

상급 학년 수준 시험을 활용한 과학고 신입생들의 학업성취도 특성 연구

안 태 환

김해분성여자고등학교

박 경 희

경남대학교

본 연구는 과학고 신입생들을 대상으로 수학, 물리, 화학, 영어 교과에서의 상급 학년 성취 수준을 평가하였다. 상급 학년 수준 시험은 천장효과를 배제한 성취수준을 평가할 수 있는 도구로 대학수학능력시험의 동형검사지를 개발·활용하였다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 과학고 신입생들의 수학, 과학 교과 학업성취도는 응시생의 50%이상이 수능 5등급이내에 위치하고 영어 교과는 19.3%미만의 학생들이 5등급이내의 성적을 나타내어 수학이나 과학보다는 상대적으로 낮았다. 둘째, 과목 내 단위별 학업성취도가 높고 낮은 단원을 보면, 수학은 ‘행렬’ 단원이 높고 ‘수열’ 단원이 낮았다. 미적분과 통계 과목은 ‘함수의 극한과 연속성’ 단원이 높고, ‘통계’ 단원이 가장 낮았다. 물리 과목에서는 ‘전기와 자기’ 단원이 중간 수준, ‘파동과 입자’ 단원이 하위 수준이었다. 화학 과목에서는 ‘생활 속의 화합물’ 단원이 높고, ‘공기’ 단원이 낮았다. 영어 교과에서는 읽기 영역의 ‘실용문’이 매우 높았으며, 쓰기 영역의 ‘문장’이 낮았다. 결론적으로 상급 학년 수준 시험은 학생들의 수준에 맞는 개별화된 프로그램을 적용하는데 좋은 방안이라 할 수 있다.

주제어: 천장효과, 상급 학년 수준 시험, 학업성취도, 과학고등학교, 대학수학능력시험

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

우리나라는 1983년부터 과학 분야 고급두뇌의 창의적 지식 생산 능력을 개발하기 위한 영재교육의 일환으로 과학고등학교(이후 과학고)를 설립하여 운영해오고 있다(안도희, 홍아정, 조석희, 2011). 또한 우리나라 영재교육 진흥법(법률 제 12844호) 제2조 정의에서 “영재교육

교신저자: 박경희(khpark@kyungnam.ac.kr)

* 본 논문은 안태환의 2014년도 박사 학위논문에서 일부 내용을 발췌 정리하였음.

기관이란 영재학교, 영재학급 및 영재교육원을 말한다.”라고 명시하고 있으며 최근에는 과학고도 영재교육기관에 포함시키고 있다. 현재 과학고에 진학하는 학생들 대부분은 초등학교와 중학교 과정에서 영재교육의 경험이 있고 이공계 진학을 목표로 두고 있는 학생들이다. 즉, 과학고에 입학하는 신입생은 학업성취에 있어서 영재학생들의 수준이라고 볼 수 있다.

영재에 대한 무수한 정의가 존재하지만 영재는 평균 이상의 인지적 능력과 높은 과제 집착력 및 창의성을 가진 자로서 이 세 가지 특성이 서로 상호 작용하여 창의적인 성취를 할 수 있는 잠재력을 갖춘 학생이나 성취동기가 강하고 고등사고 능력이 뛰어나 학습속도에 차이가 있어 일반 학생과는 다른 차별화된 교육과정을 필요로 하는 학생을 말한다(Renzulli & Reis, 1985). 조석희와 오영주(1997)는 과학 분야에서 뛰어난 업적을 달성하였거나 달성할 것으로 판정된 사람으로 그 잠재력을 계발하기 위하여 정규 학교 교육과정 이상의 특별한 교육과 서비스를 필요로 하는 사람으로 과학영재를 정의하였다. 과학영재는 일반적으로 높은 지능을 가지고 수학·과학 분야에서 뛰어난 학업성취를 나타내며 과학의 학습에 대한 강한 의욕과 탐구력을 보이는 심리적인 특성을 가지고 있다(한중하, 1983).

영재성에 있어서 특수 학문적 재능은 영재성의 중요한 범주이며, 과학고에 진학하는 학생들은 수학·과학 분야에 탁월한 능력을 나타내며 학업성취도가 높다. 그러나 이들의 수학·과학 분야의 성취도가 높다고 하지만 어느 정도 수준인지에 대해서는 가늠하기가 어렵다. 왜냐하면 일반적으로 동급학년 수준의 평가는 학업성취 능력에 있어서 동일 학년의 중간 수준을 검사하기 위하여 시행되고 있다. 또한 표준화 검사도 마찬가지이다. 정규 과정의 성취도 평가는 동급 학년의 평균 수준에 초점이 맞추어져 있기 때문에 성취 능력이 뛰어난 영재학생들의 학업성취도를 검사하는 도구로서는 적합하지 않다는 것이다(Lohman & Korb, 2005; Minnema, Thurlow, Bielinski, & Scott, 2000; Stanley, 1976).

따라서 과학영재들의 경우, 중학교 과정에서의 학업성취도는 대부분이 동급 학년 최상위권 수준에 있기 때문에 정규 과정의 학습평가에서는 학업성취도의 최대치를 정확하게 측정할 수 없는 실정이다. 이를 평가학적으로는 성취도의 ‘천장효과’(ceiling effect)라고 부른다. 이와 같이 우수한 학생들의 학업성취도에 있어서 흔히 목격되는 천장효과를 배제하기 위하여 상위 학년 수준의 평가를 실시한다. 즉, 우수한 학생이 소속된 해당 학년을 벗어난 수준의 시험(탈 학년 수준, 탈 학년 수준의 시험)을 시행함으로써, 개인 학생 저마다의 최대 수행 능력을 측정할 수 있는 것이다(Thomson & Olszewski-Kubilius, 2014).

그러므로 과학고에 진학하는 학생들의 능력이 동급학년에서는 우수한 것은 사실이지만 그 능력의 정도가 어느 정도인지를 알기 위해서는 상급학년의 시험을 실시해야 하며, 과학고에 입학하는 학생들의 능력이 과목별로나 개인별로 어떤 특성을 나타낼지는 정확하게 알 수가 없다. 따라서 과학고 신입생들의 출발점 행동을 명확히 분석하는 일은 이들에게 적합한 교육프로그램을 구성하는 데 필수적인 조건이라 할 수 있다.

이에 본 연구는 상급 학년 수준의 평가 도구를 활용하여 과학고 신입생들의 입학 전 학업성취도의 수준을 분석하고자 한다. 고교 과정의 체계적인 학습 기회를 경험하지도 않은 시점에서, 과연 고교 졸업생들을 겨냥한 학습 목표를 어느 정도 사전에 달성하고 있는 지를 분석하려

는 것이다. 따라서 과학영재 교육기관으로서의 과학고 신입생들의 학업성취도와 잠재 능력 수준을 객관적으로 파악하기 위하여 고교 수능시험과 같은 상급 학년 수준의 평가 문항을 활용하게 된 것이다. 과학고 입학 전의 우수 학생들을 대상으로 그들의 최대 학업성취도를 파악함으로써 학생들의 출발점 행동특성에 관하여 구체적이고 실질적인 자료를 확보할 수 있겠다.

이 결과는 학생의 입학 후 학습자 집단 배치는 물론이고, 고교 정규 교육과정의 합리적인 재구성을 유도할 수 있어 학생의 선발, 교육과정의 최적화, 학업성취도의 적정 관리 등 개인 특성에 부합하는 맞춤형 교육의 실천 과제들을 해결하는 데 적극 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 문제

본 연구의 대상이 과학영재들인 만큼 과학·수학의 특수 학문 적성을 평가하고자 하였다. 영어 교과에 대한 학업성취도를 평가한 것은 이들이 영어 교과에 대해서도 우수성을 나타내는지 또 실제로 과학고에서 영어로 진행되는 수업에 어려움이 없는지 학생들의 출발점 행동 정도를 진단하기 위한 것이다. 그러므로 수학 교과, 물리 과목, 화학 과목, 영어교과에 대하여 상급 학년 수준 시험을 시행하여 얻은 점수를 바탕으로 다음과 같이 연구 문제를 설정하였다.

