 계          |
|-------------|------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| 생명 과학의 이해   | 사실적 지식           | 34(19.5) | 90(51.7)  | -        | -        | -        | -        | 124 (71.3) |
|             | 개념적 지식           | 4 (2.3)  | 16 (9.2)  | -        | -        | -        | -        | 20 (11.5)  |
|             | 절차적 지식           | -        | 25(14.4)  | 2(1.1)   | 3(1.7)   | -        | -        | 30 (17.2)  |
|             | 메타인지 지식          | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 계                | 38(21.8) | 131(75.3) | 2(1.1)   | 3(1.7)   | -        | -        | 174(100.0) |
| 세포 분열       | 사실적 지식           | 11 (8.9) | 16(12.9)  | -        | -        | -        | -        | 27 (21.8)  |
|             | 개념적 지식           | 4 (3.2)  | 90(72.6)  | -        | -        | 1(0.8)   | -        | 95 (76.6)  |
|             | 절차적 지식           | -        | 2 (1.6)   | -        | -        | -        | -        | 2 (1.6)    |
|             | 메타인지 지식          | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 계                | 15(12.1) | 108(87.1) | -        | -        | 1(0.8)   | -        | 124(100.0) |
| 유전          | 사실적 지식           | 5 (3.8)  | 3 (2.3)   | -        | -        | -        | -        | 8 (6.2)    |
|             | 개념적 지식           | 1 (0.8)  | 119(91.5) | 2(1.5)   | -        | -        | -        | 122 (93.8) |
|             | 절차적 지식           | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 메타인지 지식          | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 계                | 6 (4.6)  | 122(93.8) | 2(1.5)   | -        | -        | -        | 130(100.0) |
| 생명 활동과 에너지  | 사실적 지식           | 7 (9.6)  | 44(60.3)  | -        | -        | -        | -        | 51 (69.9)  |
|             | 개념적 지식           | -        | 22(30.1)  | -        | -        | -        | -        | 22 (30.1)  |
|             | 절차적 지식           | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 메타인지 지식          | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 계                | 7 (9.6)  | 66(90.4)  | -        | -        | -        | -        | 73(100.0)  |
| 항상성과 몸의 조절  | 사실적 지식           | 8 (6.3)  | 39(31.0)  | -        | -        | -        | -        | 47 (37.3)  |
|             | 개념적 지식           | -        | 79(62.7)  | -        | -        | -        | -        | 79 (62.7)  |
|             | 절차적 지식           | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 메타인지 지식          | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 계                | 8 (6.3)  | 118(93.7) | -        | -        | -        | -        | 126(100.0) |
| 방어 작용       | 사실적 지식           | 4(10.8)  | 2 (5.4)   | -        | -        | -        | -        | 6 (16.2)   |
|             | 개념적 지식           | -        | 31(83.8)  | -        | -        | -        | -        | 31 (83.8)  |
|             | 절차적 지식           | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 메타인지 지식          | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 계                | 4(10.8)  | 33(89.2)  | -        | -        | -        | -        | 37(100.0)  |
| 생태계의 구성과 기능 | 사실적 지식           | 1(3.81)  | 8(30.8)   | -        | -        | -        | -        | 9 (34.6)   |
|             | 개념적 지식           | 2 (7.7)  | 15(57.7)  | -        | -        | -        | -        | 17 (65.4)  |
|             | 절차적 지식           | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 메타인지 지식          | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 계                | 3(11.5)  | 23(88.5)  | -        | -        | -        | -        | 26(100.0)  |
| 생물의 다양성과 환경 | 사실적 지식           | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 개념적 지식           | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 절차적 지식           | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 메타인지 지식          | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |
|             | 계                | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          |

역에 해당되는 문항은 21개(28.8%)로 ‘생명 과학의 이해’ 단원에서만 출제되었다. ‘문제인식과 가설설정’에 해당되는 문항은 4개(5.5%), ‘결론 도출 및 평가’에 해당되는 문항은 8개(11.0%)로 낮은 비율을 차지하였고, ‘문제인식과 가설설정’에 해당되는 문항은 ‘생명 과학의 이해’, ‘세포분열’ 단원에서만

분포했다. ‘생명 과학의 이해’ 단원에서만 과학과 평가들의 모든 영역이 출제되었으나 다른 단원의 경우 그렇지 못하였다.

다. 실제 정답률과 이원목적분류표의 난이도 분석

표11. NAEA의 과학과 평가틀에 의한 선택형 문항 분석

단위 : 개(%)

| 평가 영역<br>단원 | 지식        |           |               | 탐 구            |                |               | 계          |
|-------------|-----------|-----------|---------------|----------------|----------------|---------------|------------|
|             | 이해        | 적용        | 문제인식과<br>가설설정 | 탐구의 설계<br>및 수행 | 자료의 분석<br>및 해석 | 결론 도출<br>및 평가 |            |
| 생명 과학의 이해   | 117(67.2) | 29(16.7)  | 2(1.1)        | 21(12.1)       | 1 (0.6)        | 4 (2.3)       | 174(25.2)  |
| 세포분열        | 119(96.0) | 1 (0.8)   | 2(1.6)        | -              | 1 (0.8)        | 1 (0.8)       | 124(18.0)  |
| 유전          | 92(70.8)  | 4 (3.1)   | -             | -              | 34(26.2)       | -             | 130(18.8)  |
| 생명활동과 에너지   | 71(97.3)  | 1 (1.4)   | -             | -              | -              | 1 (1.4)       | 73(10.6)   |
| 항상성과 몸의 조절  | 120(95.2) | 3 (2.4)   | -             | -              | 2 (1.6)        | 1 (0.8)       | 126(18.3)  |
| 방어 작용       | 34(91.9)  | 2 (5.4)   | -             | -              | 1 (2.7)        | -             | 37 (5.4)   |
| 생태계의 구성과 기능 | 21(80.8)  | 3(11.5)   | -             | -              | 1 (3.8)        | 1 (3.8)       | 26 (3.8)   |
| 생물의 다양성과 환경 | -         | -         | -             | -              | -              | -             | -          |
| 계           | 574(93.0) | 43 (7.0)  | 4(5.5)        | 21(28.8)       | 40(54.8)       | 8(11.0)       | 690(100.0) |
|             |           | 617(89.4) |               | 73(10.6)       |                |               |            |

선택형 문항 521개의 실제 정답률을 조사하여 단원별로 나타내면 <표 12>와 같다.

실제 정답률이 30% 이상 70% 미만인 문항은 365개(70.1%)로 가장 많았고, 쉬운 문항은 91개(17.5%)로 어려운 문항 65개(12.5%)보다 많았다. ‘생명 과학의 이해’, ‘세포분열’, ‘방어 작용’ 단원은 어려운 문항보다 쉬운 문항이 더 많이 출제되었다. 하지만 ‘유전’, ‘생명활동과 에너지’, ‘항상성과 몸의 조절’ 단원은 쉬운 문항보다 어려운 문항이 더 많이 출제되었다.

실제 정답률과 이원목적분류표에 제시된 난이도를 비교한 결과는 <표 13>~<표 15>와 같다. 난이

도와 실제 정답률이 일치하는 문항은 216개(41.5%)로, 예상보다 낮은 정답률을 보인 문항 164개(31.5%)와 예상보다 높은 정답률을 보인 문항 141개(27.1%)보다 많았다(<표 13> 참조).

