

과학영재교육센터 학생선발문항 분석 및 선발방법에 대한 제언

이상법 · 이광필 · 최상돈 · 황석근
(경북대학교 · 과학영재교육센터)

Analyses of the Test Problems for Admission at the Science Education Center for Gifted Youth

Sang Bub Lee, Kwang Pill Lee · Sang Don Choi and Suk-Geun Hwang
(Science Education Center for Gifted Youth) · (Kyungpook National University)

ABSTRACT

We analyze the admission test problems used in 1998 at the Science Education Center for Gifted Youth at Kyungpook National University (SECGY, KNU). The test consists of two parts, an evaluation of the scientific thinking skills and an evaluation of the achievement for Mathematics and Sciences, the former of which includes evaluations of scientific process skills and logical thinking skills. The problems for the test of scientific thinking skills were developed and standardized by the Korea Education Development Center, while those of the achievement for Mathematics and Sciences were made at SECGY. We calculate the indices of the difficulty and discrimination for each problem to determine whether or not the test is appropriate to apply for selecting number of gifted students among the recommended students from 389 middle schools in Taegu-city and Kyung-sang-pook-do Province. We find that both indices of most problems for the test of scientific thinking skills were out range of the appropriate level and, moreover, even those problems which fall into the appropriate range showed very low efficiencies for distractors. We, thus, conclude that the problems of the test of scientific thinking skills are inappropriate to use as a test for admission to SECGY. On the other hand, the problems of the achievement test showed extreme results; the Mathematics problems appeared to be too difficult, whereas the Physics problems appeared too easy. However, overall scores showed a normal distribution, indicating that those problems played crucial role in selecting gifted students. We finally propose several suggestions in developing the test problems and in selecting students at the SECGY.

Keywords : Science education center, gifted youth, scientific thinking skills, process skills, achievement test

* 1999년 3월 29일 받음.

I. 서론

현대 사회는 급속한 정보 통신의 발달과 더불어 정보화 사회로 발전하며, 소수 엘리트에 의해서 주도되어 가는 사회로 변화하고 있다. 고도로 발전하는 과학 기술 또한 소수 엘리트에 의해서 주도되고 있는 것이 사실이다. 이러한 현실에 비추어 볼 때, 다가오는 21세기에는 과학과 기술의 발달을 바탕으로 더욱 다양한 정보화 시대가 열릴 것이 예견된다. 사회의 모든 분야에서 요구하는 것도 각 분야에서 뛰어난 창의력을 통하여 다양한 과학 기술을 개발하고 이들을 이용하여 국가의 경쟁력을 높이는 일이 될 것이며, 따라서 과학영재의 발굴과 교육은 국가적인 차원에서 대단히 중요한 일이 될 것이다. 이에 정부에서는 1997년 말에 소수의 과학 영재를 발굴하고 양성하는 교육을 시행할 수 있도록 한 영재교육진흥법을 제정하여 국회에 상정하였다. 이와 더불어 한국과학재단에서는 1998년 4월에 전국 대학교를 대상으로 과학영재교육센터 설립을 공모한 바 있으며[과학재단, 1998], 31개 대학교가 신청하여 1차 서류 심사를 거쳐 우수하다고 인정된 9개교를 선정하고, 2차 실사 평가를 거쳐서 같은 해 7월 7일에 과학기술부로부터 경북대학교 과학영재교육센터(이하 본 센터라고 명명함)를 공식 지정받았다.

센터 설립과 동시에 같은 해 여름방학부터 교육을 실시하도록 권장한 과학재단의 권고를 받아들여 경북대학교 과학영재교육센터에서는 대구광역시 교육청 산하 103개 중학교와 경상북도 교육청 산하 286개 중학교의 1학년 학생을 대상으로 수학 및 과학에 영재성을 지니고 있다고 판단되는 학생 90명을 선발하기로 하였다. 과학재단의 센터 선정 통보로부터 학생 선발까지의 시간이 넉넉하지 못한 관계로 선발 방법과 선발 문항 개발에 대한 구체적인 계획과 연구에 필요한 시간적인 여유가 없는 상황에서 교과 성적이 우수한 학생보다는 과학적인 창의력을 지닌 숨은 영재를 발굴하여야 한다는 것은 대단히 어려운 일이었다.

1. 과학영재의 선발과정

영재란 학자들에 따라서 「단순히 지능이 높은 사람」(Terman, 1925), 「잠재적 창의력을 지닌 사람」(Guilford, 1954), 또는 「평균 이상의 지능을 지니고 있으면서 창의력과 과제 집착력을 지닌 사람」(Renzulli, 1978) 등으로 분류하기도 하는데, 이 중 Renzulli의 정의가 가장 설득력있게 받아들여지고 있다. 특히, 미국 교육부(USED)에서는 영재를 「탁월한 지적 능력을 가졌거나 특정 적성 영역에서 비범한 재능을 지니고 있어서 과제의 수행 정도가 일반인 보다 높다고 확인된 사람으로서 자신과 사회에 공헌하기 위해서 일반적인 교육방법을 제공하는 것보다 특수한 교육방법과 시설을 제공하는 것이 필요하다고 전문가가 판단한 사람」으로 규정하고 있다. 이들 정의를 과학 분야에 적용하여 요약하면 과학 영재성은 과학적 능력, 과학 문제 해결에서의 창의성, 과제 집착력의 세 요인이 상호작용하여 나타나는 것으로 결론지을 수 있다. 이러한 영재성을 지닌 학생을 판별하는 뚜렷한 방법은 아직까지 개발되지 않고 있으나, 일반적으로

- ① 소속 학교의 수학, 과학의 학업 성취도가 탁월한 학생을 대상으로,
- ② 지능검사, 창의력검사, 적성검사, 학력검사 등의 여러 가지의 지필검사 과정과,
- ③ 일정기간 훈련 후 성취도검사 및 프로젝트 수행 등의 다양한 학습 행동 양상을 관찰하는 과정

등을 포함하는 다양한 단계를 거쳐서 선발하는 것이 이상적이라고 알려져 있다. 본 센터에서도 이러한 과정이 가장 합리적이고 타당한 것으로 믿고 있다.

2. 경북대학교 과학영재교육센터의 선발과정

본 센터에서는 위의 세 단계 과정 중 제한된 시간에 너무 많은 인원을 대상으로 ③의 과정을 실시하는 것은 어려울 것으로 판단하여 시행 첫 해에는 ①과 ②의 지필검사만으로 선발하되, 대구광역시 및 경상북도 교육청 산하의 중학교로부터 추천받은 학생을 대상으로 단순한 지식의 평가가 아닌 탐구력과 논리

적 사고력을 고루 지니고 있으면서도 학업 성취도가 우수한 학생을 선발하는데 주안점을 두기로 하였다.

우선 지능 검사나 학업 성취도 검사는 대상 학생의 소속 중학교의 자료를 이용하여

였다. 본 보고서에서는 본 센터에서 학생 선발에 이용한 지필검사 문항들을 분석하여 향후 과학영재교육 센터의 학생 선발에 필요한 자료를 제시하고자 한다.

II. 검사 도구 및 분석 방법

- ① 지능 지수가 130이상이고,
- ② 대구·경북 교육청 산하의 중학교 1학년 학생 중 창의력이 뛰어나고 수학과 과학에 적성과 흥미가 있는 학생으로서 수학 및 과학 성취도가 전체 상위 3% 이내의 학생을 추천 대상으로,
- ③ 추천 인원은 중학교 규모에 따라 1명(4학급 미만), 2명 이내(4~6학급), 2~4명(6학급이상)

경북대학교 과학영재교육센터의 선발시험에 사용한 지필검사 문항은 크게 객관식 문항의 과학적 사고기능 검사와 주관식 문항의 학력검사로 나누어져 있다. 이들은 문항의 성격상 각각 다른 방법으로 분석하였다.

1. 과학적 사고기능 검사 문항의 구성

으로 제한하였으며, 추천받은 학생들을 대상으로 과학적 사고기능 검사와 학력검사의 지필검사를 실시하기로 하였다. 그러나 과학영재교육을 전공한 전문가가 없는 본 센터의 실정으로 이들 검사를 위한 검사지를 개발하는 것이 중요하고도 어려운 문제로 등장하게 되었다.

과학적 사고기능 검사지는 한국교육개발원에서 탐구기능과 논리적 사고력을 측정하기 위하여 개발한 것으로서 "탐구기능 검사"와 "논리적 사고력 검사"의 두 소검사지로 나누어져 있으며, 원래 초등학교 4, 5, 6학년을 대상으로 과학 영재들을 판별하기 위하여 만든 것이다.¹⁾ 그러나 일반 학생들을 대상으로 표준화 검사를 거쳤기 때문에 초등학교 4, 5, 6학년 및 중학교 전학년 일반 학생들의 과학문제 해결 능력을 측정하는데 사용될 수도 있다고 한다(한국교육개발원, 1994).