- 가. 상급 학년 수준 시험을 적용하였을 때 과학고 신입생들의 교과별 학업성취도 특성은 어떠한가?
- 나. 교과 내 단위별 학업성취도 특성은 어떠한가? 과목 내 단위별 강점과 약점은 무엇인가?

3. 용어의 정의

가. 천장 효과

천장효과(ceiling effect)란 정규 과정의 성취도 평가에서 고등 사고 능력을 가진 영재학생들에게는 문항의 난이도가 너무 쉬워서 평가 점수의 분포가 최고점 가까이 몰려 있는 현상을 성취도의 천장효과라고 부른다(Assouline & Lupkowski-Shoplik, 2012; Olszewski-Kubilius & Kulieke, 2008; Warne, 2012). 즉, 고등사고 능력을 가진 영재학생들의 점수 분포가 천장에 도달하여 그들의 능력에 알맞은 평가가 제대로 이루어지지 않은 상태이다. 평가의 천장을 높이기 위해서는 평가 도구의 난이도를 어렵게 하거나 상급 학년에 계획된 평가 도구를 하급 학년에 적용하는 방법을 취한다.

나. 상급 학년 수준 시험

상급 학년 수준 시험(above level testing)은 학업 성취수준이 동급 학년 수준을 넘어선 학생들에 대하여 그들의 학업성취도를 정확하게 평가하기 위한 도구이다. 따라서 영재학생들의 성취 능력 평가에서 천장효과가 발생하지 않도록 평가하는 방법 중에 상급 학년 수준 시험을 적용할 수 있다. 상급 학년 수준(혹은 탈 학년 수준) 시험(off-level testing)은 고등 사고 능력을 가진 영재학생들에게 시행되고 있는 전형적인 평가 방법이다. 상급 학년을 겨냥하여 계획된 평가 도구를 하급 학년인 영재학생들에게 적용하는 것이다(Stanley & Benbow, 1981~1982; Warne, 2011). 상급 학년 수준 시험은 검사 대상 학생들의 수행의 성취정도가 또래 학년보다 2~4개 학년 더 높게 기대되어질 때에 시행된다.

II. 상급 학년 수준 시험을 적용한 영재학생 평가방법과 활용

영재학생들의 잠재력, 적성 및 인지 능력은 복잡한 형태를 나타내므로 전통적인 평가 방법으로 그들의 능력을 평가하기는 쉽지 않다. 학교에서 시행되는 정규 평가는 동 학년의 중간 수준의 학력을 평가하기 위해 설계되었다. 대체로 정규 평가에서는 천장효과가 발생하게 되는데, 천장효과를 해소하기 위해서는 상급 학년 수준 시험을 실시하는 것이 효과적이다. Thomson & Olszewski-Kubilius(2014)는 상급 학년 수준 시험을 통해서 같은 정규 시험에서 같은 등급에 있는 학생이라 하더라도 학업성취도의 격차가 많이 발생한다는 사실을 발견하였으며, 점수가 높은 경우에는 속진학습을 그렇지 않은 경우에는 심화학습이 적절하다고 제안하였다. 이와 같이 학생들에게 평가 결과의 천장을 높이는 상급 학년 수준 시험인 SAT 시험을 실시할 경우 200점에서 700점까지 변별도가 아주 높게 나타나기 때문에 영재들의 능력을 제대로 측정할 수 있는 평가의 신뢰도가 높게 된다고 하였다(Olszewski-Kubilius & Kulieke, 2008). 즉, 영재학생들에게 상급 학년 수준 시험을 실시하는 가장 일반적인 이유는 평가의 천장을 높이기 위한 것이며, 상급 학년 수준 시험에 의해 천장을 높이는 연구가 다수 진행되었다(Achter, Lubinski, & Benbow, 1996; VanTassel-Baska, 1986; Warne, 2012).

흔히 영재교육에서 상급 학년 수준 시험은 영재교육을 실시하기 이전 학생들의 배경 지식을 분석하거나 학생들의 고유한 교육적 요구를 분석하여 교육적으로 적절하게 배치하는 데 활용된다. 또한 영재교육 실시 후에는 학생들의 성장을 평가하기 위하여 활용되기도 하는 만큼, 영재학생들을 판별하기 위한 목적으로 활용되고 있다. 현재 미국의 일부 대학교에서는 ‘재능탐색’(talent search) 프로그램이라는 이름으로 널리 시행되고 있는데, 1970년대 존스 홉킨스 대학교의 Stanley 박사에 의해 처음 시도되었다. 그 당시 SMPY(Study for Mathematically Precocious Youth)로 불리었던 이 프로그램에서는 SAT-M(Scholastic Aptitude Test-Mathematics)을 활용하여 수학적 재능을 갖춘 예비 고등학교 학생들을 판별해 내려고 시도하였다. 그 이후의 재능탐색 프로그램에서 언어영역을 추가하여 초·중학교 학생들에게 수학 및 언어 영역에서 실시되고 있다(Olszewski-Kubilius & Kulieke, 2008).

재능탐색 프로그램은 영재학생들의 능력을 판별하고, 교육 프로그램을 통한 그들의 재능을 육성하며, 제 자원, 서비스 및 프로그램들에 접근하도록 학교와 가족들을 연계시키는 등 수백만 학생들에게 성공적으로 지원하고 있다(VanTassel-Baska, 1998). 또한 특정한 영역에서 ACT, SAT, EXPLORE와 같은 상급 학년 수준 시험을 실시하여 학생들의 능력 수준, 평가 결과 점수에 근거한 개인별 학생들의 교육적 배치 및 재능발달의 기회를 제공하고 있다(Olszewski-Kubilius & Kulieke, 2008).

상급 학년 수준 시험의 예언타당도는 고득점 학생들의 학업적 성공을 통하여 언급되었다. 상급 학년 수준 시험 점수가 상급 학교에서의 학업성취도와 직업 성공을 위한 예언 타당도를 갖는다는 연구결과가 있었고(Barnett & Durden, 1993; Benbow & Arjmand, 1990; Warne, 2012; Webb, Lubinski, & Benbow, 2002), 재능탐색 프로그램에서 SAT 점수가 상위 1% 백분위를 보이는 학생들이 성인기에서 다양한 형태의 성취를 보였다는 연구 결과도 있었다(Benbow, 1992; Wai, Lubinski & Benbow, 2005; Warne, 2012). 또 재능탐색 중단연구에서

상급 학년 수준 시험(SAT)에서 고득점을 얻은 7학년과 8학년 학생이 상급학교에서 성공적인 성취를 보였으며, 상급 학년 수준 시험 점수가 높은 많은 학생들이 대학에서 높은 성취와 다양한 수상 경험이 있었고, 직업분야에서도 탁월함을 보였다(Swiatek, 2007).

또한 상급 학년 수준 시험은 개별 학생의 인지 능력에 대한 상대적인 강점과 약점을 정확하게 파악할 수 있는데, 어떤 학생이 수학 교과에서 98번째 백분위수를 획득하여 동급 학년의 평균 수준보다 4년 앞선 학업 성취를 보이는 반면, 독서 과목에서는 동급 학년의 평균 수준과 유사한 학업 성취를 보일 수 있다. 이 결과로부터 강점이 있는 과목에 고도로 계획된 속진 교육과정을 적용할 수 있으며 약점이 있는 과목에서는 학업 발달 속도에 적절한 교육 프로그램을 제공할 수 있다(Thomson & Olszewski-Kubilius, 2014).

<표 1> 차별화된 교육 프로그램 제공을 위한 적도점수의 범위

과목별 점수 범위	EXPLORE 점수	ACT 점수	SAT 점수	과목별 점수 범위	EXPLORE 점수	ACT 점수	SAT 점수
독서 'A'범위	1~13	1~21	230~470	수학 'A'범위	1~14	1~17	200~510
독서 'B'범위	14~18	22~27	480~580	수학 'B'범위	15~18	18~23	520~600
독서 'C'범위	19 이상	28 이상	580 이상	수학 'C'범위	19 이상	24 이상	600 이상

Thomson & Olszewski-Kubilius(2014)는 NUMATS(Northwestern Midwest Academic Talent Search)에 참가한 4~5학년 학생들에게 실시한 상급 학년 수준 시험 점수에 따라서 <표 1>과 같이 세 그룹으로 나누어 Treffinger 외(2004)의 수준별 맞춤형 교육 서비스 모형에 적용하여 영재학생들을 위한 차별화된 교육 프로그램 제공을 제안하였다.