선택형 문항의 실제 정답률과 난이도를 비교해본 결과를 90문항 이상 출제된 단원을 중심으로 살펴보면(<표 14> 참조), 이원목적분류표 상의 난이도와 실제 정답률이 일치하는 문항의 수가 많은 단원은 ‘항상성과 몸의 조절’ 단원으로 94개 문항 중 43개(45.7%)가 일치하였고, ‘생명 과학의 이해’ 단원도 137개 문항 중 61개(44.5%)가 일치하였다. 예상보다 어려운 문항의 수가 가장 많이 출제된 단

표12. 실제 정답률에 따른 선택형 문항 분포

단위 : 개(%)

| 단원          | 실제 정답률         |                          |                 | 계          |
|-------------|----------------|--------------------------|-----------------|------------|
|             | 쉬움<br>(70% 이상) | 보통<br>(30% 이상<br>70% 미만) | 어려움<br>(30% 미만) |            |
| 생명 과학의 이해   | 46(33.6)       | 82(59.9)                 | 9 (6.6)         | 137(26.3)  |
| 세포분열        | 18(18.6)       | 66(68.0)                 | 13(13.4)        | 97(18.6)   |
| 유전          | 8 (8.6)        | 67(72.0)                 | 18(19.4)        | 93(17.9)   |
| 생명활동과 에너지   | 1 (1.6)        | 52(82.5)                 | 10(15.9)        | 63(12.1)   |
| 항상성과 몸의 조절  | 6 (6.4)        | 75(97.8)                 | 13(13.8)        | 94(18.0)   |
| 방어 작용       | 6(26.1)        | 15(65.2)                 | 2 (8.7)         | 23 (4.4)   |
| 생태계의 구성과 기능 | 6(42.9)        | 8(57.1)                  | -               | 14 (2.7)   |
| 생물의 다양성과 환경 | -              | -                        | -               | -          |
| 계           | 91(17.5)       | 365(70.1)                | 65(12.5)        | 521(100.0) |

표13. 선택형 문항의 실제 정답률과 난이도 비교

단위 : 개(%)

| 실제 정답률 \ 난이도      | 쉬움        | 보통        | 어려움       | 계          |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 쉬움(70% 이상)        | 38(41.8)  | 38(41.8)  | 15(16.5)  | 91(17.5)   |
| 보통(30% 이상 70% 미만) | 110(30.1) | 167(45.8) | 88(24.1)  | 365(70.1)  |
| 어려움(30% 미만)       | 23(35.4)  | 31(47.7)  | 11(16.9)  | 65(12.5)   |
| 계                 | 171(32.8) | 236(45.3) | 114(21.9) | 521(100.0) |

■ : 이원목적분류표에 제시된 난이도와 실제 정답률이 일치하는 경우

원은 ‘세포분열’ 단원으로 97개 문항 중 32개 (33.0%)가 예상보다 낮은 정답률을 보였다. 예상보다 쉬운 문항이 가장 많이 출제된 단원은 ‘유전’ 단원으로 93개 문항 중 30개(32.3%)가 예상보다 높은 정답률을 보였다.

이원목적분류표에 쉬운 문항으로 표시되어 있고 실제 정답률도 높게 나타난 문항들을 단원별로 살펴본 결과(<표 15> 참조), ‘유전’ 단원에서는 쉬운 문항이 21개(22.6%)인데 실제 정답률이 높게 나타난 문항은 2개(2.2%)였고, ‘생명활동과 에너지’ 단원에서는 쉬운 문항이 29개(46.0%)인데 실제 정답률이 높은 문항은 1개(1.6%), 그리고 ‘항상성과 몸의 조절’ 단원에서도 쉬운 문항이 26개(27.7%)지만 실제 정답률이 높은 문항은 2개(2.1%)로 차이가 있었다.

이원목적분류표에 어려운 문항으로 표시되어 있고 실제 정답률도 낮게 나타난 문항들을 단원별로 살펴본 결과, ‘생명과학의 이해’, ‘생명활동과 에너지’ 단원에서는 각각 22개, 10개 문항이 어려울 것으로 예상했으나, 실제 정답률은 모두 30% 이상으

로 나타났다. ‘세포 분열’ 단원에서는 18개 문항 (18.6%)이 어려울 것으로 예상했으나, 1개의 문항 (1.0%)만이 30% 미만의 정답률을 나타내었고, ‘항상성과 몸의 조절’ 단원에서는 20개 문항(21.3%)이 어려울 것으로 예상했으나, 2개의 문항(2.1%)만이 30% 미만의 정답률을 나타내었다.

해당 단원에서 실제 정답률과 이원목적분류표의 난이도 사이의 차이는 교사들이 생각하는 난이도와 학생들이 실제 체감하는 난이도에는 차이가 있음을 의미한다. 한편 교사들이 이원목적분류표를 형식적으로 작성하는 경향으로 인해 이러한 차이가 나타난다고 생각된다.

### 3. 서답형 문항의 분석

#### 가. Bloom의 신 교육목표 분류체계의 틀에 의한 문항 분류

서답형 문항에 대해서 Bloom의 신 교육목표 분

표14. 선택형 문항의 실제 정답률과 난이도의 일치 여부

단위 : 개(%)

| 단원 \ 일치여부   | 예상보다 어려움  | 예상과 일치    | 예상보다 쉬움   | 계          |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 생명 과학의 이해   | 37(27.0)  | 61(44.5)  | 39(28.5)  | 137(26.3)  |
| 세포분열        | 32(33.0)  | 39(40.2)  | 26(26.8)  | 97(18.6)   |
| 유전          | 26(28.0)  | 37(39.8)  | 30(32.3)  | 93(17.9)   |
| 생명활동과 에너지   | 31(49.2)  | 22(34.9)  | 10(15.9)  | 63(12.1)   |
| 항상성과 몸의 조절  | 30(31.9)  | 43(45.7)  | 21(22.3)  | 94(18.0)   |
| 방어 작용       | 6(26.1)   | 6(26.1)   | 11(47.8)  | 23 (4.4)   |
| 생태계의 구성과 기능 | 2(14.3)   | 8(57.1)   | 4(28.6)   | 14 (2.7)   |
| 생물의 다양성과 환경 | -         | -         | -         | -          |
| 계           | 164(31.5) | 216(41.5) | 141(27.1) | 521(100.0) |

류체계의 틀과 NAEA의 과학과 평가틀로 분류하였다. 그리고 서답형 문항의 유형에 따른 출제 빈도와 배점을 분석하였고, 서답형 문항 중에서 서술형 문항의 경우에는 서술형 문항의 분류 기준에 의하여 분석하였다.

단원별 Bloom의 신 교육목표 분류체계의 지식 차원, 인지과정 차원에 따라 문항을 분류한 결과는 <표 16>~<표 18>과 같다.

