과학영재 선발과정의 분석 및 개선안 제안
- 과학영재교육원 학생 선발과정 중심으로 -

강현아*[1], 조규성[2], 김자홍[3]

[1] 전북대학교 과학영재교육원, 561-756 전북 전주시 덕진구 덕진동 664-14
[2, 3] 전북대학교 과학교육학부, 561-756 전북 전주시 덕진구 덕진동 664-14

요 약 : 이 논문은 과학영재교육원의 학생 선발과정을 중심으로 과학영재아 판별과정을 분석해보고, 과학영재교육원의 학생 선발과정에서 발생할 수 있는 오류를 점검하여, 이를 보완할 수 있는 개선안을 마련하고자 하는데 목적을 두고 있다. 분석결과 과학, 수학과 관련된 창의적 문제의 지필평가 성적이 선발의 가장 중요한 기준이었다. 지필평가 단계에서 지망분야에 관계없이 과학, 수학 및 창의력검사를 모두 치러야 하는 교육원에 초점을 맞추어 그 점수 활용에 있어서 발생할 수 있는 오류를 점검하였다. A 교육원의 경우 학생 선발은 다단계 평가를 원칙으로 하고 있었으며, 1단계 지필평가에서 과학, 수학, 창의력검사라는 세 과목 시험의 합산점수로서 선발하고 있었다. 이 교육원의 ○○년도 중등과정 응시자 276명을 대상으로 합격자와 불합격자의 지필평가 점수를 분석하여 과학, 수학, 창의력검사의 시행에 오류가 없었는지 점검하였다. 또 이들의 합산에 의한 선발이 의미 있는 결과를 보이는지 분석하였다.

그 결과 과학, 수학, 창의력검사의 상관도분석에서 과학은 수학 및 창의력검사와 유의미한 상관이 있었으나, 수학과 창의력검사는 독립적으로 분석되었다. 또 이들의 합산에 지원분야별 배점으로 계산한 선발은 본래의 취지, 즉 과학, 수학, 창의력에서 모두 우수한 학생을 선발하고자 하는 의도대로 진행되었으나, 판별분석 결과 합격과 불합격자 판별에서 88.1%의 정확도를 보여 다소 오류가 있었음을 발견하였다. 이는 해당년도에 출제된 문제의 난이도 및 시험 과목별 평균점수 차를 고려하지 않아 발생하는 문제로 파악되어져 원점수 대신 표준점수로 변환하여 오류를 보완할 것을 제안한다.

주요어 : 과학영재, 지필평가, 표준점수

Ⅰ. 서론

21세기 과학기술 선진국 진입을 위한 창조적 고급과학 기술 인력의 확보가 국가 성장력의 척도가 됨에 따라 우리나라에서는 2002년 영재교육진흥법을 시행과 함께 전국 대학부설 과학영재교육원을 주축으로 빠르게 대처하고 있다.

영재교육진흥법에서는 영재에 대하여 재능이 뛰어난 사람으로서 타고난 잠재력을 계발하기 위하여 특별한 교육을 필요로 하는 자로 정의하였다. 최근 연구의 일련의 결과들은 일반지능 특성만으로는 영재판별을 위한 올바른 기준이나 충분한 정보를 제공할 수 없다는 것이다. 다면적으로 영재판별을 해야 함에도 불구하고 창의력과 잠재성을 가진 학생보다는 학원 등에서의 선수학습을 통해 길러진 지적 성취도가 높은 학생이 영재교육 대상자로 선정되고 있는 현실적 문제점(강호감, 2002)을 타파하기 위하여 전국의 과학영재교육원은 보다 구체적이고 실제적인 영재 판별 방안을 모색할 당위적 시점에 놓여있다.

현재 과학영재교육원의 영재학생 선발은 이미 두각을 드러낸 소수 영재 뿐 아니라 잠재성을 가진 우수한 영재들도 놓치지 않으려는 움직임이 주가 되고 있다. 이때 간과하지 말아야 하는 영재판별의 주된 목적은 학교교육만으로 충족되지 못하는 영재아의 교육적 욕구를 영재아의 능력과 요구에 맞는 교육프로그램을 제공함으로써 개인의 자아실현에 이바지할 수 있어야 한다는 것이다.