'A'범위는 II수준, 'B'범위는 III수준, 'C'범위는 IV수준 프로그램을 제공할 수 있다고 하였다. 맞춤형 프로그램은 학생들의 강점과 재능, 흥미, 잠재력을 고려하는 매우 효율적인 프로그램이다. I수준은 '모든 학생들을 위한 프로그램'으로 기초적인 기술과 수단을 제공하는 것에 초점이 맞추어지고, II수준은 '많은 학생들을 위한 프로그램'으로 학생들의 다양한 흥미를 확인하고 관계를 맺고, III수준은 '일부 학생들을 위한 프로그램'으로 선택된 기회와 요구를 충족하며, IV수준은 '소수 학생들을 위한 프로그램'으로 개별화된 활동과 전문지식으로 성장할 수 있게 한다. 과학고 학생들의 과목별 학업성취도 특성이 면밀히 파악되면, 이러한 형태의 수준별 맞춤형 교육 서비스가 가능하게 된다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 경남 소재의 2개 과학고 신입생 181명을 대상으로 연구를 진행하였다(<표 2> 참조). Olszewski-Kubilius(2008)는 학문 영역에서 상위 5% 이내의 학생이 천장수준에 있다

고 보고 있다. 과학고 신입생들은 중학교에서 수학·과학영역에서 상위 5%이내에 속하는데, 2011학년도와 2012학년도의 경남 소재 과학고 입학전형 요강에서 제시하는 지원 자격에도 이러한 자격기준이 상위 5%로 명시되어 있었다.

<표 2> 연구 대상

집단	구분	남학생	여학생	계
과학고	G과학고 신입생	72	28	100
	C과학고 신입생	60	21	81
	Total	N	49	181
	%	72.9	27.1	100.0

2. 상급 학년 수준 검사 도구 개발

상급 학년 수준 시험 도구를 개발하기 위하여 ‘2013학년도 대학수학능력시험(이후 수능)’의 수리 영역의 수학 ‘나’, 과학탐구 영역의 물리I 및 화학I 과목, 그리고 외국어 영역의 영어 과목에 대한 문항분석을 실시하였다. 이를 바탕으로 과학고에 재직 중인 교과별 전공 교사들에게 2013학년도 수능 동형 검사지 개발을 의뢰하였다.

수능 동형 검사 개발은 [그림 1]과 같은 형태로 2013학년도 수리 ‘나’형의 1번 문항과 11번 문항에 대하여 동형 검사의 문항을 제작하였다. 예시를 제시하면, 수능 1번 문항에서 행렬 $A = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ 을 동형 검사의 문항에서는 행렬 $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ 로 내용 부분만 0에서 1로 변환하여 문항의 개념이 동일하게 하였다. 또한 수능의 11번 문항에서는 함수 $f(x)=x+1$ 에서 $f(x)=x+2$ 로 함수의 절편만 1에서 2로 변환하여 동형 문항을 구성하였으며, 그 외 문항도 마찬가지로 위와 유사한 방식으로 문항의 개념이 동일한 수준에서 동형 문항을 개발하였다.

검사지의 유형은 2013학년도 수능 문제지와 동형성 유지를 위하여 출제 의도, 물리적 의미, 개념 및 난이도에 있어서 문항마다 주어진 일부의 조건만 수정하였다. 다만, 영어 과목은

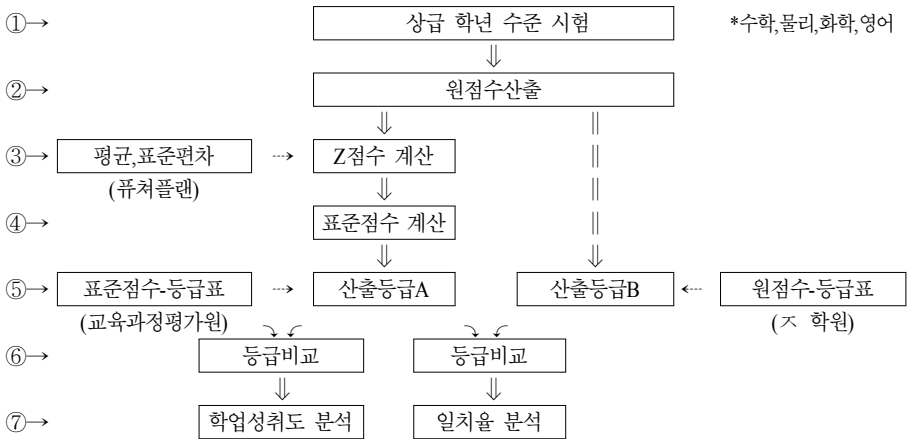
2013학년도 수능 수리 ‘나’형 문항	동형 검사 문항
<p>1. 두 행렬 $A = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$에 대하여 행렬 $2A+B$의 모든 성분의 합은? [2점]</p> <p>① 10 ② 9 ③ 8 ④ 7 ⑤ 6</p>	<p>1. 두 행렬 $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$에 대하여 행렬 $2A+B$의 모든 성분의 합은? [2점]</p> <p>① 10 ② 9 ③ 8 ④ 7 ⑤ 6</p>
<p>11. 함수 $f(x)=x+1$에 대하여</p> $\int_{-1}^1 \{f(x)\}^2 dx = k \left(\int_{-1}^1 f(x) dx \right)^2$ <p>일 때, 상수 k의 값은? [3점]</p> <p>① $\frac{1}{6}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ $\frac{5}{6}$</p>	<p>11. 함수 $f(x)=x+2$에 대하여</p> $\int_{-1}^1 \{f(x)\}^2 dx = k \left(\int_{-1}^1 f(x) dx \right)^2$ <p>일 때, 상수 k의 값은? [3점]</p> <p>① 3 ② $\frac{13}{6}$ ③ $\frac{7}{3}$ ④ $\frac{5}{2}$ ⑤ $\frac{8}{3}$</p>

[그림 1] 수학 교과문의 동형 검사 문항 개발 예시

과목 특성상 동형 검사지를 개발하지 않고 2013학년도 수능 문제지의 듣기 문항을 제외한 읽기 문항 33문항을 변형 없이 채택하였다. 개발된 검사지를 경남 소재 과학고 신입생을 대상으로 2014년 1월 20일부터 2014년 2월 20일 사이에 수능 시험과 동일 시량으로 평가를 실시하였다. 평가 결과의 분석은 검사로부터 얻어진 원점수를 표준점수로 변환하여 분석하였다.

3. 자료 처리

자료 처리에서 점수 변환이 필요하였다. 따라서 수학·과학 검사의 경우에는 결과를 수집하여 원점수를 산출([그림 2]의 ①, ②)하고 원점수를 표준점수인 T점수로 변환한 후 등급을 산출하여 2013학년도 수능대상자와 비교하였다. 상급 학년 수준 시험의 검사결과와 원점수에 대하여 Z점수를 구한 후에 이를 토대로 T점수를 계산할 수 있다(③, ④ 참조). Z점수를 구하기 위해서는 2013학년도 수능 응시자의 교과별 평균과 표준편차 값이 필요한 데, 이 자료는 한국교육과정평가원에서 공개가 되지 않기 때문에 본 연구에서는 대학입시정보업체에서 제공하는 자료를 활용하였다.