이러한 문제를 해결하기 위한 여러 가지 방법이 논의되었는데 그 중 두 가지를 들면, 첫째는 전체 학생들을 대상으로 일정 기간 동안 특정한 주제에 대한 강의 및 집단 활동을 통하여 개인별 성취도를 평가한 후 그 결과를 토대로 선발하는 방법[권용주, 1998]과, 둘째는 한국교육개발원 등에서 개발한 과학적 사고기능 검사지를 이용하는 방법[박윤배, 1998]이다. 전자의 방법은 객관성을 유지하기 위해서 특정한 한 두 명의 교수에게 전체적인 학생 선발을 맡겨야 하는데, 전문성을 지닌 교수가 없을 뿐 아니라, 지원 학생들을 모두 장시간 대기시켜야 하는 등의 운영상의 어려움이 따르게 된다. 후자의 방법은 비교적 간단하지만 문제지를 구입하여 검토할 시간적인 여유가 없을 뿐 아니라, 문제들이 변별력이 없는 경우, 그 결과에 의존하여 선발하기 어려운 문제점이 있다. 이에 본 센터에서는 후자의 방법을 선택하되 문제의 변별력이 떨어질 경우에 대비하여 교과 내용보다는 창의력과 사고력 등을 주로 판별할 수 있도록 자체 개발한 고난도의 문항지를 사용하여 학력검사를 병행하도록 하

표준화 검사 대상은 무선표집 집단의 표준 및 영재들만의 준규준 작성을 위해 두 집단으로 분류하였는데, 표준 작성을 위해 표집된 집단은 학생들의 성, 지역, 거주지 등을 고려하여 고르게 표집될 수 있도록 하기 위하여 먼저, 전국의 각 학교를 무선 표집한 후, 각 학교에서 학년별로 한 학급씩 무선표집하고 다시 학급당 남녀 성비 등을 고려하여 20명씩 표집한 총 4,835명이었다고 한다. 영재집단은 서울과 그 주변 도시의 4개교에서 초등학교 4, 5, 6학년 영재를 표집하였다고 한다. 이들을 대상으로 검사를 실시한 후, 문항 양호도 재검증, 검사 신뢰도 검증, 검사 타당도 검증을 통하여 검사의 학년 점수 표준표를 작성하였다고 한다. 영재들은 일반적으로 해당 학년보다 적어도 2년 이상 앞서 발달하는 것으로 알려져 있기 때문

1) 과학적 사고기능 검사지는 한국교육개발원에서 제작하여 판매하기 때문에 저작권 보호를 위하여 문항은 공개할 수 없음.

에 소속학년보다 2년 이상 높은 학년의 점수를 취득한 학생들은 과학영재일 가능성이 높음 것으로 해석할 수 있다고 한다. 따라서 과학적 사고기능 검사지를 중학교 1학년에게 적용한다고 할 때, 중학교 3학년의 기준점수보다 높은 점수를 취득한 학생은 영재일 가능성이 높음 것으로 판별할 수 있다. 특히 중학교 1학년이라 할지라도 본 센터의 대상 학생들은 중학교 과정을 불과 4개월 정도 밖에는 이수하지 않은 학생들이기 때문에 검사지를 엄격하게 적용한다면 영재아들을 판별해 낼 수 있을 것으로 생각되었다.

다른 한편으로는 이들 검사지는 영재아의 개별 영재성을 측정하는 도구로 사용되며, 일반 학생들의 개인별 과학문제 해결에 필요한 능력을 측정하는데 사용되는 것을 전제로 제작되었기 때문에 교육청으로부터 추천받은 우수 학생 집단에서 특정 인원수의 영재성을 지닌 학생을 선발하는 도구로서는 다소 적합하지 않은 것으로 생각되었다. 그러나, 이들 도구가 영재성을 측정하는 것을 목적으로 제작되었기 때문에 우수 집단 중에서도 영재성이 뛰어난 학생을 선발하는 도구로 사용하는 데는 무리가 없다는 과학교육학자들의 견해에 따라 선발 도구로 사용하였다.

(1) 문항지의 구성

과학적 탐구기능은 「조작적 정의」, 「가설확인 및 진술」, 「변인 확인」, 「실험 설계」, 「자료표 구성」, 「그래프 구성」, 「결론 도출」의 일곱 하위 요인들로 구성되어 있으며, 논리적 사고력 검사는 「보존 논리」, 「비율 추리」, 「변인 통제 논리」, 「확률 추리」, 「상관 추리」, 「조합 논리」의 여섯 하위 요인들로 구성되어 있다. 이들 하위 요인별 문항 수는 Table 1과 같다.

(2) 검사 시간

탐구력 검사는 45분으로 제한하고 있으며, 논리적 사고력 검사는 학생들의 사고 속도의 개인차를 고려하여 속도 검사가 아닌 역량 검사의 방법으로 시간에 제한을 두지 않았다.

(3) 검사 결과의 해석

Table 1. Number of the problems for subfactors of scientific thinking skills.

field	subfactors	No. problems
scientific process skills	operational definition	6
	hypothesis test and statement	6
	variable identification	8
	experiment design	6
	data composition	4
	graph composition	4
	conclusion derivation	6
total		40
logical thinking skills	conservation reasoning	4
	ratio inference	6
	controlling variable	4
	probability inference	2
	correlation inference	2
	combination inference	3
total		21

과학적 탐구기능 검사는 문항당 1점으로서 총점이 40점이며, 채점 방식은 정답은 1, 오답은 0의 양분적 채점 방식을 이용한다. 논리적 사고력 검사의 경우는 각 문항당 이유를 선택하도록 되어 있는데, 물음의 답과 이유가 모두 맞아야 1점을 주며, 조합 추리의 경우는 주어진 답 중 한 두개만 틀린 경우는 맞는 것으로 간주하도록 하고 있다. 그러나 본 연구에서는 연구의 목적이 학생들의 영재성의 판별보다는 문항 분석에 주안점을 두었기 때문에 일부 분석에서는 물음과 이유를 별도의 문항으로 취급하였다.

2. 과학적 사고기능 검사의 분석 방법

본 센터의 과학영재 선발 시험에서는 대구·경북 지역의 389개 중학교에서 지능 지수가 130 이상이고, 동시에 수학 또는 과학의 학업성적이 상위 3% 이내인 1학년 학생들만 추천하도록 제한하였기 때문에 피검사자들은 대단히 우수한 집단으로 구성되어 있다. 그러므로 객관식 문항의 적절성을 평가하기 위해서는 문항 반응 이론에 의한 주관적인 분석보다는 상대적

인 평가에 적합한 도구로 알려진 고전적 문항 분석 방법을 사용하는 것이 효과적이다. 고전적인 문항 분석은 같은 문항이라 할지라도 피검사 집단에 따라 다른 결과를 보인다는 단점을 가지고 있다. 보다 자세히 설명하면, 문항의 곤란도 지수는 하위 집단에 비해 상위 집단에서 높게 나타나고, 문항의 변별도는 동일 집단에 비해서 이질 집단에서 높게 나타난다는 것이다(변창진 외, 1997). 이러한 단점에도 불구하고 본 센터에 응시하는 학생들은 피검사 집단의 성격이 유사하거나 유사한 학생 집단을 선발하는 것이 목적이므로 고전적인 문항 분석이 적절한 방법이라고 생각된다.

어떤 문항이 양호한지를 나타내는 문항의 양호도 분석에는 문항의 곤란도, 변별도, 오답의 능률도의 세 가지 지수를 가장 많이 사용한다. 문항의 곤란도를 수치화한 문항의 곤란도지수는

$$\text{문항의 곤란도지수} = \frac{\text{정답 반응수}}{\text{전체 학생수}} \times 100 \quad (1)$$

으로 표현된다. 또 시간이 부족하여 미처 응답하지 못한 학생들과 우연한 추측에 의해 정답을 반응한 학생들까지를 고려하여 정의한 식으로는

$$\text{문항의 곤란도지수} = \frac{\text{정답 반응수} - \frac{\text{총 오답수}}{\text{답지수} - 1}}{\text{전체 학생수} - \text{미탈항 수}} \times 100 \quad (1')$$

이 있다. 그러나 과학적 탐구기능 검사는 예비검사 결과로부터 한국교육개발원에서 판단한 충분한 시간을 배정하고 있으므로 시간이 부족하여 응답하지 못한 학생은 없는 것으로 간주하여 미달 항은 문항 분석에서 고려하지 않았다. 또 문항별로 반응한 학생의 수를 대략적으로 분석해 본 결과, 총 오답의 수가 매우 적으며, 오답의 수가 상대적으로 많은 문항도 오답 중의 한 항목에 집중적으로 반응한 경우가 대부분이었다. 이것은 각 문항을 추측으로 반응했다기보다는 정답을 확신했거나 오답을 정답으로 판단하여 반응한 학생들로 보이며, 따라서 추측에 의한 정답의 반응도 고려하지 않기로 하여 비교적 분석이 용이한

식 (1)을 사용하였다. 일반적으로 문항의 곤란도지수가 20에서 80 사이의 값이면 비교적 변별력이 있는 문항으로 평가하고 있다.