본 연구는 전국 대학의 과학영재교육원 학생 선발 과정을 개괄적으로 분석하고, 특별히 A 교육원의 선발과정에 대하여 세부적으로 분석하여 과학영재교육원의 학생 선발과정에서 발생할 수 있는 오류를 점검, 이를 보완할 수 있는 개선안을 마련하고자 하는데 목적을 두고 있다.

Ⅱ. 영재교육 대상학생 선발과정 분석

국가에서 지원받고 있는 전국의 대학부설 과학영재교육원은 2004년 현재 23개 기관이며, 사업초기부터 매년 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 주요 교육원의 선발전형 및 선발단계를 분석·요약한 결과는 [표 1]과 같다. 각 교육원별로 특색은 있지만 영재교육 대상학생 선발에 있어서 대체로 다단계 판별을 원칙으로 세우

고 있으며, 사업초기보다 신입 영재교육 수혜자의 수를 증가시켜 잠재적인 영재 판별에도 신중을 기하고 있다. 이는 교육프로그램의 계획에서 기초과정을 이수해야만 심화과정으로 진학할 수 있으며, 심화과정에서 우수한 영재로 판별되어야 사사과정에 진학할 수 있도록 과정을 조직함으로써 교육대상자수의 증가에 따른 교육의 질 저하 문제를 해결해나가고 있다.

[표 1] 전국의 주요 대학부설 과학영재교육원의 선발전형 및 선발단계

교육원명	응시자격 제 한	지필평가단계	교육원명	응시자격 제 한	지필평가단계
강릉대 과학영재교육원	없음	초등 : 과학100, 수학100(가산점) 중등 : 수학, 과학, 컴퓨터과학 400점 지망분야별 차등배점	안동대 과학영재교육원	학교장추천	수학은 공통, 과학은 지원 분야의 문제 해결형 60, 창의성검사 20, 총점기준
경남대 과학영재교육원	학교장추천	분야별지필고사 (기이수자 중 원장추천자는 면제)	울산대 과학영재교육원	학교장추천 성적상위자 수상경력	수학, 과학 문제 해결형 200, 영재판별평가 50, 총점기준
공주대 과학영재교육원	수료자, 성적상위자, 수상경력, 실적물	1차: 분야별 객관식80, 과학탐구능력검사20 2차: 분야별 문제 해결형 120, 과학창의력검사(40) (※과학은 문제해결100, 실험20)	인천대 과학영재교육원	성적상위자 수료자, 수상경력, 사이버교육 우수자	1차 : 단답형 2차 : 전공 + 공통지필(주관식)
부산대 과학영재교육원	학교장 및 담임추천	초등 : 분야별 지필120, 논리창의성120 중등 : 지원분야별 문제해결형 200, 창의성평가50	제주대 과학영재교육원	성적상위자, 학교장추천, 수상경력, 실적물	분야별지필평가 80
서울대 과학영재교육원	학교장추천, 수료자	분야별지필고사	전남대 과학영재교육원	학교장추천	분야별 지필평가
아주대 과학영재교육원	없음	1차 : 수학, 과학 객관식, 총점기준 2차 : 분야별 주관식	전북대 과학영재교육원	없음	1차 : 수학, 과학, 창의력검사 공통, 총점기준 2차 : 분야별 논술고사

Ⅲ. A 과학영재교육원의 선발과정 분석

앞서 언급하였듯이 현 과학영재교육원 선발체제는 지필평가단계가 가장 중요한 선발척도가 됨에 따라, A 교육원의 선발과정 중 지필평가 단계에서 타 교육원과 차별화되는 두 가지 측면에 대하여 ○○년도 중등과정 응시생 276명의 선발고사 성적을 중점적으로 분석해 보았다.

우선 A 교육원은 지필평가에서 수학, 과학, 창의력검사를 분야에 관계없이 모두 시행하며, 이들의 총 점수로써 합격유무를 결정한다. 이는 영재의 관심분야에 따른 관심영역의 특성만을 평가하는 타 교육원과 차별화된 방법으로, 세 영역에서 종합적으로 우수한 영재를 판별하겠다는 의도로 보여 진다. 이러한 방법은 수학, 과학, 창의력검사 사이의 상호관련성이 확보되어져야만 의미를 가질 수 있다. 연구에 사용된 중등과정 276명의 응시학생의 영역별 원점수 평균과 표준편차는 [표 2]와 같다.