지식 차원에서 ‘개념적 지식’에 해당되는 문항이 90개(55.6%)로 가장 많았고, ‘사실적 지식’에 해당되는 문항이 59개(36.4%)로 뒤를 이었다. ‘절차적 지식’에 해당되는 문항은 13개(8.0%)로 적었으며, ‘메타인지 지식’에 해당되는 문항은 없었다. ‘개념적 지식’에 해당되는 문항이 가장 많이 출제된 단원은 ‘세포분열’, ‘유전’, ‘항상성과 몸의 조절’, ‘방어 작용’, ‘생태계의 구성과 기능’ 단원이었고, ‘사실적 지식’에 해당되는 문항이 가장 많이 출제된 단원은

표15. 선택형 문항의 실제 정답률과 난이도 비교

단위 : 개(%)

| 단원          | 난이도               |  | 쉬움       | 보통       | 어려움      | 계          |
|-------------|-------------------|--|----------|----------|----------|------------|
|             | 실제 정답률            |  |          |          |          |            |
| 생명 과학의 이해   | 쉬움(70% 이상)        |  | 22(16.1) | 17(12.4) | 7 (5.1)  | 46(33.6)   |
|             | 보통(30% 이상 70% 미만) |  | 28(20.4) | 39(28.5) | 15(10.9) | 82(59.9)   |
|             | 어려움(30% 미만)       |  | 3 (2.2)  | 6 (4.4)  | -        | 9 (6.6)    |
|             | 계                 |  | 53(38.7) | 62(45.3) | 22(16.1) | 137(100.0) |
| 세포 분열       | 쉬움(70% 이상)        |  | 7(7.2)   | 9 (9.3)  | 2 (2.1)  | 18(18.6)   |
|             | 보통(30% 이상 70% 미만) |  | 20(20.6) | 31(32.0) | 15(15.5) | 66(68.0)   |
|             | 어려움(30% 미만)       |  | 3 (3.1)  | 9 (9.3)  | 1 (1.0)  | 13(13.4)   |
|             | 계                 |  | 30(30.9) | 49(50.5) | 18(18.6) | 97(100.0)  |
| 유전          | 쉬움(70% 이상)        |  | 2 (2.2)  | 4 (4.3)  | 2 (2.2)  | 8 (8.6)    |
|             | 보통(30% 이상 70% 미만) |  | 15(16.1) | 28(30.1) | 24(25.8) | 67(72.0)   |
|             | 어려움(30% 미만)       |  | 4 (4.3)  | 7 (7.5)  | 7 (7.5)  | 18(19.4)   |
|             | 계                 |  | 21(22.6) | 39(41.9) | 33(35.5) | 93(100.0)  |
| 생명활동과 에너지   | 쉬움(70% 이상)        |  | 1 (1.6)  | -        | -        | 1 (1.6)    |
|             | 보통(30% 이상 70% 미만) |  | 21(33.3) | 21(33.3) | 10(15.9) | 52(82.5)   |
|             | 어려움(30% 미만)       |  | 7(11.1)  | 3 (4.8)  | -        | 10(15.9)   |
|             | 계                 |  | 29(46.0) | 24(38.1) | 10(15.9) | 63(100.0)  |
| 항상성과 몸의 조절  | 쉬움(70% 이상)        |  | 2 (2.1)  | 3 (3.2)  | 1 (1.1)  | 6 (6.4)    |
|             | 보통(30% 이상 70% 미만) |  | 19(20.2) | 39(41.5) | 17(18.1) | 75(79.8)   |
|             | 어려움(30% 미만)       |  | 5 (5.3)  | 6 (6.4)  | 2 (2.1)  | 13(13.8)   |
|             | 계                 |  | 26(27.7) | 48(51.1) | 20(21.3) | 94(100.0)  |
| 방어 작용       | 쉬움(70% 이상)        |  | -        | 5(21.7)  | 1 (4.3)  | 6(26.1)    |
|             | 보통(30% 이상 70% 미만) |  | 5(21.7)  | 5(21.7)  | 5(21.7)  | 15(65.2)   |
|             | 어려움(30% 미만)       |  | 1 (4.3)  | -        | 1 (4.3)  | 2 (8.7)    |
|             | 계                 |  | 6(26.1)  | 10(43.5) | 7(30.4)  | 23(100.0)  |
| 생태계의 구성과 기능 | 쉬움(70% 이상)        |  | 4(28.6)  | -        | 2(14.3)  | 6 (1.2)    |
|             | 보통(30% 이상 70% 미만) |  | 2(14.3)  | 4(28.6)  | 2(14.3)  | 8 (1.5)    |
|             | 어려움(30% 미만)       |  | -        | -        | -        | -          |
|             | 계                 |  | 6(42.9)  | 4(28.6)  | 4(28.6)  | 14(100.0)  |
| 생물의 다양성과 환경 | 어려움(30% 미만)       |  | -        | -        | -        | -          |
|             | 보통(30% 이상 70% 미만) |  | -        | -        | -        | -          |
|             | 쉬움(70% 이상)        |  | -        | -        | -        | -          |
|             | 계                 |  | -        | -        | -        | -          |

표16. Bloom의 신 교육목표 분류체계에 의한 서답형 문항의 지식 차원 평가 목표 분류

단위 : 개(%)

| 단원          | 지식 차원 | 사실적 지식   | 개념적 지식   | 절차적 지식   | 메타인지 지식 | 계          |
|-------------|-------|----------|----------|----------|---------|------------|
| 생명 과학의 이해   |       | 14(42.4) | 7(21.2)  | 12(36.4) | -       | 33(20.4)   |
| 세포분열        |       | 5(35.7)  | 9(64.3)  | -        | -       | 14 (8.6)   |
| 유전          |       | 3 (9.4)  | 29(90.6) | -        | -       | 32(19.8)   |
| 생명활동과 에너지   |       | 14(66.7) | 6(28.6)  | 1 (4.8)  | -       | 21(13.0)   |
| 항상성과 몸의 조절  |       | 17(40.5) | 25(59.5) | -        | -       | 42(25.9)   |
| 방어 작용       |       | 1(16.7)  | 5(83.3)  | -        | -       | 6 (3.7)    |
| 생태계의 구성과 기능 |       | 5(35.7)  | 9(64.3)  | -        | -       | 14 (8.6)   |
| 생물의 다양성과 환경 |       | -        | -        | -        | -       | -          |
| 계           |       | 59(36.4) | 90(55.6) | 13 (8.0) | 0(0.0)  | 162(100.0) |

‘생명 과학의 이해’, ‘생명활동과 에너지’ 단원이었다. 이는 선택형 문항의 출제 경향과 일치한다(<표 8> 참조). 중학교 과학 생물 영역의 문항을 분석한 결과, ‘사실적 지식’에 해당되는 문항이 67.6%로 나타났는데(김윤희, 2010), 생명 과학 I에서는 지식 차원에서 좀 더 고차원적인 능력을 평가하는 문항이 출제되는 것으로 나타났다.

인지과정 차원에서 ‘이해하다’에 해당되는 문항이 122개(75.3%)로 가장 높은 비율을 차지하였고, ‘기억하다’에 해당되는 문항이 36개(22.2%)로 두 번째로 높은 비율을 차지하였다. 두 영역은 전체의 97.5%를 차지하였다. 이는 선택형 문항의 출제 경향과 일치한다(<표 9> 참조). 반면 ‘분석하다’, ‘평가하다’에 해당되는 문항은 없었으며, ‘적용하다’,

‘창안하다’에 해당되는 문항은 각각 1.9%, 0.6%로 낮은 비율을 차지하였다. 서답형 문항이 출제된 모든 단원에서 ‘이해하다’에 해당되는 문항의 비율이 가장 높았고, ‘적용하다’에 해당되는 문항은 ‘생태계의 구성과 기능’ 단원에서만, ‘창안하다’에 해당되는 문항은 ‘생명 과학의 이해’ 단원에서만 다루었고, ‘분석하다’, ‘평가하다’에 해당되는 문항은 출제되지 않았다.