[그림 2] 학업성취도 분석 및 자료의 신뢰성-타당성 확보 절차

표준점수 계산에 사용된 평균과 표준편차의 신뢰성을 검증함으로써 연구의 타당성 확보가 가능하다. ⑥에서와 같이 표준점수 계산에 의해 산출된 등급A와 ‘원점수-등급표’에 의해 산출된 등급B를 비교하여 얼마나 일치하는지를 분석하였다. ⑥에서 제시한 절차에 의해서 신뢰성 검증을 해 본 바 전체 등급 724개(4개 교과×181명) 중에서 671개(92.68%)의 등급은 완전히 일치했으나 53개(7.32%)의 등급에서는 한 등급 정도의 수준에서 불일치가 있었다. 전체 등급 분포의 경향성을 이해하는 데 있어서 이 정도의 불일치는 장애가 되지 않으므로 본 연구의 과정에서 타당성을 저해할 정도는 아니라고 판단하고, 상급 학년수준 시험 대상자에 대한 학업성취의 정도를 파악하였다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 과학고 신입생의 학업 성취도의 특성

가. 상급 학년 수준 시험 분석

1) 상급 학년 수준 시험의 원점수

상급 학년 수준 시험의 원점수를 분석한 결과 <표 3>과 같이 수학은 평균 35.96점, 표준편차 12.987이고, 물리는 평균 18.13점, 표준편차 4.607이며, 화학은 평균 21.18점 표준편차가 8.156이었으며 영어의 경우 평균 40.67점 표준편차 15.315였다.

<표 3> 과학고 신입생의 상급 학년 수준 시험 검사 결과

구분	만점	과학고(N=181)				
		최저점	최고점	평균	표준편차	
수학	100	2	68	35.96	12.987	
물리	50	4	36	18.13	7.874	
화학	50	4	43	21.18	8.156	
영어	읽기	67	3	67	26.89	10.269
	보정	100	5	100	40.67	15.315

영어 점수는 읽기 평가만 실시하고 전체 점수는 보정점수를 산출하여 원점수로 활용하였다. 영어 보정점수 산출은 식 (3)의 공식을 활용하였다. 영어 보정 점수는 식 (4)와 같이 읽기 평가 원점수에 듣기 평가 총점(33점)을 읽기평가 총점(67점)으로 나눈 값을 곱하여 듣기평가의 추정점수를 산출한 다음에 다시 읽기평가 원점수를 더하는 방식으로 구한다. 영어보정점수는 읽기 평가 원점수를 토대로 듣기 추정 점수를 구하여 합산하는 방식으로 구할 수 있다. 듣기 추정 점수는 비례식 (1)에 의해서 유도될 수 있다.

$$\text{읽기평가총점} : \text{듣기평가총점} = \text{읽기평가원점수}(x) : \text{듣기추정점수}(y) \tag{1}$$

여기서, 영어 평가의 만점은 100점이며 이 중 읽기 평가 총점은 67점이다. 따라서 식 (1)에서 듣기 평가 총점은 33점이 된다. 읽기 평가 원점수는 상급 학년 수준 시험을 통해서 개별 학생이 취득한 점수이다.

$$\text{듣기추정점수}(y) = \text{읽기평가원점수}(x) \times \frac{\text{듣기평가총점}}{\text{읽기평가총점}} \tag{2}$$

영어 보정 점수는 읽기 평가 원점수를 토대로 듣기 추정 점수를 산출한 다음에 이를 다시 읽기 평가 원점수에 더하여 변환한 점수이다. 식 (3)는 영어 보정 점수를 구하는 식이다.

$$\text{영어보정점수}(z) = \text{읽기평가원점수}(x) + \text{듣기추정점수}(y) \tag{3}$$

식 (2)에서 구한 듣기 추정 점수를 식 (3)에 대입하여 정리하면 식 (4)과 같다.

$$\text{영어 보정점수} = \text{읽기 평가원점수} \times \left(1 + \frac{\text{듣기평가총점}}{\text{읽기평가총점}} \right) \quad (4)$$

영어 교과 점수에서 최저점과 최고점의 점수 범위가 타 교과에 비해 가장 크게 나타났고, 표준편차에서도 타 교과에 비해 가장 큰 값을 가진 것으로 나타났다. 이 결과는 과학고 신입생들의 학업성취도에 있어서 개인차이가 영어 교과에서 타 교과보다는 두드러졌다.

2) 표준점수 산출

표준점수는 수능 결과를 공표하는 유일한 모집단의 객관적 지표로 수능의 등급을 구분하는 점수로 사용할 수 있다. 본 연구에서는 표준점수를 산출¹⁾하여 과학고 신입생의 상급 학년 수준 시험 결과와 규준집단의 성취도를 비교하였다. 규준집단은 2013년도 수능 대상자이

<표 4> 상급 성취 수준 시험에 대한 과학고 신입생의 표준점수(T) 및 교과별 빈도수(명)

T	수학	물리	화학	영어	T	수학	물리	화학	영어	T	수학	물리	화학	영어	T	수학	물리	화학	영어
33	.	.	3	.	55	.	4	.	.	80	1	.	.	.	101	.	.	.	3
35	.	.	3	.	56	.	3	2	.	81	5	.	.	10	102	8	.	.	3
36	.	6	5	.	57	.	4	3	1	82	14	.	.	.	104	6	.	.	1
37	.	2	3	.	58	.	.	6	.	83	7	.	.	.	105	4	.	.	1
38	.	5	7	.	59	.	5	2	.	84	6	.	.	5	106	4	.	.	.
39	.	5	6	.	60	.	7	1	2	85	5	.	.	3	107	1	.	.	1
40	.	10	13	.	61	.	4	2	.	86	13	.	.	.	108	2	.	.	1
41	.	9	7	.	63	.	.	1	6	87	4	.	.	12	109	1	.	.	.
42	.	11	8	.	64	1	.	.	2	88	5	.	.	5	110	2	.	.	.
43	.	5	15	.	66	.	.	.	8	89	1	.	.	7	111	4	.	.	1
44	.	26	11	.	67	.	.	.	2	90	10	.	.	9	112	1	.	.	.
45	.	6	7	.	69	.	.	.	12	91	5	.	.	.	114	1	.	.	1
46	.	6	9	.	70	1	.	.	3	92	2	.	.	10	116	1	.	.	.
47	.	13	20	.	72	1	.	.	13	93	7	.	.	4	117	1	.	.	.
48	.	19	12	2	73	.	.	.	5	94	13	.	.	.	120	.	.	.	1
49	.	8	6	.	74	7	.	.	.	95	.	.	.	4	122	.	.	.	1
50	.	8	4	.	75	1	.	.	7	96	8	.	.	5	123	.	.	.	1
51	.	4	6	.	76	2	.	.	2	97	3	.	.	.	128	.	.	.	1
52	.	6	6	.	77	2	.	.	.	98	8	.	.	4	135	.	.	.	1
53	.	4	2	.	78	4	.	.	12	99	4	.	.	4	141	.	.	.	1
54	.	1	11	.	79	2	.	.	4	100	3	.	.	.	계	181	181	181	181

1) 원점수를 표준점수로 변환하는 과정은 먼저 Z점수를 산출한다. Z점수는 '(수험생의 원점수 - 수험생이 속한 집단의 평균) / 수험생이 속한 집단의 표준편차'에 의해서 산출된다. 다음으로 표준점수를 구한다. 표준점수는 Z점수를 활용한 T점수 계산방식과 유사하다. 즉 '(표준점수)=(Z점수)×(해당 영역의 표준편차)+(평균)'에 의해서 계산된 값이다. 이때 Z점수를 표준점수로 변환하는 과정에서 적용되는 평균과 표준편차의 값에는 교과 영역별로 약간의 차이가 있다. 언어, 수학, 외국어(영어) 영역: 평균 100, 표준편차 20 사회/과학/직업탐구, 제2외국어/한문 영역: 평균 50, 표준편차 10을 각각 적용한다. 가령 과학탐구 영역 생물II에서 원점수 38점(원점수 평균 19.1, 표준편차 9.2)을 받은 수험생의 경우 Z점수는 2.054=[(38-19.1)/9.2], 표준점수는 70.54=[2.054×10+50]가 되는데, 이를 소수 첫째자리에서 반올림하여 71점을 최종 표준점수로 사용한다.