[표 2] ○○년도 선발고사 원점수 성적

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
수학성적	276	29.117	14.3656	206.371
과학성적	276	30.55	11.953	142.881
창의력성적	276	64.83	9.939	98.785
Valid N (listwise)	276			

영역간의 상호상관 분석에서는 [표 3]과 같이 과학성적은 수학성적과 창의력검사성적 모두와 상관관계가 0.01수준의 유의미한 값을 보이는 반면 수학성적과 창의력검사성적 사이에는 별다른 상관관계가 확인되지 않았다.

[표 3] 영역간 상관 분석

		수학성적	과학성적	창의력검사성적
수학성적	Pearson Correlation	1	.236**	.027
	Sig. (2-tailed)	.	.000	.649
	N	276	276	276
과학성적	Pearson Correlation	.236**	1	.199**
	Sig. (2-tailed)	.000	.	.001
	N	276	276	276
창의력검사	Pearson Correlation	.027	.199**	1
	Sig. (2-tailed)	.649	.001	.
	N	276	276	276

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

A 교육원은 응시자격을 따로 제한하지 않고 응시자와 학부모가 판단할 때 재능이 남다르고, 학교 공부 외에 특별한 교육을 받아야 하는 초, 중등학생이 응시할 수 있도록 하고 있다. 이는 학생수의 감소나 낮은 수준의 교육열 등 지역적 차이로 인해 사업초기의 추천제를 과감히 개별응시제로 바꾼 것이지만, 주로 학교 상위성적으로써 판단되어졌던 기존의 추천제의 제약을 타파하고 잠재적인 영재발굴에 긍정적인 효과로 작용할 것이다.

A 교육원의 또다른 특징은 응시원서 접수 시 지망 분야에 대한 차등배점을 원점수에 정산하여 학생이 교육받고자 하는 선지망 분야에 대하여 1차 기회를 주되, 성적이 우수함에도 지망분야의 높은 경쟁률로 인해 교육의 기회를 잃게 되는 우수영재의 유치를 위해 초등의 경우 2지망까지, 중등의 경우 3지망까지 선택하도록 한다는 것이다.

즉 지망 순서에 따라 배점을 달리하여 희망하는 분야의 전문교육을 받을 수 있는 기회를 확보하되, 분야간 점수의 폭을 좁히기 위해 3지망까지 두어 성적우수 학생의 누락을 방지한 것이다. 그러나 이 과정에서 수학과 과학의 문제해결형 시험 및 창의력검사의 총 점수를 선발기준으로 활용하는 것은 영역별 난이도와 변별도를 고려하지 않는 것으로 다소 문제가 있을 수 있다. 이와 같은 오류는 SPSS 판별분석을 통하여 확인할 수 있었다. 판별분석을 시행하기에 앞서 SPSS 판별분석을 하기 위한 기본 가정 평가를 검토해 보았다.

판별분석에 수반되는 기본 가정은 사례수와 결측치, 다변량 정상성, 분산-공분

산 행렬의 동질성, 선형성, 다중 공선성인데 이를 순서대로 검토한 결과는 다음과 같다.

본 연구에서의 사례수는 276명이었고 이중 합격자가 100명, 불합격자가 176명이었다. 가장 작은 집단의 사례수가 100명으로 예측변인의 수인 3을 훨씬 초과하고 있기 때문에 검증력에는 문제가 없는 것으로 보인다. 다변량에 대한 정상성의 평가에서도 집단의 사례수가 100을 넘기 때문에 큰 문제가 없는 것으로 판단해 볼 수 있다. 또 극단치를 알려주는 통계치인 Mahalanobis의 거리는 실제 독립변인의 수만큼 *df*를 가진 χ^2의 분포를 따르는데, 여기에서는 독립변인의 수가 3개이므로 *df*= 3에 대한 χ^2 임계치(16.23)보다 큰 Mahalanobis의 값이 없었으므로 극단치에 해당하는 사례는 없는 것으로 판단하였다. 분산-공분산 행렬의 동질성 평가는 집단의 공분산행렬이 동일하다는 가설을 검증하는 Box의 M 검정(Box's M= 13.708, p=.035)을 실시하였는데 p<.05 수준에서 유의하여 집단간 동등성이 지지되지 못해 정규분포의 가정을 만족하지 못하였지만, 공분산 행렬의 동일성이 극단적으로 위배되지 않거나, 사례수가 많은 경우 판별식을 그대로 적용하여도 무리가 없는 것으로 보고되고 있기 때문에 별도의 자료변환 조치를 취하지 않았다. 선형성의 평가 또한 다변량의 정상성의 가정에 의해 충족되는 것으로 판단하였다.