선택형 문항의 경우 ‘이해하다’에 해당되는 문항이 87.1%를 차지하였고, ‘기억하다’에 해당되는 문항이 11.7%를 차지하였지만(<표 9> 참조), 서답형 문항의 경우 ‘이해하다’에 해당되는 문항이 75.3%를 차지하였고, ‘기억하다’에 해당되는 문항이 22.2%를 차지하였다. 이는 서답형 문항의 경우 선

표17. Bloom의 신 교육목표 분류체계에 의한 서답형 문항의 인지과정 차원 평가 목표 분류

단위 : 개(%)

| 단원          | 인지과정 차원 | 기억하다     | 이해하다      | 적용하다    | 분석하다 | 평가하다 | 창안하다   | 계          |
|-------------|---------|----------|-----------|---------|------|------|--------|------------|
| 생명 과학의 이해   |         | 6(18.2)  | 26(78.8)  | -       | -    | -    | 1(3.0) | 33(20.4)   |
| 세포분열        |         | 4(28.6)  | 10(71.4)  | -       | -    | -    | -      | 14 (8.6)   |
| 유전          |         | 1 (3.1)  | 31(96.9)  | -       | -    | -    | -      | 32(19.8)   |
| 생명활동과 에너지   |         | 11(52.4) | 10(47.6)  | -       | -    | -    | -      | 21(13.0)   |
| 항상성과 몸의 조절  |         | 13(31.0) | 29(69.0)  | -       | -    | -    | -      | 42(25.9)   |
| 방어 작용       |         | 1(16.7)  | 5(83.3)   | -       | -    | -    | -      | 6 (3.7)    |
| 생태계의 구성과 기능 |         | -        | 11(78.6)  | 3(21.4) | -    | -    | -      | 14 (8.6)   |
| 생물의 다양성과 환경 |         | -        | -         | -       | -    | -    | -      | -          |
| 계           |         | 36(22.2) | 122(75.3) | 3 (1.9) | -    | -    | 1(0.6) | 162(100.0) |

택형 문항보다 낮은 수준의 문제를 출제한 것으로 문제해결력 등의 고차원적인 능력을 측정하는 서답형 문항의 본래의 취지를 충분히 구현하지 못하고

있다.

‘생명과학의 이해’ 단위에서는 지식 차원의 ‘절차적 지식’에 해당되면서 인지과정 차원의 ‘이해하다’

**표 18.** Bloom의 신 교육목표 분류체계에 의한 서답형 문항의 평가 목표 분류

단위 : 개(%)

| 단원                | 인지과정 차원<br>지식 차원 | 기억<br>하다 | 이해<br>하다 | 적용<br>하다 | 분석<br>하다 | 평가<br>하다 | 창안<br>하다 | 합계        |
|-------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 생명<br>과학의<br>이해   | A. 사실적 지식        | 6(18.2)  | 8(24.2)  | -        | -        | -        | -        | 14 (42.4) |
|                   | B. 개념적 지식        | -        | 7(21.2)  | -        | -        | -        | -        | 7 (21.2)  |
|                   | C. 절차적 지식        | -        | 11(33.3) | -        | -        | -        | 1(3.0)   | 12 (36.4) |
|                   | D. 메타인지 지식       | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | 계                | 6(18.2)  | 26(78.8) | -        | -        | -        | 1(3.0)   | 33(100.0) |
| 세포<br>분열          | A. 사실적 지식        | 3(21.4)  | 2(14.3)  | -        | -        | -        | -        | 5 (35.7)  |
|                   | B. 개념적 지식        | 1 (7.1)  | 8(57.1)  | -        | -        | -        | -        | 9 (64.3)  |
|                   | C. 절차적 지식        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | D. 메타인지 지식       | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | 계                | 4(28.6)  | 10(71.4) | -        | -        | -        | -        | 14(100.0) |
| 유전                | A. 사실적 지식        | 1 (3.1)  | 2 (6.3)  | -        | -        | -        | -        | 3 (9.4)   |
|                   | B. 개념적 지식        | -        | 29(90.6) | -        | -        | -        | -        | 29 (90.6) |
|                   | C. 절차적 지식        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | D. 메타인지 지식       | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | 계                | 1 (3.1)  | 31(96.9) | -        | -        | -        | -        | 32(100.0) |
| 생명<br>활동과<br>에너지  | A. 사실적 지식        | 10(47.6) | 4(19.0)  | -        | -        | -        | -        | 14 (66.7) |
|                   | B. 개념적 지식        | 1(4.8)   | 5(23.8)  | -        | -        | -        | -        | 6 (28.6)  |
|                   | C. 절차적 지식        | -        | 1 (4.8)  | -        | -        | -        | -        | 1 (4.8)   |
|                   | D. 메타인지 지식       | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | 계                | 11(52.4) | 10(47.6) | -        | -        | -        | -        | 21(100.0) |
| 항상성과<br>물의 조절     | A. 사실적 지식        | 13(31.0) | 4 (9.5)  | -        | -        | -        | -        | 17 (40.5) |
|                   | B. 개념적 지식        | -        | 25(59.5) | -        | -        | -        | -        | 25 (59.5) |
|                   | C. 절차적 지식        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | D. 메타인지 지식       | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | 계                | 13(31.0) | 29(69.0) | -        | -        | -        | -        | 42(100.0) |
| 방어 작용             | A. 사실적 지식        | 1(16.7)  | -        | -        | -        | -        | -        | 1 (16.7)  |
|                   | B. 개념적 지식        | -        | 5(83.3)  | -        | -        | -        | -        | 5 (83.3)  |
|                   | C. 절차적 지식        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | D. 메타인지 지식       | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | 계                | 1(16.7)  | 5(83.3)  | -        | -        | -        | -        | 6(100.0)  |
| 생태계의<br>구성과<br>기능 | A. 사실적 지식        | -        | 5(35.7)  | -        | -        | -        | -        | 5 (35.7)  |
|                   | B. 개념적 지식        | -        | 6(42.9)  | 3(21.4)  | -        | -        | -        | 9 (64.3)  |
|                   | C. 절차적 지식        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | D. 메타인지 지식       | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | 계                | -        | 11(78.6) | 3(21.4)  | -        | -        | -        | 14(100.0) |
| 생물의<br>다양성과<br>환경 | A. 사실적 지식        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | B. 개념적 지식        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | C. 절차적 지식        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | D. 메타인지 지식       | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
|                   | 계                | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |

에 해당되는 문항이 11개(33.3%)로 가장 많았다. 이 단원에서 ‘창안하다’에 해당하는 문항이 유일하게 출제되었는데, 실험과정과 결과를 주고 연구자가 세운 가설을 작성하게 하였다. ‘세포분열’, ‘항상성과 몸의 조절’ 단원에서는 ‘개념적 지식’에 해당되면서 인지과정 차원의 ‘이해하다’에 해당되는 문항이 각각 8개(57.1%), 29개(90.6%), 25개(59.5%)로 가장 많았고, 이는 선택형 문항의 출제 경향과 일치한다(<표 10> 참조).