문항 변별도에는 상하부 지수로서의 변별도 계산과 양분 상관계수로서의 변별도 계산 방법이 있다. 상하부 변별도지수로서의 변별도는 다음과 같이 정의된다.

$$\text{변별도 지수} = \frac{H_c - L_c}{N} \quad (2)$$

여기서 H_c , L_c 및 N 는 각각

H_c : 상위 집단의 정답 반응 총수

L_c : 하위 집단의 정답 반응 총수

N : 상위 또는 하위 집단의 전체 반응 학생수

를 나타낸다. 이러한 계산은 상위 또는 하위 집단에 속한 학생들 간의 점수 차이가 계산되지 않는다는 단점을 가지고 있다. 이를 보완한 식으로는 다음과 같은 양분 상관 계수로서의 변별도 계산이 있다.

$$\text{양분 상관 계수} = \frac{\langle C \rangle - \langle W \rangle}{\sigma} - \frac{P(1-P)}{Y} \quad (3)$$

여기서 기호는 각각

$\langle C \rangle$: 정답 반응의 평균

$\langle W \rangle$: 오답 반응의 평균

σ : 전체 성적의 표준 편차

P : 전체 학생의 정답 반응율

Y : 정상분포 곡선에서 P 와 $1-P$ 를 가늠하는 종축치

를 나타낸다. 양분 상관 계수가 보다 더 정확한 변별도를 표시해 줄 것 같이 보이나, 본 과학영재교육센터의 학생선발 시험에서는 점수 분포가 한 곳으로 지나치게 치우쳐져 있으며, 분포 폭이 좁기 때문에 상위 집단이나 하위 집단 내에서의 점수 차이는 무시해도 좋을 것이다. 또 양분 상관 계수에 의한 변별도 계산에는 점수가 정상분포를 이루는 것을 전제로 하

고 있으나, 실제 점수의 분포는 정상분포라고 볼 수 없기 때문에 상하부 지수로서의 변별도를 구하기로 한다. 이 때 상하부 지수를 이용한 변별도지수는 그 값이 1에 가까울수록 양호한 문항으로 평가할 수 있으며, 올바른 평가를 위해서는 적어도 0.2는 넘어야 하며, 0.3 이상이면 양호한 문항으로 간주할 수 있는 것으로 알려져 있다.

오답의 능률도란 오답이 제대로 구성되어 있는가를 말해주는 것이다. 예를 들어, 오답 중 특별히 한 개에만 많은 반응이 이루어진 문항이 있다면 그 문항은 단순한 OX 문항과 다를 바 없다. 오답의 능률도는 다음 식으로 주어지는 오답 반응의 이론빈도로부터 알 수 있다.

$$\text{오답 반응의 이론빈도(\%)} = \frac{100 - \text{문항의 곤란도}}{\text{선택지 수} - 1} \quad (4)$$

이렇게 계산한 이론빈도와 실제 반응한 빈도를 비교하여 그 차이가 20%~30%를 초과하면 오답의 능률도가 낮은 것으로 판단한다. 오답의 능률도란 오답이 얼마나 골고루 분포하는가를 나타내는 것이라 할 수 있다.

3. 학력검사 문항의 분석 방법

학력검사 문항은 모두가 주관식 문항으로서 대부분이 다답형 문항이므로 각각의 문항에 대한 점수빈도와 평균점수를 계산하였다. 또, 모든 학생들의 평균점수와 표준편차를 구하고, 득점빈도를 계산하여 정규분포 곡선과 비교하였다. 이들 각각의 문항이 정규분포를 이루는지를 알려면 문항당 채점이 세밀하게 이루어져야 하지만 문항당 배점이 5점에 불과하며, 배점 방식도 정수 값만 사용하였으므로 정규분포 곡선을 찾는 것은 사실상 불가능하다.

III. 결과 및 고찰

경북대학교 과학영재교육센터에서 대구·경북 교육청으로부터 추천받은 323명의 중학교 1학년 학생 중

결시자 1명을 제외한 322명을 대상으로 1998년 7월 30일에 실시한 영재아 선발시험에 사용한 문항을 II 절에서 설명한 방법으로 분석하였다. 그 결과를 항목별로 나누어 기술하면 다음과 같다.

1. 탐구기능 검사

탐구기능 검사지는 전체 40문항으로서 각 문항당 선택지 수 4항의 객관식 문항이다. 각 문항당 응답률은 Table 2와 같다. 표에서 그늘진 부분의 숫자는 전체 학생에 대한 정답을 반응한 학생의 비율로서 문항의 곤란도 지수이다. 전체 문항 중 두 문항을 제외한 모든 문항에서 정답 반응률이 오답 반응률보다 월등하게 높게 나타났는데 이는 피검사 집단이 우수한 집단임을 보여주고 있다. 이들 문항의 대부분이 문항의 곤란도 지수가 80을 초과함으로써 교육청으로부터 추천받은 피검사 집단에서 영재를 선발하는 문항으로는 적합하지 않음을 알 수 있다. 이들 40개 문항 중 문항의 곤란도 지수가 20~80 영역인 비교적 양호하다고 판단되는 문항은 문항번호 21, 27, 28, 29, 36, 37, 40의 일곱 문항이 고작이다. 특히 흥미있는 사실은 이들 중 네 문항은 탐구기능의 하위 요인 중 조작적 정의에 해당하는 문항이며, 두 문항은 그래프 구성에 해당하는 문항이고, 가설 확인 및 진술에 해당하는 문항이 한 문항이라는 것이다. 이러한 사실은 중학교 1학년 1학기까지 조작적 정의와 그래프 구성에 대한 학습 경험이 없다는 사실을 고려하면 과학적 탐구 기능도 학교의 정규 교과 학습을 통하여 이루어짐을 알 수 있다.

변별도지수는 상위 집단의 학생들이 모두 정답을 반응하고 하위 집단이 모두 오답을 반응하는 이상적인 경우에 그 값이 1이 된다. 그러므로 1에 가까운 문항일수록 양호한 문항으로 분류된다. 변별도지수가 0.2 이하인 문항이 24문항이나 되며, 0.2 이상 0.3 이하인 문항은 10문항, 0.3 이상인 문항은 6문항 뿐이다. 따라서 적어도 60% 또는 85%의 문항이 변별력이 없거나 변별력이 약한 문항들로 생각된다. 특히 변별도 지수가 0.2 이상인 문항 중 문항의 곤란도 지수도 함께 적정 영역에 들어가는 문항은 고작 일곱

Table 2. Results of the analyses for the scientific process skills. The numbers in the shaded regions indicate the indices of difficulty, i.e., the rate of the number of students who marked correct answers. The indices of discrimination have been calculated by choosing 30% of the students for both the upper and lower levels.

problem No.	correct answer	rate of response for each item (%)					index of discrimination
		no answer	1	2	3	4	
1	2	0.00	0.94	99.06	0.00	0.00	0.0312
2	4	0.00	0.00	0.63	0.31	99.06	0.0312
3	1	0.00	97.48	0.00	2.52	0.00	0.0833
4	1	0.00	82.39	0.31	1.89	15.41	0.2812
5	2	0.31	8.49	90.57	0.00	0.63	0.2083
6	1	0.31	88.68	8.49	1.57	0.94	0.2188
7	3	0.31	0.31	0.94	98.43	0.00	0.0521
8	1	0.00	85.22	7.86	4.72	2.20	0.1250
9	1	0.00	98.43	0.63	0.63	0.31	0.0312
10	1	0.00	95.91	3.14	0.94	0.00	0.0729
11	2	0.00	0.94	96.86	1.26	0.94	0.0312
12	4	0.00	1.57	12.26	1.57	84.59	0.2708
13	1	0.00	98.43	0.63	0.00	0.94	0.0521
14	2	0.00	0.00	97.17	2.83	0.00	0.0833
15	3	0.00	0.94	0.94	97.48	0.63	0.0625
16	1	0.00	90.57	0.63	8.49	0.31	0.2292
17	3	0.00	0.63	0.63	96.23	2.52	0.0625
18	3	0.00	0.63	6.92	92.45	0.00	0.0938
19	4	0.00	4.72	0.94	3.77	90.57	0.1875
20	3	0.00	1.26	0.94	94.97	2.83	0.0938
21	2	0.31	1.89	78.62	16.98	2.20	0.1458
22	3	0.31	0.31	12.89	81.76	4.72	0.1354
23	3	0.63	3.77	1.89	80.50	13.21	0.3021
24	4	0.63	1.26	1.57	6.29	90.25	0.2083
25	2	0.94	2.83	94.34	0.00	1.89	0.1250
26	3	0.63	0.63	0.63	94.03	4.09	0.0938
27	1	0.63	61.64	0.63	32.39	4.72	0.5625
28	4	0.63	16.35	5.35	8.18	69.50	0.2917
29	3	0.94	19.18	0.00	77.99	1.89	0.2708
30	3	0.94	1.89	0.63	96.54	0.00	0.0521
31	4	1.26	0.94	4.40	7.23	86.16	0.1458
32	4	1.26	5.03	3.14	4.09	86.48	0.2812
33	1	1.89	87.74	02.52	8.18	0.31	0.2604
34	3	1.26	0.00	4.72	93.40	0.63	0.0729
35	4	1.26	1.89	1.89	0.00	94.97	0.0938
36	1	1.89	45.60	4.09	39.31	9.12	0.5625
37	2	1.89	17.61	36.16	42.77	1.57	0.3646
38	1	1.89	80.82	7.55	8.81	0.94	0.3438
39	3	2.20	0.00	0.31	91.82	5.66	0.1771
40	2	2.20	14.78	71.38	10.06	1.57	0.3854