며, 규준 점수는 2013년도 수능 등급이고, 이와 비교하여 과학고 신입생의 점수 등급의 수준을 분석하였다. 2013년도 대학수학능력 평가 추정 평균과 표준편차는 다음과 같다. 수학($M=47.50, SD=25.00$), 물리($M=22.50, SD=12.50$), 화학($M=26.92, SD=12.82$), 영어($M=58.16, SD=20.41$)였다. 과학고 신입생들의 표준점수와 이에 해당하는 교과별 빈도수를 <표 4>에 제시하였다.

나. 과학고 신입생의 학업성취도 특성

1) 과학고 신입생의 교과별 학업성취도 분석

교육부는 2013학년도 수능 결과에 대한 영역-과목별 등급표를 발표하는데 이 점수들이 등급을 구분하는 표준점수의 하한 값에 해당하고(<표 5>참조), 이 값을 과학고 신입생들의 표준점수와 비교하여 상급 학년 수준의 정도를 판단하였다.

<표 5>의 점수를 참조하여 2014학년도 과학고 신입생의 표준점수 구간에서 해당 등급에 해당하는 학생 수를 교과별로 정리하였다(<표 6> 참조). 등급별 누적비율을 보면 수학, 물리, 화학 영역에서 과학고 신입생의 50%이상이 5등급 이내에 위치하고 있으나, 영어 영역은 19.3%의 학생만이 5등급 이내에 있다. 즉, 수학 교과는 4~9등급, 물리 과목은 3~9등급, 화학 과목은 2~9등급, 그리고 영어 교과는 1~9등급까지 분포하고 있다. 그러므로 영어 교과는 수학·과학 교과에 비해 상대적으로 상급 학년 수준의 정도가 낮긴 하지만 상위 1·2등급 학생도 있었다.

또한 과목별 최고등급과 해당하는 학생 수를 보면, 수학은 4등급 22명, 물리는 3등급 16명, 화학은 2등급 1명, 영어는 1등급 2명이 분포되어 있었다. 영어 교과에서 학업성취도의 개인차이가 많이 나타났고, 다음으로 화학, 물리, 수학 순으로 격차가 나타났다. 학력격차가 많이 날수록 이질집단 정도가 크다는 것을 의미하므로 학생 개인의 학업성취도를 정확하게 측정하여 학생 개인의 교육적 요구가 고려된 교육 프로그램이 제공되어야 할 것이다.

<표 5> 2013학년도 대학수학능력시험 영역-과목별 등급

등급	수리('나'형)		물리 I		화학 I		외국어(영어)	
	등급구분 점수	비율 (%)	등급구분 점수	비율 (%)	등급구분 점수	비율 (%)	등급구분 점수	비율 (%)
1등급	136	4.94	67	7.29	65	5.63	134	4.06
2등급	127	7.65	65	4.83	63	6.38	126	8.08
3등급	118	10.74	59	12.49	59	14.34	117	11.14
4등급	105	17.58	51	16.25	55	14.75	106	17.92
5등급	90	20.16	45	20.82	46	20.14	94	20.44
6등급	81	18.56	42	15.94	41	16.24	83	15.38
7등급	76	10.75	38	17.12	37	13.13	74	12.14
8등급	72	6.52	37	1.47	34	6.80	66	7.25
9등급	72 미만	3.13	37 미만	3.80	34 미만	2.58	66 미만	3.50

과학고 신입생들의 상급 학년 수준 시험에 대한 교과별 학업성취도를 살펴본 결과는 <표 6>과 같다.

<표 6> 과학고 신입생들의 학업성취도 분포

등급	수학			물리			화학			영어		
	빈도 (개)	비율 (%)	누적 (%)	빈도 (개)	비율 (%)	누적 (%)	빈도 (개)	비율 (%)	누적 (%)	빈도 (개)	비율 (%)	누적 (%)
1등급	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.1	1.1
2등급	0	0	0	0	0	0	1	0.6	0.6	1	0.6	1.7
3등급	0	0	0	16	8.8	8.8	5	2.8	3.3	3	1.7	3.3
4등급	22	12.2	12.2	26	14.4	23.2	11	6.1	9.4	4	2.2	5.5
5등급	77	42.5	54.7	60	33.1	56.4	76	42	51.4	25	13.6	19.3
6등급	60	33.1	87.8	42	23.2	79.6	48	26.5	77.9	55	30.4	49.7
7등급	11	6.1	93.9	29	16	95.6	29	16	93.9	35	19.3	69.1
8등급	9	5	98.9	2	1.1	96.7	8	4.4	98.3	43	23.8	92.8
9등급	2	1.1	100	6	3.3	100	3	1.7	100	13	7.2	100
합계	181	100		181	100		181	100		181	100	

수학 교과는 상위 12%가 4등급 이내이고, 전체의 54.7%가 5등급 이내에 있고, 상위 5%인 9명에 대한 표준점수는 4등급에 속하는 110점부터 117점까지가 분포하고 있어 최상위권 학생들의 개인차도 확인할 수 있었다. 물리 과목은 8.8%가 3등급이고, 3·4등급이 상위 23.2%에 해당되며, 56.4%가 수능 5등급 이내에 있음을 알 수 있었다. 또한 상위 5%인 9명에 대한 표준점수는 60점과 61점에 분포하고 있었다. 화학 과목은 2등급이 0.6%인 1명, 3등급이 2.8%인 5명, 4등급이 6.1%인 11명이고, 5등급이 42%인 76명이 분포하고 있으며, 51.4%가 5등급 이내에 분포하고 있었다. 상위 5%에 해당하는 학생들의 표준점수는 58점부터 63점까지 분포하고 있으므로 학생들 간의 점수 변별이 많이 나타나 개인차가 많이 나타났다.

영어 교과는 19.3%만이 5등급 이내에 있었고 수학·과학교과에 비해 낮은 학업성취도의 특성을 보이고 있으나 상위 5% 학생들은 오히려 높은 학업성취도를 특성을 보이고 있었다. 특히 상위 5% 학생들의 학업성취도 개인차가 두드러졌다.

2) 과학고 신입생 학업성취도 특성에 따른 수준별 프로그램 모형 적용

과학고 신입생들의 학업성취도는 상급 학년 수준 시험을 실시한 모든 교과에서 개인차가 많이 발생하고 있음을 알 수 있었다. 일반적으로 특수목적고등학교인 과학고가 학력이 있어서 학생들 간의 개인 차이가 적은 동질집단으로 알고 있으나 연구결과에서는 학생들 간의 개인 차이가 많이 나는 이질집단으로 나타났다.

그 원인은 여러 가지가 있겠으나 과학고 입시제도의 변화를 하나의 원인으로 볼 수 있다. 과거 지필고사 방식에 의한 입시제도에서는 학생들이 합격을 위해서 교과 내용에만 한정하여 학습할 수밖에 없으며 관심 있는 분야에서 교과 내용을 벗어나 전문가 수준으로서의 경험을 할 수 없는 상황이었다. 그러나 새로운 입시제도인 ‘자기주도학습 전형’에서는 창의력

과 잠재력이 뛰어난 학생을 선발하므로 학습 능력에 있어서 학습의 천장을 제거한 것과 같이 상위권 학생들의 학업성취가 중학교 과정의 천장을 넘어 성장된 것으로 판단된다. 또한 사회적 배려 대상자의 선발도 학업성취도에서 개인차가 발생한 하나의 요인으로 볼 수 있다. 따라서 학생들의 능력 수준별로 선택적 교육프로그램을 제공할 필요가 있다.

Lupkowski-Shoplic 외(2003)는 상급 학년 수준 시험 결과에 따라 하위 점수를 획득한 영재학생은 심화교육을 위주로 하는 범위 A, 중간 점수 획득 영재는 심화와 속진을 병행하는 범위 B, 상위 점수 획득 영재는 속진교육 위주의 범위 C의 교육 프로그램을 제공하는 교육적 선택 피라미드를 제시하였다. Thomson과 Olszewski-Kubilius(2014)는 4~5학년 학생들에게 실시한 상급 학년 수준 시험 점수로 세 그룹으로 나누고 Treffinger 외(2004)의 수준별 맞춤형 교육 서비스 모델에 적용하여 영재학생들을 위한 차별화된 프로그램 제공을 제안하였다.