‘생명활동과 에너지’ 단원에서는 지식 차원의 ‘사실적 지식’에 해당되면서 인지과정 차원의 ‘기억하다’에 해당되는 문항이 10개(47.6%)로 가장 많이 출제되었다. 이 단원에서는 선택형 문항의 경우 ‘이해하다’에 해당되는 문항이 90.4%인 것을 감안하면 서답형 문항에서 더 낮은 수준의 문제를 출제하고 있는 것으로 확인된다. 단순한 소화기관의 명칭이나 기능, 순환계에서의 혈액의 이동 경로 등을 묻는 문항은 문제해결력 등의 고차원적인 능력을 측정하는 서답형 문항의 본래의 취지와는 다소 거리가 있다.

**나. NAEA의 과학과 평가틀에 의한 문항 분석**

NAEA의 과학과 평가틀에 의해 서답형 문항 162개를 분석한 결과는 <표 19>와 같다.

‘지식’ 영역에 해당되는 문항이 145개(89.5%)로

많았고, ‘탐구’ 영역에 해당되는 문항이 17개(10.5%)로 9배 정도 차이가 났다. ‘지식’ 영역에서는 ‘이해’에 해당되는 문항이 145개 중 136개(93.8%)로 대부분을 차지하였고, ‘적용’에 해당되는 문항은 9개(6.2%)를 차지했다. ‘탐구’ 영역에서는 ‘탐구의 설계 및 수행’에 해당되는 문항이 11개(64.7%)로 가장 많았고, ‘자료의 분석 및 해석’, ‘문제인식과 가설설정’에 해당되는 문항이 각각 4개(23.5%), 2개(11.8%)로 뒤를 이었다. ‘결론 도출 및 평가’에 해당되는 문항은 없었다. ‘문제인식과 가설설정’, ‘탐구의 설계 및 수행’에 해당되는 문항은 ‘생명 과학의 이해’ 단원에서 주로 출제되었고, 다른 단원에서는 거의 없었다. ‘자료의 분석 및 해석’에 해당되는 문항은 ‘유전’ 단원에서만 출제되었는데 이는 ‘유전’ 단원에서 가계도 해석을 요구하는 문항이 많기 때문인 것으로 파악된다.

선택형 문항의 경우 ‘탐구’ 영역에서 ‘자료의 분석 및 해석’에 해당되는 문항이 73개 중 40개(54.8%)로 가장 많은 비중을 차지한 반면, 서답형 문항의 경우 ‘탐구의 설계 및 수행’에 해당되는 문항이 17개 중 11개(64.7%)로 가장 많은 비중을 차지하였다. 선택형 문항에서는 주어진 자료의 핵심 내용과 특성을 파악하거나 자료의 경향성을 파악하는 문항이 주로 출제되지만 서답형 문항의 경우에는 변인을 찾아내거나 실험 절차를 확인하는 문항이 주로 출제되는 것을 알 수 있다.

**표19. NAEA의 과학과 평가틀에 따른 단원별 서답형 문항의 분석**

단위 : 개(%)

| 평가 영역<br>단원 | 지식         |         | 탐구            |                |                |               | 계          |
|-------------|------------|---------|---------------|----------------|----------------|---------------|------------|
|             | 이해         | 적용      | 문제인식과<br>가설설정 | 탐구의 설계<br>및 수행 | 자료의 분석<br>및 해석 | 결론 도출<br>및 평가 |            |
| 생명 과학의 이해   | 21 (63.6)  | -       | 2 (6.1)       | 10(30.3)       | -              | -             | 33(20.4)   |
| 세포분열        | 13 (92.9)  | 1(7.1)  | -             | -              | -              | -             | 14 (8.6)   |
| 유전          | 27 (84.4)  | 1(3.1)  | -             | -              | 4(12.5)        | -             | 32(19.8)   |
| 생명활동과 에너지   | 19 (90.5)  | 1(4.8)  | -             | 1 (4.8)        | -              | -             | 21(13.0)   |
| 항상성과 몸의 조절  | 39 (92.9)  | 3(7.1)  | -             | -              | -              | -             | 42(25.9)   |
| 방어 작용       | 6(100.0)   | -       | -             | -              | -              | -             | 6 (3.7)    |
| 생태계의 구성과 기능 | 11 (78.6)  | 3(21.4) | -             | -              | -              | -             | 14 (8.6)   |
| 생물의 다양성과 환경 | -          | -       | -             | -              | -              | -             | -          |
| 계           | 136 (93.8) | 9(6.2)  | 2(11.8)       | 11(64.7)       | 4(23.5)        | 0(0.0)        | 162(100.0) |
|             | 145(89.5)  |         | 17(10.5)      |                |                |               |            |

**다. 서답형 문항 유형에 따른 분석**

서답형 문항을 ‘단답형’, ‘서술형’, ‘그리기’ 3가지로 분류하였고, 이 문항 유형에 따라 출제 빈도와 배점을 분석하였다.

1) 서답형 문항 유형에 따른 출제 빈도

서답형 문항의 유형에 따른 출제 빈도를 단원별로 살펴보면 <표 20>과 같다.

자형을 그리게 하는 문항들이었다. ‘방어 작용’과 ‘생태계의 구성과 기능’ 단원에서는 그래프 그리기 문항이 출제되었다.

2) 서답형 문항 유형에 따른 배점 분석

배점에 따른 분석의 결과는 <표 21>과 같다. 총 782점 중 서술형 문항이 534.5점(68.4%), 단답형 문항이 207.5점(26.5%)을 차지했고, ‘그리기’에 해당되는 문항이 40.0점(5.1%)을 차지하였다.

**표20. 서답형 문항의 유형에 따른 출제 빈도**

단위 : 개(%)

| 단원 \ 문항 유형  | 단답형      | 서술형      | 그리기     | 계          |
|-------------|----------|----------|---------|------------|
| 생명 과학의 이해   | 9(27.3)  | 24(72.7) | -       | 33(20.4)   |
| 세포분열        | 5(35.7)  | 8(57.1)  | 1 (7.1) | 14 (8.6)   |
| 유전          | 11(34.4) | 16(50.0) | 5(15.6) | 32(19.8)   |
| 생명활동과 에너지   | 9(42.9)  | 12(57.1) | -       | 21(13.0)   |
| 항상성과 몸의 조절  | 14(33.3) | 28(66.7) | -       | 42(25.9)   |
| 방어 작용       | 2(33.3)  | 3(50.0)  | 1(16.7) | 6 (3.7)    |
| 생태계의 구성과 기능 | 5(35.7)  | 8(57.1)  | 1 (7.1) | 14 (8.6)   |
| 생물의 다양성과 환경 | -        | -        | -       | -          |
| 계           | 55(34.0) | 99(61.1) | 8 (4.9) | 162(100.0) |

서술형 문항은 99개(61.1%)로 가장 높은 비율을 차지하였고, 단답형 문항은 56개(33.5%), ‘그리기’에 해당되는 문항은 9개(4.9%)였다. ‘그리기’에 해당되는 문항은 ‘세포와 생명의 연속성’ 단원에서 주로 출제되었는데, 이는 세포 분열에서 염색체의 이동을 그리게 하거나 가계도 분석 후 염색체에 유전