Table 3. Efficiencies of the distractors for the problems which yield the indices of discrimination within an appropriate range. The empty spaces correspond to the correct answers.

problem No.	expectation (%)	rate of response for each item (%)				
		no answer	1	2	3	4
21	7.13	0.31	1.89		16.98	2.20
27	12.77	0.63		0.63	32.39	4.72
28	10.12	0.63	16.35	5.35	8.18	
29	7.34	0.94	19.18	0.00		1.89
36	18.13	1.89		4.09	39.31	9.12
37	21.28	1.89	17.61		42.77	1.57
40	9.54	2.20	14.78		10.06	1.57

문항 뿐이었다.

비교적 변별력이 있다고 판단되는 문항들의 오답의 능률도를 알아보기 위하여 문항의 곤란도 지수가 20에서 80 사이인 문항들의 오답의 반응 빈도를 Table 3에서 이론치와 비교해 보았다. 이론치는 정답의 반응 비율을 제외한 나머지 비율을 오답의 수 3으로 나누면 된다.

대부분의 문항에서 오답에 대한 반응이 고르게 분포되지 않고, 어느 특정한 한 선택지에 편중된 것을 볼 수 있는데, 이것은 피검사자를 현혹하는 오답이 문항당 한 개씩밖에 포함되어 있지 않음을 의미하며, 피검사자의 입장에서 이러한 문항은 그렇다 또는 아니다의 OX형 문항에 가까운 것이다. 그러므로 문항의 곤란도 지수가 적절한 20~80 영역에 속하는 문항마저도 오답의 능률도가 현저하게 떨어지며, 따라서 탐구기능 검사지의 문항들은 본 센터의 피검사자들을 상대로 영재성이 탁월한 학생을 선발하는데는 적합하지 않은 것으로 생각된다.

마지막으로 탐구기능 검사에서 피검사자의 득점 분포를 계산하여 그 결과를 Fig. 1에 그렸다. 피검사자는 321명이며, 평균점수는 40점 만점에 34.74, 표준편차는 3.59이었다. 그림의 막대 그래프는 취득 점수의 빈도를 나타내며, 실선은

$$N(r) = Np(r) = \frac{N}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(r-\langle r \rangle)^2/2\sigma^2} \quad (5)$$

으로 표현되는 빈도에 대한 정규분포곡선(가우스곡

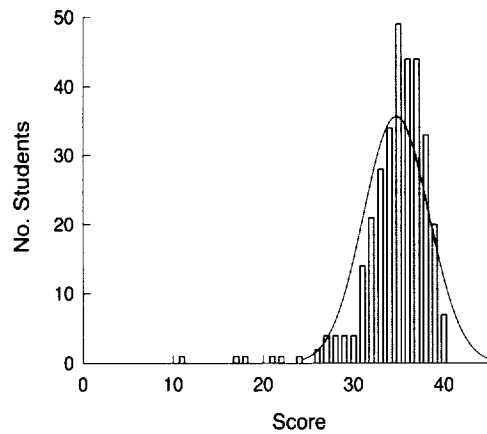


Fig. 1 The distribution of scores for the test of scientific process skills. The solid line indicates the normal distribution calculated by the average score and the standard deviation.

선)을 측정된 평균값과 표준편차를 이용하여 그린 것이다. 식 (5)의 $p(r)$ 는 정규분포 함수로서

$$\int_{-\infty}^{\infty} p(r) dr = 1 \text{을 만족한다. } \sigma \text{는 표준편차로서}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{N}{N-1} \langle (r-\langle r \rangle)^2 \rangle} \approx \sqrt{\langle (r-\langle r \rangle)^2 \rangle} \quad (6)$$

로 정의된다. 여기서 r 은 피검사자의 취득 점수이고, $\langle r \rangle$ 은 평균점수, N 은 피검사자의 수이다. 그림의 점

수 분포는 최빈점수가 평균점수와 비슷하지만 대부분의 학생들이 30점에서 40점 사이의 좁은 영역에 분포되어 있고, 평균 이상의 득점을 한 학생들의 수가

정규분포 곡선이 예측하는 수보다 많음을 알 수 있다. 이러한 점수 분포는 극소수의 학력 수준이 낮은 학생들이 평균점수를 끌어내린 반면에, 일부 학생을

Table 4. Results of the analysis for logical thinking skills. The shaded numbers are the rate of students who marked the number of no answers.

problem No.	correct answer	rate of response for each item (%)					index of difficulty	index of discrimination
		no answer	1	2	3	4		
1-1	2	0.00	3.12	95.95	0.93		95.64	0.115
1-2	1	0.00	96.26	3.12	0.31	0.31		
2-1	3	0.00	0.62	0.31	99.07		98.13	0.042
2-2	2	0.00	0.62	98.44	0.93	0.00		
3-1	3	0.00	2.18	6.23	90.97	0.62	90.65	0.115
3-2	2	0.00	2.18	91.90	4.05	1.87		
4-1	3	0.31	23.99	1.25	74.14	0.31	74.14	0.427
4-2	1	0.31	74.77	15.58	8.72	0.62		
5-1	3	0.00	1.25	4.67	93.46	0.62	83.80	0.302
5-2	1	0.00	87.23	2.18	9.97	0.62		
6-1	2	0.00	3.43	90.97	2.49	3.12	87.23	0.323
6-2	3	0.00	6.54	0.93	90.34	2.18		
7-1	3	0.00	0.31	1.87	96.26	1.56	95.33	0.104
7-2	3	0.00	0.93	0.62	96.57	1.87		
8-1	3	0.00	0.93	0.93	95.33	2.80	94.39	0.156
8-2	2	0.00	1.56	95.95	0.93	1.25	0.31	
9-1	5	0.00	1.25	3.74	1.25	0.62	93.15	86.92
9-2	1	0.00	88.79	1.25	8.10	0.62	1.25	0.312
10-1	2	0.31	3.43	89.41	4.05	2.18	0.62	85.67
10-2	3	0.62	0.93	0.31	94.08	2.49	1.56	0.292
11-1	3	0.31	2.18	3.43	88.16	3.43	2.49	87.54
11-2	5	0.31	3.12	2.80	1.56	2.80	89.41	0.354
12-1	2	0.31	2.80	90.03	2.18	2.49	2.18	88.79
12-2	4	0.31	2.80	3.12	0.93	91.59	1.25	0.312
13-1	2	0.31	9.97	89.72				74.45
13-2	4	0.31	5.61	2.80	9.66	75.08	6.54	0.448
14-1	3	0.31	13.71	50.16	35.51		0.31	33.96
14-2	3	0.31	2.18	29.91	61.99	2.49	3.12	0.292
15-1	1	0.62	86.60	0.62	2.18	6.23	3.74	82.55
15-2	3	0.62	9.03	0.93	86.29	2.18	0.93	0.385
16-1	1	0.62	83.18	3.43	5.30	2.18	5.30	82.24
16-2	1	0.93	86.29	1.56	2.49	4.98	3.74	0.438
17-1	1	0.62	15.26	84.11				14.33
17-2	1	0.62	14.95	3.12	80.06	0.93	0.31	0.073
18-1	2	0.62	11.21	88.16				81.00
18-2	4	0.62	4.05	10.90	1.25	81.62	1.56	0.167

제외하고는 피검사자 집단이 일반 학생이 아닌 우수한 준영재 집단으로 구성되어 있기 때문에 풀이된다. 또, 한국교육개발원에서 제공한 검사지 요강에 의하면 중학교 1학년 학생의 기준 점수가 약 24점이며, 과학영재들은 일반 학생에 비해서 사고의 발달이 약 2년 정도 빠르다고 하므로 중학교 3학년 학생의 기준 점수인 28점 이상인 피검사자들은 영재성이 있다고 볼 수 있다. 본 센터의 피검사자의 96% 이상이 이 영역에 속한다.