과학교 신입생들에게도 상급 학년 수준 시험 결과 또는 적성과 희망, 그리고 개인별 교육적 요구에 따라서 세 그룹으로 나누어 수준별 교육 서비스를 제공할 수 있게 된다. 여기서 세 그룹으로 나누는 기준은 특별히 정해져 있는 것은 아니며, 상급 학년 수준 시험결과와 적성,희망 등의 개별 교육적 요구를 총체적으로 고려하여 결정할 수 있을 것이다. 다만, 상급 학년 수준 시험 점수만 활용하여 수준별 맞춤형 교육 서비스를 제공하기 위하여 세 그룹으로 분류한다면 <표 7>과 같이 분류할 수 있다.

<표 7> 과학교 신입생들의 학업성취도 특성에 따른 수준별 분류

교과	A	B	C
수학	7~9등급	5~6등급	4등급
물리	7~9등급	5~6등급	3~4등급
화학	7~9등급	5~6등급	2~4등급
영어	8~9등급	5~7등급	1~4등급

수준 I. 모든 학생들을 위한 프로그램: 수업시간에 설명한 개념을 자신이 이해했는지 진단. 학생은 각 장의 내용을 구두로 요약해 설명할 수 있다. 보고서 제출 · 그림 · 도표의 형식으로 자신의 이해 정도를 증명할 수 있다.

수준 II. 많은 학생들을 위한 프로그램: 교내외 발명품 경진대회 · 과학전람회 · 탐구실험대회 · 탐구토론대회 · 수학과학경시대회 · 동아리발표대회 등에 참가한다. 학생들의 장점, 흥미, 그리고 지적 호기심을 발견하고 계발할 수 있도록 안내한다.

수준 III. 일부 학생들을 위한 프로그램: 도규모 발명품경진대회 · 과학전람회 · 탐구실험대회 · 탐구토론대회 · 수학,과학경시대회 · 동아리발표대회, R&E 수행

수준 IV. 소수 학생들을 위한 프로그램
 전국발명품경진대회, 전국과학전람회, R&E경진대회, 조기입학, 조기졸업, 멘토십, 개별조사연구, 연구프로젝트, 국제올림피아드, 국제경진대회 등

[그림 3] 과학교등학교의 수준별 맞춤형 교육 서비스 모형

과학고에서 진행되고 있는 각종 교육 프로그램을 Treffinger 외(2004)의 수준별 맞춤형 서비스 모형에 적용하여 [그림3]과 같이 나타낼 수 있다. 수준 I은 학교의 ‘모든 학생에게 적용되는 교육 프로그램’으로 정규 수업시간, 수준 II는 적성과 희망에 따라서 많은 학생들에게 제공되는 ‘심화교육 프로그램’으로 <표 7>의 A그룹과 연계할 수 있다. 수준 III은 ‘심화교육과 속진교육이 병행’된 것으로 학생의 적성과 희망 및 능력에 따라서 일부 학생들에게 제공되는 프로그램으로서 B그룹과 연계할 수 있다. 수준 IV는 ‘속진교육 프로그램’으로 C그룹에 속하는 소수학생들에게 제공될 수 있다.

2. 과목 내 단원별 학업성취도 특성

가. 수학 교과와 단원별 학업성취도 특성

과학고 신입생들의 수학 교과에 대한 단원별 학업성취도 특성은 <표 8>과 같다. 수학I 과목의 단원별 학업성취도의 평균점수 백분율을 보면 ‘행렬’ 58.06%, ‘지수와 로그 함수’ 46.47%, ‘수열’ 39.08%, 그리고 ‘수열의 극한’이 34.36%였다. 그러므로 과학고 신입생들은 수학I 과목의 ‘행렬’ 단원의 학업성취도가 높고, ‘수열의 극한’ 단원의 학업성취도가 낮게 나타났다. 미적분과 통계 과목에서는 ‘함수의 극한과 연속성’ 60.44%이고, ‘다항함수의 미분법’ 37.13%, ‘다항함수의 적분법’ 25.26%, ‘확률’ 24.14%, 그리고 ‘통계’가 21.27%였다. 미적분과 통계 과목에서 학업성취도 가장 높은 단원은 ‘함수의 극한과 연속성’이고, 학업성취도가 가장 낮은 단원은 ‘통계’ 단원임을 알 수 있었다.

<표 8> 수학 교과와 단원별 학업성취도 특성

단원	구분	문항수 (20)	문항총점 (100)	최대값	평균점수	평균점수 백분율(%)	표준편차
행렬		4	12	12	6.97	58.06	3.437
지수함수와 로그함수		3	9	9	4.18	46.47	1.718
수열		5	18	11	4.30	39.08	3.042
수열의 극한		3	10	10	3.44	34.36	2.524
함수의 극한과 연속성		3	10	10	6.04	60.44	2.990
다항함수의 미분법		4	15	15	5.57	37.13	3.520
다항함수의 적분법		2	7	7	1.77	25.26	2.074
확률		3	10	10	2.41	24.14	2.324
통계		3	9	6	1.28	21.27	1.677

학생 개인에 대한 학업성취도를 진단하고 학업에 대한 강점과 약점을 분석하여 처방적인 교육 프로그램을 제공하려면 교과별 원점수와 표준점수를 분석하여 과목간의 강점과 약점을 알아낼 수 있으며, 과목 내 단원별 문항 정보표에 의하여 특정 과목 내에서의 단원에 대한 학업성취를 정확하게 분석하여 구체적인 강점과 약점을 진단할 수 있다. <표 9>는 A학생의 수학 과목 단원별 학업성취도 특성을 나타낸 것이다. A학생의 경우, 행렬, 함수의 극한과 연속성, 다항함수의 적분법, 단원에서는 매우 높은 학업성취를 보이고 있으며, 통계 단원에서는 매우 낮은 학업성취를 보이고 있다.

<표 9> 'A'학생의 수학 교과 단원별 학업성취도 특성

과목	단원	구분	문항수	배점	원점수	백분율(%)
수학I	행렬		4	12	12	100.0
	지수함수와 로그함수		3	9	5	55.6
	수열		5	18	7	38.9
	수열의 극한		3	10	6	60.0
	소 계		15	49	30	61.2
미적분과 통계	함수의 극한과 연속성		3	10	10	100.0
	다항함수의 미분법		4	15	15	100.0
	다항함수의 적분법		2	7	3	42.9
	확률		3	10	3	30.0
	통계		3	9	0	0.0
	소 계		15	51	31	60.8
	합 계		30	100	61	61.0

나. 물리 과목의 단원별 학업성취도 특성

물리 과목의 단원별 학업성취도 특성은 <표 10>과 같다. 단원별 평균점수 백분율은 ‘힘과 에너지’ 43.12%, ‘전기와 자기’ 33.67%, ‘파동과 입자’ 25.46%로 나타났다. 과학고 신입생들이 물리 과목을 대체로 어려워하고 있음을 알 수 있었다. ‘힘과 에너지’ 단원은 초등학교와 중학교 과정의 과학교과에서 반복하여 다루어진 학습내용의 단원이고, 우리 생활 속에서 눈으로 관찰할 수 있는 내용으로 구성된 단원이므로 학업성취도가 다른 단원보다 높은 것으로 판단된다. 또한 ‘힘과 에너지’ 단원의 학업성취도가 높으나, 표준편차가 4.641로 다른 단원보다 높아 학생들 간의 성취도 차이가 큰 것을 알 수 있었다. 그리고 파동과 입자의 단원은 초등학교와 중학교 과정에서 학습 기회가 상대적으로 적어 단원 내용에 대한 기본적인 개념이 덜 형성된 것으로 판단된다.