대부분의 단원에서 서술형 문항의 배점이 단답형 문항의 배점보다 30% 이상 많은데, ‘생명활동과 에너지’ 단원의 경우 단답형 문항은 38.0점(43.7%), 서술형 문항은 49.0점(56.3%)으로 그 차이가 12.6%였다. 이 단원에서 단답형 문항의 비중이 큰 것은 단순한 지식의 나열이나 물질대사 과정에서의

**표21 서답형 문항의 유형에 따른 배점**

단위 : 점(%)

| 단원 \ 문항 유형  | 단답형         | 서술형         | 그리기        | 계            |
|-------------|-------------|-------------|------------|--------------|
| 생명 과학의 이해   | 26.5(19.7)  | 108.0(80.3) | -          | 134.5(17.2)  |
| 세포분열        | 20.0(22.7)  | 63.0(71.6)  | 5.0 (5.7)  | 88.0(11.2)   |
| 유전          | 49.0(25.9)  | 111.0(58.7) | 29.0(15.3) | 189.0(24.1)  |
| 생명활동과 에너지   | 38.0(43.7)  | 49.0(56.3)  | -          | 87.0(11.1)   |
| 항상성과 몸의 조절  | 48.0(23.1)  | 160.0(76.9) | -          | 208.0(26.5)  |
| 방어 작용       | 4.0(17.4)   | 16.0(69.6)  | 3.0(13.0)  | 23.0 (2.9)   |
| 생태계의 구성과 기능 | 16.0(30.2)  | 34.0(64.2)  | 3.0 (5.7)  | 53.0 (6.7)   |
| 생물의 다양성과 환경 | -           | -           | -          | -            |
| 계           | 201.5(25.7) | 541.0(68.9) | 40.0 (5.1) | 782.5(100.0) |

특정 물질을 기술하는 문항이 많았기 때문이다. ‘생태계의 구성과 기능’ 단원은 단답형 문항이 16.0점(30.2%), 서술형 문항이 34.0점(64.2%)으로 다른 단원에 비해 단답형 문항의 비중이 적었는데, 이 단원은 단순한 지식을 묻는 문항보다 포괄적인 내용을 서술하는 문항이 상대적으로 많았기 때문이다.

단원별 단답형, 서술형, 그리기 문항의 평균 배점을 살펴보면(<표 22> 참조), 서술형 문항의 평균 배점은 5.5점으로 가장 높고, ‘그리기’에 해당되는 문항과 단답형 문항의 경우 각각 5.0점, 3.7점이었다. ‘유전’ 단원의 경우 단답형 문항의 평균 배점(4.5점)과 ‘그리기’에 해당되는 문항의 평균 배점(5.8점)이 다른 단원에 비해 높았고 서술형 문항의 배점도 6.9점으로 높게 나타나, 전체적으로 문항당 가장 높은 배점을 주는 단원으로 볼 수 있다.

**라. 서술형 문항의 분류**

1) 반응의 허용 정도에 따른 분류

반응의 허용 정도에 따른 분류의 결과를 살펴보면(<표 23> 참조), 모든 서술형 문항은 ‘응답 제한형’에 속했다. 이는 지필평가 응시 시간에 제한이 있고 채점의 편리함을 위해 ‘응답 자유형’에 해당되는 문항보다 ‘응답 제한형’에 해당되는 문항 출제를 선호하기 때문으로 보인다. ‘응답 제한형’에 해당되는 문항에서 ‘내용범위 제한형’에 해당되는 문항이 72개(67.3%)로 가장 많은 비중을 차지했고, ‘분량 제한형’과 ‘서술양식 제한’에 해당되는 문항은 18개(16.8%), 17개(15.9%)였다. 한편 모든 단원에서 내용범위 제한형이 우세하였는데, 이는 교사들이 특정 주제의 정의나 과정을 쓰는 등의 내용을 제한하는

**표22. 서답형 문항의 유형에 따른 문항 평균 배점**

단위 : 점

| 단원          | 문항 유형 |     |     |  | 계   |
|-------------|-------|-----|-----|--|-----|
|             | 단답형   | 서술형 | 그리기 |  |     |
| 생명 과학의 이해   | 2.9   | 4.5 | -   |  | 4.1 |
| 세포분열        | 4.0   | 7.9 | 5.0 |  | 6.3 |
| 유전          | 4.5   | 6.9 | 5.8 |  | 5.9 |
| 생명활동과 에너지   | 4.2   | 4.1 | -   |  | 4.1 |
| 항상성과 몸의 조절  | 3.4   | 5.7 | -   |  | 5.0 |
| 방어 작용       | 2.0   | 5.3 | 3.0 |  | 3.8 |
| 생태계의 구성과 기능 | 3.2   | 4.3 | 3.0 |  | 3.8 |
| 생물의 다양성과 환경 | -     | -   | -   |  | -   |
| 계           | 3.7   | 5.5 | 5.0 |  | 3.8 |

**표23. 서술형 문항의 반응의 허용 정도에 따른 분류**

단위 : 개(%)

| 단원          | 반응의 허용 정도 | 응답 제한형   |            |          | 응답 자유형 | 계          |
|-------------|-----------|----------|------------|----------|--------|------------|
|             |           | 서술양식 제한형 | 내용범위 제한형   | 분량 제한형   |        |            |
| 생명 과학의 이해   |           | 5(20.8)  | 15(62.5)   | 4(16.7)  | -      | 24(22.4)   |
| 세포분열        |           | 1(11.1)  | 4(44.4)    | 4(44.4)  | -      | 9 (8.4)    |
| 유전          |           | 6(28.6)  | 13(61.9)   | 2 (9.5)  | -      | 21(19.6)   |
| 생명활동과 에너지   |           | 1 (8.3)  | 11(91.7)   | -        | -      | 12(11.2)   |
| 항상성과 몸의 조절  |           | 1 (3.6)  | 23(82.1)   | 4(14.3)  | -      | 28(26.2)   |
| 방어 작용       |           | 1(25.0)  | 2(50.0)    | 1(25.0)  | -      | 4 (3.7)    |
| 생태계의 구성과 기능 |           | 2(22.2)  | 4(44.4)    | 3(33.3)  | -      | 9 (8.4)    |
| 생물의 다양성과 환경 |           | -        | -          | -        | -      | -          |
| 계           |           | 17(15.9) | 72(67.3)   | 18(16.8) | 0(0.0) | 107(100.0) |
|             |           |          | 107(100.0) |          |        |            |

출제 형식에 익숙하고, 한 문장으로 또는 2줄 이내로 작성하는 등의 분량 제한형이나 그래프로 나타내거나 차이점 등을 비교하는 서술양식 제한형에는 익숙하지 않은 점이 반영되었다고 할 수 있다.

2) 자료 제시 여부와 출제 형식에 따른 분류

자료 제시 여부에 따라서 ‘단독 과제형’, ‘자료 제시형’으로 구분하였고, 문항의 출제 형식에 따라서 ‘지식 서술형’, ‘계산형’, ‘자료 분석형’, ‘이유 설명형’으로 분류하였다. 그 결과는 <표 24>와 같다.