2. 논리적 사고력 검사

논리적 사고력 검사지는 전체 21문항으로 구성되어 있으며, 각각의 문항은 물음과 그 이유를 선택하는 다지 선택형 문항들로 구성되어 있다. 각 문항의 선택지 수는 일정하지 않으며, 문항에 따라 2~5개로 구성되어 있다. 본 연구에서는 이들 문항 중 하위 요인 조합 추리에 해당하는 세 문항은 다답형 문항이므로 분석 대상에서 제외하였다. 그러므로 분석 대상 문항은 18문항이며 총점도 18점이다.

각 문항에 대한 응답률과 곤란도지수 및 변별도를 계산한 결과는 Table 4와 같다. 표의 공란은 정답에 해당하는 난이도, 그늘진 부분에 표기된 숫자는 선택지 번호가 없는 부분에 표기한 비율로서, 이는 한두 명의 피검사자가 문항을 제대로 읽어보지 않고 OMR 답지에 추측으로 표기한 것이다. (참고로 0.31%는 1명, 0.62%는 2명이 표기한 것이다.) 표의 곤란도지수는 물음과 이유가 모두 맞는 응답에 대해서 계산한

것이며, 변별도 지수는 상위 집단과 하위 집단의 크기를 각각 상위 30%와 하위 30%를 선택하여 계산한 것이다. 곤란도 지수가 양호한 문항은 세 문항으로서 문항번호 4, 13, 14이다. 이들은 하위 요인 중 변인 통계가 두 문항, 보존 논리가 한 문항이다. 또, 변별도가 비교적 양호한 것으로 판단되는 문항은 전체의 절반인 아홉 문항이었다. 따라서 논리적 사고력 검사의 문항들은 탐구력 검사 문항보다는 다소 변별도가 양호한 것으로 보인다. 이것은 두 가지의 소검사지 가운데 하나만 사용하고자 한다면 논리적 사고력 검사지를 권장한 한국교육개발원의 소견과 일치하는 것이다. 그럼에도 불구하고 준영재 집단에서 영재를 선별하고자하는 본 센터의 목적을 달성하기에는 여전히 적합하지 않은 문항들이라고 생각된다.

논리적 사고력 검사 문항 중 비교적 양호한 문항들에 대한 오답의 능률도를 알아보기 위하여 각각의 문항의 물음과 이유에 대한 응답률을 계산하여 Table 5에 나타내었다. 이 경우, 채점은 물음과 이유가 모두 맞을 때 1점을 주도록 되어 있으나, Table 5는 두 가지를 각각 달리 나타낸 것에 유의하여야 한다. 표에서 알 수 있는 바와 같이 응답률이 모든 선택지에 대해서 고르게 이론 빈도에 근접하는 문항은 13번의 한 문항 뿐이며(13-1은 답지수가 둘인 문항임), 나머지 문항들은 극히 한 선택지에 집중되어 있음으로서 특히 한 오답이 피검사자를 현혹하거나, 아니면 한 오답이 정답처럼 인식되어 피검사자를 유혹한 것을 알 수 있다. 이것은 앞에서 언급한 바와 같이 물음과 거리가 먼 오답을 제외하면 결국은 OX의 양자

Table 5. The efficiencies of distractors for the problems which yield the indices of discrimination within an appropriate range. The empty spaces correspond to the correct answers and the shaded numbers are the rate of students who marked the number of no answers.

problem No.	expectation (%)	rate of response for each item (%)					
		no answer	1	2	3	4	5
4-1	12.93	0.31	23.99	1.25		0.31	
4-2	6.31	0.31		15.58	8.72	0.62	
13-1	10.28	0.31	9.97				
13-2	6.23	0.31	5.61	2.80	9.66		6.54
14-1	32.24	0.31	13.71	50.16			0.31
14-2	9.50	0.31	2.18	29.91		2.49	3.12

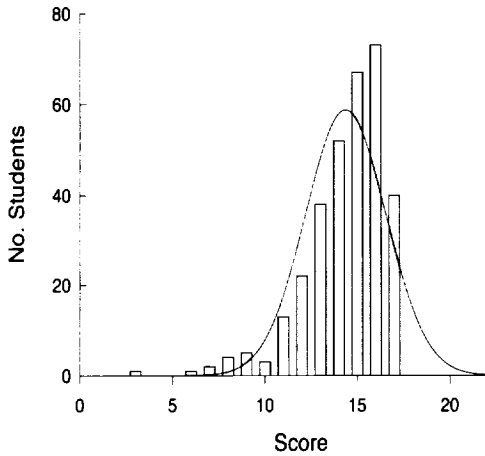


Fig. 2 The distribution of scores for the test of logical thinking skills. The solid line indicates the normal distribution calculated by the average score and the standard deviation.

택일형에 가까운 문항들임을 알 수 있다.

마지막으로 논리적 사고력 검사에서 피검사자들이 취득한 점수의 평균점수와 표준편차를 계산하여 그 결과를 Fig. 2에서 정규분포 곡선과 비교하여 보았다. 그림의 실선은 식 (5)의 정규분포 빈도를 평균점수 14.37과 표준편차 2.18을 이용하여 그린 것이다. 그림에서 평균은 최빈점수와 약 2점의 편차를 보임을 알 수 있으며, 점수 분포는 가우스 곡선으로부터 약간 벗어나 있으며, 평균보다 높은 점수에 대한 빈도

가 높다는 것을 알 수 있다. 특히 대부분의 학생들이 12점에서 17점 사이의 좁은 영역에 분포되어 있어서 분포가 좁고, 변별도가 상대적으로 낮음을 알 수 있다. 그림에서 총점이 18점인데, 정규분포곡선에서 그 이상을 예측하는 부분은 평균이 상대적으로 높게 나타났기 때문에 이론적으로 나타난 것이다. 검사지 요강에 따르면 중학교 1학년 학생의 점수 기준은 만점을 21점 기준으로 할 때, 6.5점 정도이며, 9점 이상이면 영재성이 있는 것으로 볼 수 있다고 한다. 본 연구의 피검사 집단은 검사 대상 문항 18개만을 기준으로 했음에도 불구하고 95% 이상이 이 영역에 속한다.

3. 학력검사 문항 분석

학력검사 문항은 <부록>에 수록된 바와 같이 주관식 12문항으로서, 수학 3문항, 물리학 3문항, 화학, 생물학, 지구과학 각 2문항으로 이루어져 있다. 각 문항당 채점은 전공주임 교수들에게 일임하였다. 시험에 임한 322명 피검자들의 문항당 점수 빈도는 Table 6과 같다. 특이한 결과는 수학의 경우, 대부분의 학생들이 전혀 응답을 하지 못하였으며, 극소수의 학생은 정확한 답을 제시하였다. 물리학의 경우는 문항별로 배점 방식을 달리하였기 때문에 특정 점수의 빈도가 나타나지 않은 경우가 있었으며, 수학과는 달리 많은 학생들이 정답을 반응하였다. 반면에 생물학은 고른 점수 분포를 나타내어 가장 변별력이 있었던 것으로 보이는데, 대체로 9, 10, 12번 문항이 정규분

Table 6. The results of the achievement test for Mathematics and Sciences.

Major (problem No) score	Mathematics			Physics		Chemistry			Biology		Earth Science	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	294	311	317	75	8	61	228	182	23	71	248	46
1	0	0	0	0	0	1	0	0	91	87	15	88
2	0	0	0	40	1	31	2	4	115	130	30	128
3	0	0	0	0	1	14	1	9	59	11	21	46
4	0	0	0	0	1	37	1	120	32	15	5	13
5	28	11	5	207	311	178	90	7	2	8	3	1
average	0.43	0.17	0.08	3.46	4.86	3.55	1.43	1.71	1.98	1.49	0.54	1.67

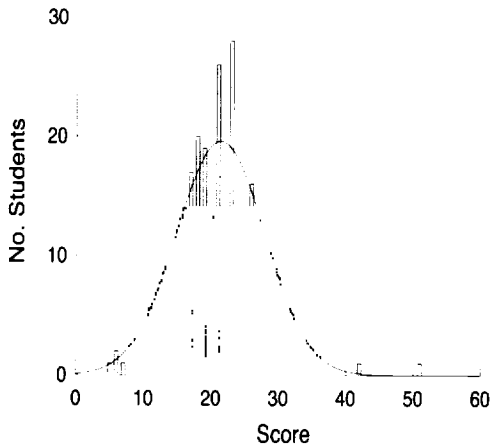


Fig. 3 The distribution of scores for the achievement test. The solid line is the normal distribution calculated by the average score and the standard deviation.