<표 10> 물리 과목의 단원별 학업성취도 특성

단원	구분	문항수 (20)	문항총점 (50)	최대값	평균점수	평균점수 백분율(%)	표준편차
힘과 에너지		10	25	21	10.78	43.12	4.641
전기와 자기		5	12	12	4.04	33.67	2.903
파동과 입자		5	13	13	3.31	25.46	2.990

다. 화학 과목의 단원별 학업성취도 특성

화학 과목의 단원별 학업성취도 특성은 <표 11>과 같다. 단원별 평균 점수 백분율이 ‘물’ 38.46%, ‘공기’ 41.66%, ‘금속’ 42.31%, ‘탄소화합물’ 44.20%, 그리고 ‘생활 속의 화합물’ 50.36%이었다. 그러므로 ‘생활 속의 화합물’ 단원에서 학업성취도가 가장 높았고, ‘공기’ 단원에서 학업성취도가 가장 낮게 나타났다. ‘생활 속의 화합물’ 단원의 소단원은 ‘비누와 합성 세제’, ‘우리 생활과 의약품’, ‘화학이 해결해야 할 과제’로 구성되어 있다. 단원의 제목에

서와 같이 우리 생활 속에서 밀접하게 연관이 되어 있는 내용들로 구성되어 있어, 사전에 단원에 대한 개념이 상당 부분 형성되어 있어서 학업성취도가 높게 나타난 것으로 보인다. ‘공기’ 단원의 소단원은 ‘공기의 성분과 이용’, ‘기체의 성질’, ‘공기의 오염과 그 대책’으로 구성되어 있으며, ‘공기’ 단원에서 상급 학년 수준 시험지의 문항은 ‘기체의 성질’ 소단원에서 4문항이 출제되었고, 그 4문항의 난이도가 0.25~0.59 값으로 다른 단원보다 다소 낮게 나타났다. 이것은 과학고 신입생들의 개념 형성에 있어서 이상기체방정식의 개념이 덜 형성되어 있거나 오개념이 형성되어 있기 때문에 ‘공기’ 단원에서 학업성취도가 낮게 나타난 것으로 판단된다.

<표 11> 화학 과목의 단원별 학업성취도 특성

단원	구분	문항수 (20)	문항총점 (50)	최대값	평균점수	평균점수 백분율(%)	표준편차
물		5	13	13	5.00	38.46	2.821
공기		6	15	15	6.25	41.66	3.488
금속		5	12	12	5.08	42.31	2.776
탄소화합물		1	3	3	1.33	44.20	1.494
생활 속의 화합물		3	7	7	3.52	50.36	2.002

라. 영어 교과 내용영역별 학업성취도 특성

영어 교과의 수능은 타 교과와 같이 과목과 단원이 명확하게 구분되어 있지 않고, 내용영역 중에서 듣기와 말하기 영역은 출제가 되지 않아 제외하고, 읽기와 쓰기 영역에 대하여 분석하였다. 영어 교과의 내용영역별 학업성취도 특성은 <표 12>와 같다.

<표 12> 영어 교과 내용영역별 학업성취도 특성

영역	구분	문항수 (33)	문항총점수 (67)	최대값	평균점수	평균점수 백분율(%)	표준편차
읽기	논설문	5	10	10	4.32	43.20	2.734
	설명문	15	30	30	10.28	34.25	5.063
	문학	5	10	10	6.51	65.08	2.609
	실용문	1	1	1	0.98	97.75	0.149
쓰기	문장	1	3	3	0.65	21.55	1.237
	문단	6	13	13	4.18	32.13	2.895

내용 영역별 평균점수 백분율을 보면, 읽기 영역에서 ‘논설문’ 43.20%, ‘설명문’ 34.25%, ‘문학’ 65.08%, ‘실용문’ 97.75%이었고, 쓰기 영역에서 ‘문장’ 21.55%, ‘문단’ 32.13%였다. 전체적으로 읽기 영역의 학업성취도가 쓰기 영역보다 높게 나타났다. 읽기 영역에서는 ‘실용문’ 영역의 학업성취도가 높고, ‘설명문’ 영역에서 낮은 것을 알 수 있다. 쓰기 영역에서는 문단 영역의 학업성취도가 낮은 편인데도, 문장 영역의 학업성취도는 더욱 낮게 나타났다.

V. 결 론

본 연구는 특수 학문 적성이 높은 과학고 신입생들을 대상으로 상급 학년 수준 시험을 활용하여 천장효과를 배제한 최대 학업 성취도를 파악하려는 것이다. 상급 학년 수준 시험으로 2013년 대학수학능력시험과 유사한 동형의 검사지를 개발하여 과학고 신입생들에게 실시하고 일반고등학교 3학년 학생들을 준거집단으로 하여 비교하였다. 또한 과목 내 단위별 강점과 약점을 도출하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 과학고 신입생들의 수학·과학 교과 학업성취도는 응시생 전체의 50% 이상 학생들이 수능 5등급 이내에 위치하고 있어 고등학교 3학년생들의 평균 점수 수준까지 발달해 있음을 알 수가 있었다. 반면에, 영어 교과의 경우에는 19.3% 미만의 학생들이 5등급 이내의 성적을 나타내어 수학이나 과학보다는 상대적으로 낮은 학업성취도를 나타내었다. 이를 볼 때, 과학고 신입생들은 영어 교과보다는 수학이나 과학 교과의 학업성취도가 상대적으로 더 우수함을 알 수 있는데, 이는 과학고의 학생 선발제도가 과학고의 설립 취지 및 목적과 잘 부합하고 있음을 시사하는 것으로 볼 수 있다. 또한 과학고에서 영어로 수업을 진행하는 것에 조심스럽게 접근해야 할 필요성이 있음을 알 수 있다.

한편, 과학고 신입생들의 성취도 평균이 5등급 정도이지만 최고치와 최저치의 학업성취도 편차는 매우 격심한 것을 볼 수 있었다. 이는 수학이나 과학 교과에서 우수한 학생들을 선발하였더라도 그들 간에 심각한 개인차가 나타나는 것은 현재의 과학고 입시제도가 자기 주도 학습 전형으로 바뀐 데서 부분적으로 기인한다고 볼 수 있다. 이 새로운 입시제도는 특정 교과의 학업 성적만으로 학생을 선발하는 것이 아니며, 특히 학원이나 개인과의 등을 통해 과도한 선행학습을 한 학생들을 우선적으로 선발하려는 것도 아니다. 오히려 학생들이 일정한 수준 이상의 학업성취도를 보이는 경우에는, 평소의 학습 습관이나 태도, 창의성, 의사소통 능력이나 동기 유발 등 교과 이외의 특성을 적극적으로 반영하는 방식이다. 그런 만큼 선행 학습 경험이 부족한 학생들의 경우에는 상급 학년 수준의 시험에서 낮은 학업성취도를 나타낼 수도 있다.

그러므로, 향후 과학고는 자기주도적으로 학습할 의지와 잠재력을 지닌 학생들로 하여금 고교 교육과정을 성공적으로 이수할 수 있도록 개인별 맞춤형 차별화 학습 기회를 적극적으로 개발하여 적용할 필요가 있을 것이다.

둘째, 과학고 신입생들의 과목 내 단위별 학업성취도 특성을 분석한 결과, 동일 과목이라 하더라도 하위 단위 학습의 내용에 따라 학업성취도의 편차가 크게 나타났다. 이는 곧 개인별 맞춤형 차별화 학습 경험을 제공하는 것이 과목 차원이 아니라 과목 내 단위 학습 수준에서 설계되어야 한다는 것을 의미한다. 구체적으로, 수학의 경우 ‘행렬’ 단위의 학업성취도가 높은 반면 ‘수열’ 단위의 학업취도는 낮게 나타났다. 미적분과 통계 과목에서 ‘함수의 극한과 연속성’ 단위의 학업성취도가 높았으며, 상대적으로 ‘통계’ 단위의 성적이 가장 낮았다. 물리 과목에서는 ‘전기와 자기’ 단위가 중간 수준, ‘파동과 입자’ 단위가 하위 수준의 학업성취도를 나타내었다. 화학 과목에서는 ‘생활 속의 화합물’ 단위의 학업성취도가 높았으며, ‘공

기' 단원의 학업성취도가 가장 낮았다. 영어 교과에서는 읽기 영역의 '실용문'에서 학업성취도가 매우 높았으며, 쓰기 영역의 '문장'에서 학업성취도가 매우 낮았다.