자료 제시 여부에 따라 분류하면 ‘자료 제시형’에 해당되는 문항이 70개(65.4%)로 ‘단독 과제형’에 해당되는 문항 37개(34.6%)보다 많았다. 박영애(2006)는 ‘단독 과제형’에 해당되는 문항보다는 ‘자료 제시형’에 해당되는 문항이 고등정신능력 측정에 도움이 된다고 하였는데, 서술형 문항의 장점 중 하나인 고등정신능력의 측정에 도움이 되기 위해서는 ‘자료 제시형’에 해당되는 문항의 비율이 더 높아야 할 것이다. ‘세포분열’ 단원의 경우 ‘단독 과제형’에 해당되는 문항만 있었는데, 이 문항들은 세포분열의 특징, 감수분열의 의의 등 학생들이 암기한 내용을 그대로 응답하는 단순한 형태였다. ‘세포분열’ 단원에서는 사진이나 그림을 활용하여 세포분열 단계나 염색체의 이동을 학습하므로 교수·학습 내용을 고려할 때 ‘자료 제시형’에 해당되는 문항의 출제가 필요할 것으로 생각된다.

문항의 출제 형식에 따라 분류하면, ‘지식 서술

형’에 해당되는 문항이 86개(80.4%)로 가장 많았고, ‘이유 설명형’에 해당되는 문항이 18개(16.8%), ‘자료 분석형’에 해당되는 문항이 3개(2.5%)였으며, ‘계산형’에 해당되는 문항은 없었다. ‘계산형’에 해당되는 문항은 주어진 정보를 이용하여 어떤 값이나 결과를 구하는 문항 형태이므로 ‘유전’ 단원의 가계도 분석 문항에서 출제할 수 있는데, 분석 대상인 문항은 풀이과정을 평가하는 서술형 문항이 아니라, 해당 값만을 요구하는 단답형 문항이었다. 생명 과학 I에서 어떤 값이나 결과를 구하는 문항의 문제 해결 시 풀이 과정을 서술하게 하는 계산형 문항의 출제가 필요하다.

한편 문항의 출제 형식이 지식 서술형에 치우친 결과를 볼 때, 학생의 고등정신능력을 측정하는 데 효과적인 서술형 평가의 장점을 살리지 못하고 있다고 할 수 있다. 지식을 단순히 서술하고 학습한 내용을 그대로 옮겨 적는 것보다는 학생들의 고등정신 능력을 측정할 수 있는 문항의 출제가 필요하다. 또 ‘자료 분석형’에 해당되는 문항은 ‘유전’ 단원에서만 출제되었는데, 이 문항은 주어진 가계도를 분석하여 답을 하는 것으로 학생의 이해력이나 분석력이 요구되는 것이었다. ‘이유 설명형’에 해당되는 문항은 ‘유전’, ‘항상성과 몸의 조절’ 단원에서 가장 많이 출제되었다. 이 문항들은 가계도, 신경계, 호르몬에 관한 주제로 현상에 대한 원인과 까닭을 묻는 형태가 주를 이루었다.

표24. 서술형 문항의 자료 제시 여부와 출제 형식에 따른 분류

단위 : 개(%)

| 단원          | 구분 | 자료 제시 여부에 따른 분류 |          | 문항의 출제 형식에 따른 분류 |        |         |          |
|-------------|----|-----------------|----------|------------------|--------|---------|----------|
|             |    | 단독 과제형          | 자료 제시형   | 지식 서술형           | 계산형    | 자료 분석형  | 이유 설명형   |
| 생명 과학의 이해   |    | 6(25.0)         | 18(75.0) | 23(95.8)         | -      | -       | 1 (4.2)  |
| 세포분열        |    | 9(100.0)        | -        | 9(100.0)         | -      | -       | -        |
| 유전          |    | 7(33.3)         | 14(66.7) | 13(61.9)         | -      | 3(14.3) | 5(23.8)  |
| 생명활동과 에너지   |    | 3(25.0)         | 9(75.0)  | 10(93.3)         | -      | -       | 2(16.7)  |
| 항상성과 몸의 조절  |    | 9(32.1)         | 19(67.9) | 23(82.1)         | -      | -       | 5(17.9)  |
| 방어 작용       |    | 2(50.0)         | 2(50.0)  | 3(75.0)          | -      | -       | 1(25.0)  |
| 생태계의 구성과 기능 |    | 1(11.1)         | 8(88.9)  | 5(55.6)          | -      | -       | 4(44.4)  |
| 생물의 다양성과 환경 |    | -               | -        | -                | -      | -       | -        |
| 계           |    | 37(34.6)        | 70(65.4) | 86(80.4)         | 0(0.0) | 3 (2.8) | 18(16.8) |
|             |    | 107(100.0)      |          | 107(100.0)       |        |         |          |

## IV. 결론 및 제언

이 연구에서 일반계 고등학교 10개교의 생명 과학 I의 지필평가 문항을 분석한 결과를 종합하고 결론을 제시하면 다음과 같다.

지필평가의 문항을 유형별로 문항 수와 배점을 분석한 결과, 선택형 문항 수의 비율은 81.0%이고 배점의 비율은 74.4%였으며, 서답형 문항 수의 비율은 19.0%이고 배점의 비율은 25.6%였다. 서술형 문항의 비중을 강조하고 있는 점을 고려할 때 서답형 문항의 비율을 보다 높여서 출제할 필요가 있다.

Bloom의 신 교육목표 분류체계에 의한 지식 차원의 분석에서는 선택형 문항과 서답형 문항 모두 ‘개념적 지식’에 해당되는 문항이 39.4%, 55.5%로 가장 많았는데, 서답형 문항에서 좀 더 높은 차원의 지식을 묻고 있음을 알 수 있다. ‘인지과정 차원’의 분석에서는 ‘이해하다’에 해당되는 문항이 선택형 문항과 서답형 문항에서 각각 87.1%, 89.8%로 가장 많았다. NAEA의 과학과 평가들에 의한 분석에서 선택형 문항과 서답형 문항 모두 ‘지식’ 영역이 ‘탐구’ 영역보다 9배 정도 많았다. 이는 초·중학교 과학과 문항을 분석한 선행 연구 결과의 탐구 영역에 해당되는 문항의 비율보다 낮은 것이다. 또한 우리나라 과학과 교육과정에서 지식, 탐구, 태도 등을 고루 평가하도록 명시된 점을 고려할 때 생명 과학 I에서 탐구 영역에 해당되는 문항의 비율을 높여야 할 것이다.

선택형 문항의 실제 정답률과 이원목적분류표의 난이도 분석에서 예상 정답률과 실제 정답률이 일치하는 문항의 비율은 41.5%를 차지하였다. 이는 교사가 생각하는 난이도와 학생들이 느끼는 난이도에 차이가 있음을 의미한다. 그리고 이원목적분류표 작성의 중요성에 대한 교사들의 인식이 부족하여 형식적으로 작성하는 것도 그 원인이라고 생각되므로 평가에 대한 교사의 전문성 향상이 필요함을 시사한다.

서답형 문항 유형에 따른 출제 빈도를 살펴본 결과, 서술형 문항이 61.1%로 높은 비율을 차지하였지만, 단답형 문항의 비율이 34.0%로 나타났다. 학

교 현장에서 서술형 문항의 중요성을 강조하고 있으므로 단답형 문항의 출제를 지양하고 서술형 문항의 비율을 높일 필요가 있다. 한편 ‘세포와 생명의 연속성’ 단원에서 그리기 문항이 출제되었는데, 세포분열시 염색체의 이동, 가계도 분석 후 염색체에 유전자 그리기 형태로 출제되었다. 그리기 문항을 통해 학생들의 개념 이해 정도를 파악할 수 있으므로 그리기 문항의 출제를 권장할 필요가 있다고 생각한다.