포에 가까운 빈도를 나타내어 양호한 문항으로 생각된다. 수학은 피검사자의 수준에 비해서 지나치게 어려웠던 것으로 보이며, 반면에 물리는 지나치게 쉬웠던 것 같다.

학력검사 문항에 대한 피검사자의 득점 분포로부터 평균점수와 표준편차를 계산하면 그 값은 각각 21.37과 6.56이었다. 여기서 표준편차가 앞에서 계산한 과학적 사고기능 검사 문항에 비해서 다소 큰데, 이것은 성적 분포가 더 넓게 분포되어 있음을 의미하며, 따라서 변별도가 양호함을 나타낸다. Fig. 3은 결과를 그래프로 나타내어 정규분포 곡선과 비교한 것이다. 그림으로부터 성적 분포가 대체로 0에서 40 점 사이에 고르게 분포되어 있고, 득점 빈도는 정규분포 곡선과 대체로 일치하고 있음을 알 수 있다. 따라서 학력검사의 개개 문항은 성적 분포가 지나치게 편중되어 그다지 양호하지 않지만 전체적인 득점 빈도 분포는 양호한 것으로 생각된다. 따라서 본 센터의 영재아의 선발은 과학적 사고 기능보다는 학력검사 성적에 의해서 좌우된 것으로 보인다. 이것은 과학적 사고 기능의 점수가 높지 않은 학생이 학력검사

성적이 우수하여 선발되었음을 의미하지는 않으며, 과학적 사고기능 검사는 변별도가 낮아서 대부분의 학생들이 비슷하게 높은 점수를 얻은 반면에, 학력검사의 점수는 편차가 커서 당락에 크게 영향을 미쳤음을 의미한다.

IV. 향후의 과학영재 선발 방향에 대한 제언

이상에서 우리는 경북대학교 과학영재교육센터의 1998학년도 학생 선발에 사용한 문항을 분석하여 보았다. 과학영재의 특성을 과학적 사고력을 지니고 있으면서, 창의력과 과제 집착력이 있는 사람으로 정의한다면 과학영재교육센터의 학생 선발도 이러한 학생을 골라내는 작업으로 이루어져야 한다. 그러나 우리의 현실은 그러한 목적에 부합되는 적절한 평가 도구가 없는 실정이라서 어려움을 겪고 있다. 실제로 학생들의 사고력을 측정한다는 것은 대단히 추상적인 일이며, 또한 어려운 일임에 틀림이 없다. 개발된 도구가 있다고 하더라도 그 도구가 피검사 집단에 적합한지의 여부는 적용 후에 정밀한 분석을 통해서만 알 수 있기 때문에 더욱 그러하다. 본 센터에서 구입하여 사용한 과학적 사고기능 검사지도 외국의 검사지를 번역하여 수정·보완하고 추가하여 만든 것으로서 표준화 검사를 거치고 수정을 거듭하여 상용화한 것임에도 불구하고, 본 센터의 학생 선발에는 별로 도움이 되지 못했던 것도 바로 이 때문이다.

그렇다고 해서 과학영재들을 학력 평가에 의존하여 선발하는 것은 문제가 있음은 논란의 여지가 없다. 과학영재들은 지루한 정규 교육에 싫증을 느껴서 학력이 뒤떨어지는 경우가 있으며, 이러한 숨은 영재를 찾아내어 영재성을 살려서 우수한 과학자가 될 수 있는 가능성을 길러주는 것이 바로 과학영재교육센터가 수행해 나가야 할 과제이기 때문이다. 그러므로 과학영재의 올바른 선발은 단기간의 연구만으로 해결될 수 있는 문제가 아니라, 시행착오를 거치면서 지속적으로 연구되어야 할 과제의 하나이다. 본 연구를 통해서 얻은 과학영재 선발에 대한 지식을 토대로 다음의 제언을 하고자 한다.

1. 선발 적정 인원

본 경북대학교 과학영재교육센터에서 1998년도에 선발한 인원은 90명이었다. 이것은 수학, 물리학, 화학, 생물학, 지구과학, 정보과학 등의 6개 분야에 각 분야별 과학재단의 학급당 권장인원인 15명을 기준으로 정한 것이다. 그러나 선발 과정에서 전공을 분리하여 선발하지 않고는 각 분야별 정원을 유지하기는 어려운 것이 현실이다. 지난 '98학년도 가을학기 수업 종료 후 희망에 따라 전공을 분리한 결과, 현재는 수학 43, 물리학 22, 화학 13, 정보과학 12명이 교육을 받고 있으며, 생물학과 지구과학은 희망 학생이 본 센터에서 정한 최소한의 인원인 8명에 미달하여 교육을 실시하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 전공별로 학생을 선발하지 않는 한 이러한 현상은 매년 일어날 수 있으며, 따라서 분야별로 15명이란 숫자는 의미가 없다.

그러면 전공별로 나누어 선발하는 것이 과연 합리적일까? 특히 과학을 세부 전공으로 나누어 모집하는 것이 합리적이라고 답하는 사람은 아마도 거의 없을 것이다. 그것은 물리학, 화학, 생물학, 지구과학 등의 세부 전공에 대한 학문적 성격을 파악하기도 전에 전공을 선택하게 한다면 각 분야에 해당하는 영역을 발굴하기는 대단히 어려울 것이기 때문이다. 이러한 주장은 Table 7에서 보는 바와 같이 두 학기의 수업을 마친 후에 본 센터에 입학할 당시에 희망했던 전공을 선택한 학생의 수가 전체의 약 절반에 불과하

다는 사실에서 명백해 진다. 특히, 수학을 제외한 나머지 모든 과목에서 대부분의 학생들이 입학 당시 희망했던 전공과는 다른 전공을 선택하였으며, 물리학과 화학은 입학 당시에는 희망자의 수가 극히 적었으나, 수업을 받으면서 흥미를 가지게 되었음을 알 수 있다. 그러므로 본 센터에서 '98년도에 시행했던 것처럼 전공을 분리하지 않고 일정 수의 학생을 선발한 후에 일정 기간의 교육을 거친 후 희망 분야를 선택하게 하는 것이 효과적일 것이다. 따라서 분야별 적정인원을 계산하여 정원을 정하는 것보다는 센터의 예산과 교육여건, 교육의 효율성 등을 고려하여 선발인원을 정하여야 할 것이다. 이러한 점을 고려할 때, 본 센터의 선발인원은 학년별로 60명 정도가 적당하다.

전공의 분리 과정에서는 본 센터의 교육이 중요 과목의 과외학습 정도로 인식되지 않도록 본 센터의 교육목표와 교육목적은 학생 및 학부모들에게 주지시켜야 할 것이며, 학생들에게는 우리 나라의 차세대 과학기술개발을 담당할 주역이 되어야 한다는 사명감을 심어 주어야 할 것이다. 이것은 오늘날 과학고등학교의 교육이 원래의 목적을 벗어나 학생들을 우수한 대학의 인기학과에 진학시키는 방향을 지향함으로써 사회적으로 문제가 되고 있는 현실을 감안할 때 대단히 중요한 일 중의 하나이다.

2. 선발시기

본 센터에서는 1998년도 신입생을 7월에 선발하였

Table 7. The number of students whose present majors are the same as those they wished when admitted. The numbers in the parenthesis are the present numbers of students in each major, and the fraction numbers were resulted in by dividing the number of students by the number of majors they marked.

Major	Mathematics	Physics	Chemistry	Biology	Earth Science	Computer Science	total
No. students who wished when admitted	48.5	13	7.5	2	7	12	90
No. students whose present majors are the same as those they wished when admitted	33(43)	6(22)	3(12)	0(0)	0(0)	4(12)	46(90)

는데, 이것은 센터 지정이 7월에 이루어졌기 때문이며, 센터의 지원기관인 과학재단에서는 3월부터 교육을 시작하기를 권장하고 있다. 그러나 과학영재의 선발시기는 선발과 교육의 효율성에 따라 결정하기보다는 향후 교육에 따르는 행·재정적인 문제를 수반하기 때문에 보다 신중하게 정해야 할 것이다. 특히 3월부터 정기교육을 실시하려면 1월 또는 2월중에 신입생을 선발하여야 하며, 대상 학생들에 대한 자료와 추천은 학생이 소속한 초등학교와 초등교육청의 협조를 통하여 이루어져야 한다.