이와 같이 과학고 신입생들은 과목 간에도 상당한 개인차를 나타내었지만, 동일 과목 내에서도 뚜렷한 학습 개인차를 드러내었다. 따라서 과학고 진학 이후의 교과과정 운영에 있어서는 과목별은 물론이고 단원별 차별화 학습 기회를 부여하는 노력도 적극 요구된다. 그러나 본 연구에서 영어 교과에서 실제로 듣기평가를 실시하지 못하고 보정점수를 사용한 것과 국가수준의 수학능력시험에 대한 자료를 얻을 수 없었다는 점, 그리고 전국의 20개 과학고를 대상으로 하지 못하고, 경남지역의 일부 과학고의 신입생만 대상으로 해서 연구를 수행한 점은 본 연구의 제한점이라 할 수 있으며, 학생들의 학업에서의 천장효과에 대한 원인 에 대한 것은 후속연구로 제안하고자 한다.

하지만 이러한 연구의 한계에도 불구하고 결론적으로 상급 학년 수준의 시험은 특정 교과에서 천장효과를 나타내는 우수 학습자 집단의 학업성취도를 진단하고 평가함에 있어서 적절한 접근 방법이라는 점을 입증하였으며, 동시에 천장효과에 근접한 학습자들의 명백한 학습 개인차의 존재를 확인한 만큼 그에 적합한 최적의 학습 기회를 설계·제공하는 노력이 바람직하다는 것을 알 수 있었다. 따라서 향후 과학고들은 수학이나 과학 교과에서 발견되는 신입생들의 현격한 학습 개인차에 주목하여 과목·단원 수준에서 보다 적극적인 맞춤형 개별화 지도에 노력해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 안도희 · 홍아정 · 조석희(2011). 과학고 졸업생들의 과거와 현재: 과학고 학업성취수준에 따른 전문 과학분야의 성취 비교. **영재교육연구**, 21(3), 631-658.
- 조석희 · 오영주(1997). **영재교육정책**. 서울: 한국교육개발원.
- 한종하(1986). **과학영재교육의 이론적 기저**. 영재교육에 관한 학술세미나. 서울: 한국교육개발원.
- Achter, J. A., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (1996). Multi potentiality among the intellectually gifted: "It was never there and already it's vanishing." *Journal of Counseling Psychology*, 43, 65-76.
- Assouline, S. G., & Lupkowski-Shoplik, A. (2012). The talent search model of gifted identification. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 30(1), 45-49.
- Barnett, L. B., & Durden, W. G. (1993). Education patterns of academically talented youth. *Gifted Child Quarterly*, 37, 161-168.
- Benbow, C. P., & Arjmand, O. (1990). Predictors of high academic achievement in mathematics and science by mathematically talented students: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 82, 430-441.
- Lohman, D. F., & Korb, K. A. (2006). Gifted today but not tomorrow? Longitudinal changes

- in ability and achievement during elementary school. *Journal for the Education of the Gifted*, 29, 451-484.
- Lubinski, D., Webb, R. M., Morelock, M. J., & Benbow, C. P. (2001). Top 1 in 20,000: A 10 year follow-up of the profoundly gifted. *Journal of Applied Psychology*, 85, 718-729.
- Lupkowski-Shoplik, A., Benbow, C. P., Assoulin, S. G., & Brody, L. E. (2003). Talent searches: Meeting the needs of academically talented youth. In Colangelo, N., & Davis, G. A. (Eds.). *Handbook of Gifted Education* (3rd ed.) (pp. 204-218). Boston: Allyn & Bacon.
- Minnema, J., Thurlow, M., Bielinski, J., & Scott, J. (2000). *Past and present understandings of out-of-level testing: A research synthesis*. Out-of-level testing report 1. (ERIC Document Reproduction Service No. ED446409)
- Olszewski-Kubilius, P., & Kulieke, M. J. (2008). Using off-level testing and assessment for gifted and talented students. In VanTassel-Baska, L. J.(Ed.). *Alternative assessments with gifted and talented students* (pp. 89-106). Waco, TX: Pruforck Press.
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1985). *The schoolwide enrichment model: A comprehensive plan for educational excellence*. Mounsfieled Center, CT: Creative Learning Press Inc.
- Stanley, J. C. (1976). The case for extreme educational acceleration of intellectually brilliant youths. *Gifted Child Quarterly*, 20, 66-75.
- Stanley, J. C. (1996). In the beginning: The study fo mathematically precocious youth. In Benbow, C. P., & Lubinski, D. (Eds.) *Intellectual talent: Psychometric and social issues* (pp. 225-235). Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Stanley, J. C., & Benbow, C. P. (1981-1982). Using the SAT to find intellectually talented seventh graders. *College Board Review*, 122, 2-7, 26-27.
- Swiatek, M. A. (2007). The talent search model: Past, present, and future. *Gifted Child Quarterly*, 51(4), 320-329.
- Thomson, D., & Olszewski-Kubilius, P. (2014). The increasingly important role of off-level testing in the context of the talent development perspective. *Gifted Child Today*, 37(1), 33-40.
- Treffinger, D. J., Young, G. C., Nassab, C. A., & Wittig, C. V. (2004). *Enhancing & expanding gifted programs - The levels of service approach*. Waco, TX: Pruforck Press.
- VanTassel-Baska, J. (1986). The use of aptitude tests for identifying the gifted: The talent search concept. *Roeper Review*, 8, 185-189.
- VanTassel-Baska, J. (1998). Key issues and problems in secondary programming. In VanTassel-Baska, J. (Ed.), *Excellence in educating gifted and talented learners* (3rd Ed.)(pp241-259). Denver: Love.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2005). Creativity and occupational accomplishments

among intellectually precocious youths: An age 13 to 33 longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 97, 484-492.

Warne, R. T. (2012). History and development of above-level testing of the gifted. *Roeper Review*, 34, 183-193.

Webb, R. M., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2002). Mathematically facile adolescents with math-science aspirations: New perspectives on their educational and vocational development. *Journal of Educational Psychology*, 94, 785-794.

= Abstract =

Analysis of academic achievements on above-level testing of newly entering students in science specialized high schools

Ahn, Tae Hwan

Gimhae Bunseong Girls' High School

Park, Kyung Hee

Kyungnam University

This study analyzed the academic achievements on above-level testing of mathematics, physics, chemistry, and English in newly entering students of science specialized high schools. It can be expected that newly students of science high specialized schools have reached ceiling level in the middle school mathematics and science academic scores. Above-level testing(or off-level testing) is a test tool used to evaluate student's ability which are above-grade level. In this study, above-level testing tools were used to develop the same type examination paper of the 2013 Korean College Scholastic Ability Test(CSAT) in mathematics, physics, chemistry, and English. The conclusions of this study were as follow: First, the academic achievement level of science specialized high school freshmen were higher the average level of general high school senior because that over 50% of them are within the 5 grade of CSAT in mathematics, physics, and chemistry. In English, 19.3% science specialized high school freshmen have reached within the 5 grade of CSAT. Second, as a result of examining characteristics of academic achievement with respect to units of subjects, in mathematics, it was showed that the academic achievement of 'continuity and limit of a function' unit was higher, 'statistics' unit was lower. In physics, the academic achievement of 'Electricity and Magnetism' unit was higher, 'Waves and particles' unit was lower. In chemistry, the academic achievement of 'compounds in life' unit was higher, 'Air' unit was lower. In English, the academic achievement of 'practical sentence' of reading area was higher, 'Sentence' of writing area was lower.

In conclusion, above-level testing provided a good strategy for identifying and determining appropriate programming interventions for gifted students who are two or more grade levels above their age-mates in achievements, aptitude, or ability.

Key Words: ceiling effect, above-level test, off-level test, academic achievement, science specialized high school, college scholastic ability test

1차 원고접수: 2015년 1월 16일
수정원고접수: 2015년 2월 26일
최종게재결정: 2015년 2월 26일