다중공선성의 평가는 판별분석결과 산출되는 집단 내 통합 상관과 단계적 판별분석에서 산출되는 공차를 통하여 평가할 수 있다. 판별분석결과 산출된 통합상관은 ｜.018｜에서 ｜.195｜로 전반적으로 매우 낮기 때문에 다중 공선성의 의심은 배제할 수 있다. 또한 독립변인간의 상관관계와 관련하여 다중공선성 검정에서 최대가 1인 Tolerance(공차)값은 .957에서 .995로 모두 1.0에 근접하고 있어 이 역시 다중 공선성에 대한 의심을 배제할 수 있게 해준다. 전체적으로 볼 때 본 연구는 판별분석에서 요구하는 기본가정들을 대체적으로 만족하고 있다고 볼 수 있다. [표 4]와 [표 5]는 판별함수와 변수들 간의 상관관계 계수를 나타낸 것으로써 상관관계가 높은 변수부터 낮은 변수 순서로 제시된다. 이 계수값이 클수록 판별함수에 영향을 크게 미침을 알 수 있다.

[표 4] 정준판별함수 계수

	Function
	1
과학성적	.712
수학성적	.659
창의력검사성적	.500

[표 5] Structure Matrix

	Function
	1
과학성적	.663
수학성적	.522
창의력검사성적	.368

[표 6] Eigenvalues

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	1.139(a)	100.0	100.0	.730

a. First 1 canonical discriminant functions were used in the analysis.

[표 7] Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	.468	207.169	3	.000

[표 6]과 [표 7]은 도출된 정준 판별함수이다. 선발시험이 합격자와 불합격자를 판별하는데 미치는 영향을 알아보기 위하여 합격자와 불합격자를 종속변인으로 하고, 선발시험 3과목을 독립변인으로 하여 판별분석(Two-group Discriminant Analysis)을 실시한 결과 위의 [표 7]에서 Wilks 람다가 .468로 0에 가까워 집단내의 분산이 총 분산에 비해 적기 때문에 집단 평균 간에 차이가 있음을 알 수 있다(집단간 분산이 집단내 분산에 비해 클수록 Wilks's Lambda가 0에 가까워지고, 반대의 경우 1에 가까워지며 분산분석의 F 값과는 반대 방향을 가짐).

판별함수에 대한 분석은 단계적 입력방법을 이용하여 이들 3과목이 모두 투입되었다. [표 5]의 구조 매트릭스에서 볼 수 있는 바와 같이 정준판별함수 계수(canonical discriminant coefficient)를 기준으로 볼 때 과학, 수학, 창의력의 순서대로 판별함수에 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

[표 6]의 고유값은 집단간 자승화 / 집단내 자승화로 구해져 집단내 변량에 비해 집단간 변량이 얼마나 큰가를 알려주는데, 여기서의 값은 1.139로 집단간 변량이 집단내 변량보다 큼을 알 수 있다. 다음으로 판별함수와 집단간의 상관을 의미하는 정준상관계수는 .730으로 비교적 높았다. 정준상관계수의 자승으로 설

명되는 eta^2값은 결정계수로 해석되는데 결과적으로 판별함수와 집단간에는 54.2%의 관계성이 있음을 알 수 있다. Wilks′ Lambda는 .468로 이 역시 eta^2값과 밀접한 관련이 있는데 eta^2과 람다 값을 합하면 1이 된다. 투입된 변인들을 기준으로 볼 때 연구 집단은 대체적으로 집단 간 분산이 크고 집단 내 분산이 작음을 알 수 있다. 그렇지만 람다 값 .468은 자유도가 3인 χ^2=207.169로 변환될 수 있는데 여기에서 χ^2검정 값이 $p < .001$ 수준에서 유의하였으므로, 결과적으로 이들 3과목에 따른 판별함수는 통계적으로 예측력이 있는 유의한 판별함수이며, 본 연구의 결과에 의하여 판단해 본다면 과학, 수학, 창의력의 순으로 판별함수에 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