그러나 이 경우, 실제 교육은 중학교로 진학한 후에 시작되기 때문에 학생의 소속 중학교로부터 교육에 필요한 협조를 얻기 어려운 문제점이 따른다. 특히 각 교육청에서는 중학교 고학년 학생 중 자체적으로 영재성이 있는 우수한 학생들을 대상으로 심화학습을 시키고 있는데, 이 심화교육이 본 센터의 교육과 중복되기 때문에 대상 학생들이 본 센터에서 지속적으로 교육받을 수 있도록 하기 위해서는 중등교육청과 협조가 이루어져야 한다. 그러므로 대상 학생들이 중학교로 진학한 후에 소속 교육청을 통해서 추천받는 것이 지속적인 협조 체계를 유지하는데 도움이 될 것이다. 교육의 효율적인 측면에서도 대상 학생들이 약간의 정규 중등교육을 받은 후에 본 센터의 교육과정을 시작하는 것이 초등학교를 졸업하고 바로 시작하는 것보다는 나을 것으로 생각된다.

그러나 본 센터의 영재교육을 장기적으로 초등교육까지 확대한다면 학생선발 계획도 수정되어야 할 것이다. 이것은 본 센터에서 초등교육을 끝낸 후 바로 중등교육으로 연결하기 위해서는 불가피한 일이 될 것이다.

3. 선발 방법

과학영재교육센터에서 학생 선발에 이용할 수 있는 표준화된 도구가 개발되어 있지 않으며, 한국교육개발원에서 오랜 연구 과정을 통해서 개발한 평가 도구도 본 센터의 목적에는 적합하지 않다는 사실을 감안할 때, 과학영재의 선발 과정과 방법은 각 센터들이 당면한 가장 어려운 문제 중의 하나이다. 이미 앞

에서 검토했듯이 학력고사를 통해서도 효과적으로 영재성이 있는 학생을 선발하기는 어려운 것이 사실이다. 이러한 결과는 지필검사만으로는 효과적으로 잠재적인 영재성을 지니고 있는 학생을 선발하는 것은 불가능함을 단적으로 말해주는 것이다.

영재의 특성을 학업성취도가 뛰어나고, 창의력이 있으며, 과제집착력을 지닌 학생으로 규정한다면, 효율적인 영재의 선발에서 필연적으로 창의력과 과제집착력을 측정하는 과정이 있어야 할 것이다. 그러나, 학자들에 의하면 실제의 창의적 행동을 측정하는 창의성 검사는 거의 없다고 한다(한중하, 1997). 과제집착력이란 한가지 문제 또는 영역에 자신의 에너지를 집중시키는 힘을 가리킨다. 갈턴과 터먼은 과제에 대한 집착력이 영재성을 형성하는 중요한 요인이라고 했다(Galton, 1925, Terman, 1926). 이러한 창의성이나 과제집착력은 지필검사로는 측정하기 어려운 요인이므로 효율적인 영재아 선발을 위해서는 반드시 지필검사 외의 다른 측정 장치를 도입하여야 할 것이다. 예를 들어, 일정 기간 동안의 집단교육을 통해서 학업 성취도를 측정하고, 프로젝트 수행을 통하여 창의력과 과제집착력을 측정하는 것이 한 방법이 될 것이다. 그러나 본 센터의 '98학년도 선발 때와 같이 대구·경북 교육청 산하의 각급 학교로부터 추천받은 대규모 준영재 집단을 대상으로 이러한 검사를 실시한다는 것은 대단히 어려운 일이다. 그러므로 지필검사를 통하여 성적이 극히 저조한 학생들을 1차적으로 제외한 후, 남은 인원(선발 대상 인원의 1.5배수 정도가 적당함)을 대상으로 이러한 과정을 수행하는 것이 바람직하다고 생각된다. 그러므로 1학년 여름학기(또는 가을학기까지)에는 선발 인원의 1.5배수를 지필 검사만으로 선발하여 집단교육을 실시한 후, 여름학기(또는 가을학기까지) 교육 후 성취도 평가 및 창의력, 과제집착력 등을 종합적으로 평가하여 최종 인원을 선발하는 것이 효과적인 방법이 될 것이다. 또, 1차 선발을 교육청으로부터의 추천에 의존하는 경우, 지난해의 추천 조건 외에도 담임 교사가 판단하여 특정한 분야(특히 정보과학 등)에 영재성이 있다고 인정되는 학생을 추가하여야 할 것이며, 이들은 지필검사 결과와 상관없이 집단 교육에 참여시켜서

그 영재성을 발휘할 수 있는 기회를 제공하여야 할 것이다.

현재 본 센터의 교육은 한번 선발되면 3학년 가을 학기까지 학생이 희망하는 한 계속 교육에 참여할 수 있는데, 이러한 제도는 학생들에게 경쟁심을 자극하지 못하여 학업 성취도를 떨어뜨리는 요인이 될 수 있다. 위에서 언급한 바와 같이, 기초과정 교육 후에 성취도 평가를 통하여 일정 수의 인원을 탈락시키고 최종 적정인원을 선발한다면 학업 성취도 향상에도 도움이 될 것이다. 그러나 이러한 방법은 학생들에게 심리적으로 좌절감을 남길 수도 있기 때문에 신중한 검토를 통해서 상처를 남기지 않는 방법으로 슬기롭게 적용하여야 할 것이다.

4. 지필검사 문항의 개발

지필검사 문항의 개발은 과학영재의 선발 과정에서 가장 중요한 일이다. 이러한 지필검사는 탐구기능 검사와 논리적 사고력 검사가 주가 되어야 한다는 것은 모두가 공감하는 일일 것이다. 그러나 본 센터에서 사용했던 지필검사 도구는 일반 학생들을 상대로 영재성을 알아보기 위해서 제작된 것으로서, 준영재 집단에서 특정 인원을 선발하기 위한 목적으로 사용하기에는 변별력이 너무 낮다는 사실을 알 수 있었다. 또, 현재 유용한 도구가 있다고 하더라도 매년 같은 도구를 사용할 수는 없는 실정이다. 그러므로 각 센터에서는 장기적인 연구를 통해서 비슷한 유형의 문제에 변별도를 증가시킨 문항을 자체 개발하는 것이 가장 효과적인 방법이 될 것이다. 이러한 문항 개발은 매년 되풀이되어야 하기 때문에 교육학자들과 전공 학자들이 합동으로 연구팀을 구성하여 지속적으로 연구하여야 할 것이며, 문제은행식 방법을 채택하여 다양한 문제를 확보한 후, 적용 검토의 과정을 통해서 수정 보완해 나가는 작업을 지속적으로 하여야 할 것이다. 영재들은 일반적으로 어휘력과 창의력이 뛰어나다고 하므로[한중하, 1997] 논리적 사고력 측정에 어휘력도 포함시키는 것이 바람직하며, 학력검사를 별도로 시행하는 것보다는 과학적 사고기능 검사에 학력검사를 포함시켜서 문항을 개발하는 것이

바람직할 것이다. 또, 변별도를 높이기 위해서는 Table 1의 하위 요인들 중 선발시험에서 곤란도가 극히 높은 하위 요인에 대한 문항은 문항 수를 줄이거나 제외시키고 그 대신 변별도가 높은 하위 요인의 문항을 증가시키는 것도 변별도를 증가시키는 한 방법이 될 것이다. 본 센터의 문항 개발에 대한 연구는 현재 진행중이다.

V. 결 언

이상으로 우리는 경북대학교 과학영재교육센터의 학생 선발에 사용한 문항들을 분석해 보았다. 본 센터에서는 대구·경북의 양 교육청 산하의 중학교에서 수학, 과학의 학업성취도가 상위 3% 이내인 학생 323명을 추천을 통해서 1차 선발한 후, 한국교육개발원에서 개발하여 판매하는 과학적 사고기능 검사지와 본 센터에서 자체 개발한 학력 검사지를 이용하여 최종 90명을 선발하였다. 과학적 사고기능 검사 결과를 분석한 결과, 본 센터에서 1차 선발된 학생들의 95% 이상이 과학에 영재성이 있는 것으로 판별되었으며, 대부분의 학생들이 비교적 낮은 편차의 높은 점수를 취득함으로써 검사지는 본 센터의 준영재 집단에 적용하기에는 변별력이 낮아서 적합하지 않은 것으로 평가되었다. 학력검사지는 문제가 너무 어렵거나 쉬운 문제들로 구성되어 문항당 성적빈도는 양극화 현상을 보였으나, 취득점수의 분포는 비교적 양호한 정상분포를 나타냄으로서 학력검사 결과가 선발에 크게 영향을 미쳤음을 알 수 있었다.

과학영재교육의 성패는 영재성을 지닌 학생을 어떻게 효과적으로 발굴하느냐에 달려있다고 해도 과언이 아니다. 과학영재교육을 통하여 국가의 과학기술 개발을 위한 우수한 인재를 양성해 낼 수 있다고 볼 때, 과학영재의 발굴은 국가의 과학 기술의 발전과 직결되는 대단히 중요한 일임에 틀림이 없다. 그러므로 과학영재교육센터의 학생 선발을 위한 꾸준한 연구가 필요하며, 영재교육에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 그러한 의미에서 본 연구가 과학영재교육센터의 학생 선발 및 교육에 대한 체계적인 연구에 필요한 자료를 제공하게 되기를 바란다.