서술형 문항을 분석한 결과, 모든 문항이 ‘응답 제한형’에 해당되었고, 자료 제시 여부에 따른 분석 결과 ‘자료 제시형’(65.4%)이 ‘단독 과제형’(34.6%)보다 많았고, 문항의 출제 형식에 따른 분석 결과 ‘지식 서술형’(80.4%)이 대부분을 차지하였다. 따라서 서술형 문항을 다양한 유형으로 출제할 필요가 있다고 생각한다.

학교 현장에서 ‘탐구’ 영역에 해당되는 문항을 더 많이 출제하고, 서술형 문항의 실제적 비중을 높이면서 다양한 유형으로 출제하기 위해서는 교사들이 평가 전문성을 신장할 필요가 있다. 행동 영역 구분을 명확히 하고, 고등정신능력의 측정에 적합한 문항을 개발하고, 문항의 난이도를 고려한 출제를 할 수 있도록 실제적인 도움이 되는 연수가 실시될 필요가 있다. 그리고 교사들이 이원목적분류표 작성의 중요성을 인식하고, 공동으로 평가 도구를 개발하는 등의 노력을 기울여 질 높은 문항을 개발해야 할 것이다. 한편 서술형 문항의 채점에 대한 부담이 큰 점을 고려할 때 실험 조교, 인턴 교사 등 보조 인력을 배치하는 등의 지원도 필요하다.

## 참고 문헌

- 교육과학기술부 (2009). 교육과학기술부 고시 제 2009-41호에 따른 고교 과학과 교육과정 해설서. 교육과학기술부, 19-31.
- 김영신, 권용주, 김용진, 김희백, 서혜애, 손연아, 정은영, 정진수, 차희영 (2012). 생명과학교육론. 서울: 자유아카데미.

- 김윤희, 윤기순, 권덕기 (2010). Bloom의 신 교육 목표분류에 기초한 중학교 생물영역 총괄 평가 문항의 목표분석. *과학교육연구지*, 34(1), 164-174.
- 권재술, 김범기, 우종옥, 정완호, 정진우, 최병순 (1998). *과학교육론*. 서울: 교육과학사.
- 나종철 (2006). 초등학교 과학과 지필평가 문항 분석. *한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문*.
- 박영애 (2006). 서술형·논술형 평가 문항 실태 분석 및 개선 방안. 제28회 *교육연구논문*.
- 박현주 (2012). 중학교 과학과 총괄 지필평가 문항의 목표 분석. *과학교육연구지*, 36(2), 293-302.
- 백순근 (2000). *수행평가의 원리*. 서울: 교육과학사.
- 백순근 (2002). *수행평가: 이론적 측면*. 서울: 교육과학사.
- 심애순 (2008). 중학교 과학과 서술형 평가에 대한 교사와 학생의 인식 조사 및 실태 분석. *한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문*.
- 오현석, 이기영 (2006). 현행 중등학교 과학 교과 지필평가 문항분석. *교육과정평가연구*, 9(1), 405-424.
- 정미라 (2003). 초등학교 학생들의 과학과 지필평가 문항풀이과정에서의 오류 분석. *청주대학교 교육대학원 석사학위 논문*.
- 정은영, 남민우, 김도남, 김혜숙, 박가나, 이봉주, 권점례, 최원호, 이인호, 조보경, 송민영, 최인봉, 김희경, 김소영 (2010). 국가수준 학업성취도 평가의 교과별 평가 틀 개발 연구. *한국교육과정평가원 연구보고 CRE 2010-7*.
- 정은영, 최원호 (2014). 우리나라 초·중·고등학교 과학과의 평가 실태. *과학교육연구지*, 38(1), 168-181.
- 최은주 (2011). 중학교 과학과 서술형 평가에 대한 문항의 특성과 교사와 학생 인식 조사. *한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문*.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York : Longman.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives, I. Cognitive domain*. New York: David McKay.
- Cronbach, L. J. (1963). Evaluation for course improvement. *Teachers College Record*, 64, 672-683.
- Gabel, D. L. (1994). *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan publishing Company.
- Stake, R. E. (1967). The Countenance of educational evaluation. *Teachers College Record*, 68, 523-540.
- Tyler, R. W. (1949). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: The University of Chicago Press. 105-106.

## 국문 요약

이 연구는 고등학교 생명 과학 I의 지필평가 실태를 조사하기 위하여 일반계 고등학교 10개교를 임의로 선정하여 2013학년도 생명 과학 I의 문제지 33부(선택형 문항 690개, 서답형 문항 162개)를 분석하였다. 문항에 대해서는 Bloom의 신 교육목표 분류체계의 틀과 국가수준 학업성취도 평가의 과학과 평가틀에 근거하여 분류하였다. 선택형 문항의 경우 실제 정답률과 이원목적분류표에 제시된 난이도를 비교하였고, 서답형 문항의 경우 문항 유형에 따른 문항 수와 배점을 비교하였다. 서답형 문항 중 서술형 문항에 대해서는 반응의 허용 정도, 자료 제시 여부, 출제 형식에 따라 구분하였다. 지필평가 문항 분석 결과, 서답형 문항의 비율이 19.0%로 선택형 문항의 비율(81.0%)보다 낮았다. Bloom의 신 교육목표 분류체계에 의한 분석 결과, 지식 차원에서 '개념적 지식'에 해당되는 문항이, 인지과정 차원에서 '이해하다'에 해당되는 문항이

많았다. 국가수준 학업성취도 평가의 과학과 평가틀에 의한 분석에서 ‘지식’ 영역에 해당되는 문항이 ‘탐구’ 영역에 해당되는 문항보다 약 9배 많았다. 선택형 문항에서 이원목적분류표에 제시된 난이도와 실제 정답률을 비교한 결과, 일치하는 비율은 41.5%였다. 서답형 문항의 유형에 따른 문항 수의 비율을 비교한 결과, 단답형 문항의 비율이 34.0%였고, 그리기 문항은 ‘세포와 생명의 연속성’ 단원에서 주로 출제가 되었다. 서술형 문항에서 반응의 허용 정도에 따라 분류한 결과, 모두 ‘응답 제한형’에 해당되었고, 그 중 ‘내용범위 제한형’(67.3%)에 해당되는 문항이 가장 많았다. 그리고 자료 제시 여부에 따라 분류한 결과 ‘자료 제시형’(65.4%)에

해당되는 문항이, 출제 형식에 따라 분류한 결과 ‘지식 서술형’(80.4%)에 해당되는 문항이 가장 많았다.

이 연구 결과를 통하여 학교 현장에서 ‘탐구’ 영역에 해당되는 문항을 더 많이 출제할 필요가 있으며, 서술형 문항의 실제적 비중을 높이면서, 다양한 유형으로 출제할 필요가 있다고 생각된다.

주요어: 생명 과학 I, 지필평가, 문항 분석, Bloom의 신 교육목표 분류체계, 국가수준 학업성취도 평가의 과학과 평가틀