[표 8] Classification Results[b,c]

합격유무			Predicted Group Membership		Total
			1	2	
Original	Count	1	88	12	100
		2	21	155	176
	%	1	88.0	12.0	100.0
		2	11.9	88.1	100.0
Cross-validated[a]	Count	1	87	13	100
		2	21	155	176
	%	1	87.0	13.0	100.0
		2	11.9	88.1	100.0

[표 8]은 합격유무에 대한 판별분석 결과를 요약한 것이다. 표에서 보듯이 실제 합격한 집단 1에 속하는 100명 중 88명은 올바르게 예측되고 있으나, 12명에서는 예측이 빗나가고 있는 것을 볼 수 있다. 적중률은 88.0%이다. 실제 불합격 판정을 받은 집단 2에 속하는 176명의 적중률은 87.0%로 분석결과 21명이 예측에서는 합격집단에 속하는 것으로 추정되었다.

판별분석 결과에서 보았던 이러한 오류는 원점수체제에서 발생할 수 있는 오류로써 표준점수체제로 변환하였을 경우 그 결과는 다르게 나온다. 원점수 체제에서는 점수 얻기 어려운 영역에서의 낮은 점수나 점수 얻기 쉬운 영역의 낮은 점수가 같은 점수로 고려되어 총점에 합산되었지만, 표준점수 체제에서는 영역별 난이도와 변별도가 고려되어 같은 원점수라 할지라도 어렵고 점수 얻기 힘든 영역에서 그 원점수에 해당하는 표준점수가 더 큰 점수가 된다.

표준점수는 일정한 기준점과 단위의 동간성이 있는 척도로 점수가 지니는 의

미가 명료하며 여러 점수들을 상호 의미있게 비교하거나 통합할 때 합리적으로 사용할 수 있다(Anastasi & Urbina, 1997; Angoff, 1984).

Ⅳ. 결론 및 제언

전국의 과학영재교육원에서는 지필평가(창의적문제해결력)단계에 가장 큰 비중을 두고 교육대상학생을 선발하고 있는 것으로 분석되었다. 또 이들은 수학, 과학, 창의성 등 다양한 부분에서의 영재성을 선발기준으로 활용하고 있었다. 영재의 발굴 및 육성사업이 더욱 부각되고 있는 현시점에서 과학영재의 판별에 더욱 공정성을 기하기 위해서는 영재교육대상학생 선발 시 사용되고 있는 총점기준 선발방법보다 표준점수제 도입을 통한 영역별 난이도와 변별도를 고려할 것을 제안한다.

나아가 현재 이루어지고 있는 영재선발을 위한 다단계 평가의 타당성을 확보하고, 최근의 연구에서 강조되고 있는 과제집착력과 창의성 및 지도성에 대한 평가문항의 개발이 계속되어져야 할 것이다. 이러한 정보를 종합하여 최종적으로 영재를 판별·육성하게 될 때 보다 발전적인 결과가 나올 것으로 기대된다.

Ⅴ. 참고문헌

Renzulli, J.(1977). The enrichment triadmodel : A guide for developing defensible programs for the gifted and talented. Mansfold Center, CT : Creative Learning Press.

Brandwein, P.(1981). Science talent : the elusive gift, School Science and Mathematics, 83, 654～664

이군현, (1990). 과학영재 학생에 관한 사례연구, 교육학연구, Vol. 28, No. 1., pp. 131~144

조성은, 이화국, (2000). 과학영재교육센터의 학생 선발에 관한 연구, 전북대학교 과학교육저널, Vol. 25, 2000, pp 25～52

이순주, (2002), 영재성 발달에 대한 선천성 이론과 후천성 이론의 비교, 비교교육연구, Vol. 12, No. 1, pp. 193～212

Anastasi, A., & Urbina, S.(1997). Psychological Testing. Upper Saddle River, NJ : Prentice -Hall Inc.

김신영, (1998). 대학수학능력시험의 영역별 변환표준점수 반영비율에 관한 연구,
서울 : 한국교육과정 평가원.
김종득, (2004). 2004년도 과학영재 발굴・육성사업 결과보고서