〈논문 요약〉

본 연구는 경북대학교 과학영재교육센터에서 1998학년도 신입생 선발에 사용한 과학적 사고기능 검사 및 학력검사 문항을 분석한 것이다. 과학적 사고기능 검사지는 탐구기능 검사지와 논리적 사고력 검사지의 두 소검사로 나누어져 있으며, 이들은 원래 한국교육개발원에서 초등학교 4, 5, 6학년 학생들의 영재성을 판별하기 위하여 제작된 것이나, 초등학교 4학년 부터 중학교 3학년까지의 일반 학생을 대상으로 과학 문제 해결 능력을 판별하는데 사용할 수 있도록 표준화 검사를 거쳐서 판매하는 것이며, 학력검사 문항은 수학 및 과학 전 분야의 탐구력과 사고력을 요구하는 문항으로서 본 센터에서 자체 제작한 것이다. 이러한 검사지를 사용하여 대구광역시와 경상북도 교육청 산하의 중학교로부터 추천받은 학생 323명을 대상으로 과학영재 선발 시험을 실시한 결과로부터 문항의 곤란도 지수와 변별도 지수 및 오답의 능률도를 평가한 결과, 과학적 사고기능 검사지는 두 종류 모두 대부분의 문항들이 문항의 곤란도 지수와 변별도 지수가 적정 값에서 크게 벗어났으며, 적정 값을 갖는 문항들도 오답의 능률도가 대단히 낮았다. 따라서 한국교육개발원에서 개발한 과학적 사고기능 검사지는 과학영재교육센터의 선발시험에 응시한 준영재 집단에 적용하여 일정 수의 영재성을 지닌 학생을 선발하는데는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 또, 본 센터에서 개발한 학력검사 문항은 중학교 1학년 학생들에게는 지나치게 어려운 문항들이 많아서, 일부 문항들은 성적 분포가 양극화 양상을 보였다. 그러나 전체적인 성적은 정규분포를 나타내는 고른 분포를 보였으며, 따라서 학력검사 성적이 선발에 결정적인 영향을 미

친 것으로 보인다. 마지막으로 이러한 문항 분석 결과를 토대로 과학영재 선발에 대한 몇 가지의 제언을 하였다.

참 고 문 헌

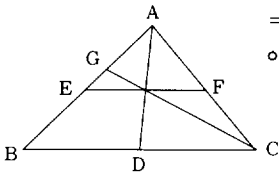
- E. L. Crow, F. A. Davis, and M. W. Maxfield, Statistics Manual (Dover Pub., Inc., New York, 1960).
- F. Galton, Hereditary genius, (London, Macmillan, 1869)
- J. P. Guilford, Nature of Human intelligence, (New York, McGraw-Hill, 1967)
- J. S. Renzulli, What makes giftedness? Reexamining a definition of the gifted and talented, Phi Delta Kappa 60 (3), 180-184, 261 (1978).
- L. M. Terman, Mental and Physical traits of a thousand gifted children, Genetic studies of genius, Vol. 1 (Stanford, Calif., Stanford University Press, 1925)
- 권용주, preprint (1998).
- 과학재단, 과학영재교육센터 설립 공모요강 (1998).
- 박윤배, private communication (1998).
- 변창진, 최진승, 문수백, 김진규, 권대훈 공저, 교육 평가 (학지사, 1997).
- 한국적성연구소, 한국교육개발원 과학적 사고기능 검사 요강 (1994).
- 한중하 편저, 과학영재교육론: 그 이론과 동향, (학연사, 1997).

<부 록>

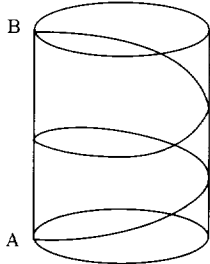
경북대학교 과학영재교육센터 학력검사 문제

다음의 문제들을 풀어라 (문제에서 요구하는 풀이 과정과 답을 답지의 주어진 난에 쓰라). (각 문항당 배점은 5점임)

1. 아래 그림과 같은 삼각형 ABC에서, $\overline{AE} = \overline{EB} = 5$, $\overline{AF} = \overline{FC} = 6$, $\overline{BD} = \overline{DC} = 7$ 일 때, 선분 \overline{AG} 의 길이를 구하라.



2. 아래 그림과 같이 밑면의 반지름의 길이가 $\frac{3}{2\pi}$ 이고



고 높이가 8인 원기둥에 실을 두 번 감아 점 A에서 B를 이을 때, 필요한 실의 최소 길이를 구하라. 단, \overline{AB} 는 밑면에 수직인 선분이다. 주의: 필요하면 다음 사실을 이용해도 좋다. $\angle C$ 가 직각이고 \overline{AB} 가 빗변인 직각 삼각형 ABC는 다음 조건을 만족한다 : $\overline{AB}^2 = \overline{BC}^2 + \overline{AC}^2$.

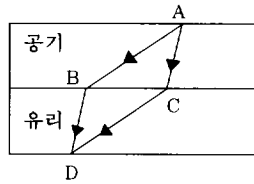
3. 한 변의 길이가 1인 정삼각형의 내부에 있는 다섯 개의 점 중에는 거리가 $\frac{1}{2}$ 이하인 두 점이 있음을 보여라.

4. 고요한 호수에서 매초 20m의 빠르기로 달리는 배가 있다. 이 배를 타고 매초 10m의 빠르기로 흘러 내려가는 강물을 따라 300m 내려갔다. 쉬지 않고 다시 300 m를 거슬러 올라왔다. 이 동안 몇 초의 시간이 흘렀는지 계산하라.

5. 매끄러운 비탈면을 따라 미끄러져 내려오는 동전이 있다. 미끄러져 간 시간과 미끄러져 내려 간 거리 사이에는 아래 표와 같은 관계가 있다고 한다. 6초 동안 미끄러진 거리를 구하라.

시간[초]	0	1	2	3	4	5	6
거리[m]	0	3	12	27	48	75	()

6. 공기 속과 유리 속에서 빛의 빠르기의 비는 3:2이다. (유리 속에서 더 느리다.) 빛은 시간이 짧게 걸리는 길을 따라 간다고 한다. 공기에서 유리로 빛이 들어갈 때, 그림의 A-B-D와 A-C-D의 경로 중 어느 경로를 따라 굴절하겠는가? 그 이유를 쓰라. (단 ABCD는 평행사변형이다.)



7. 9 기압의 기체가 들어있는 5 L의 통과 6 기압의 기체가 들어있는 10 L의 통을 연결하는 밸브를 열었을 때 통 속의 기체의 최종 압력은 얼마인지 계산하라.

8. 1 기압(= 760 torr)에서 물은 100°C에서 끓는다. 25°C에서 채소 속의 물을 끓게 하여 수분을 제거하려면 압력을 약 몇 torr로 하면 되겠는가? 단, 물의 온도에 따른 증기압은 다음과 같다.

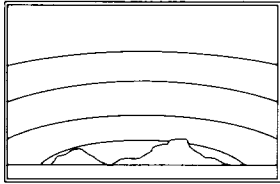
온도(°C)	0	10	20	30	40	50	60
압력(torr)	4.6	9.2	17.6	31.8	55.3	92.5	149.4

9. 생물체 중에서 주위 환경의 기온 변화에 관계없이 체온을 일정하게 유지하는 동물을 ㉠ _____ 동물이라 한다. 사람의 경우, 여름철에 기온이 상승하면 ㉡ _____ 을(를) 배출 하여 체온을 조절한다. 위 ㉠과 ㉡의 밑줄친 부분에 들어갈 적합한 말을 쓰라. 서술형: ㉡을 배출함으로써 체온이 일정하게 유지되는 이유를 설명하라.

10. 콩나물의 떡잎은 황색이다. 콩나물을 햇빛이 드는 창가에 두면 떡잎은 녹색으로 변한다. 콩나물의 떡잎이 황색에서 녹색으로 되는 것은 떡잎의 세포 속에 들어있는 ㉠ _____ 에서 녹색 색소인 ㉡ _____ 이 (가) 형성되기 때문이다.

서술형: 식물의 잎이 녹색으로 보이는 이유를 빛과 관련시켜서 설명하라.

11. 철수는 가족과 함께 지리산에 캠핑을 갔다. 밤중



에 잠에서 깨어나 지평선 쪽을 바라보니 별들이 아래 그

림의 꼭선을 따라 움직이고 있었다. 철수가 바라본 쪽은 어느 방향인가? 그 이유는 무엇인가?

12. 오랜 기간동안 인간이 달에서 살려고 한다면 어떤 중대한 문제점에 부딪히게 될 것이며, 그러한 문제들을 해결할 수 있는 방법은 무엇인지 생각해서 적어라.