

지능의 변화에 대한 종단적 연구¹⁾

윤경희* (경남대학교) 이성진 (한국행동과학연구소)

《 요 약 》

본 연구는 한국행동과학연구소가 1975년부터 수행하고 있는 '한국 아동의 종단적 연구'의 자료 중 아동이 3세에서 17세까지 종단적으로 측정된 지능검사 결과를 사용하여 지능이 연령에 따라 어떻게 변화하는가를 탐색하고자 하였다. 본 연구에서는 여러 종단적 연구자료를 통해 일반지능 발달을 설명하고 있는 기존의 연구결과들 중 교육심리학자들에게 널리 알려져 있는 Bloom의 연구결과를 준거로 하여 본 연구자료를 비교, 분석하였다. 그 결과, 지능의 변화는 예상대로 연령이 증가함에 따라 안정되어 갔다. Bloom은 이전 시기에 측정된 능력은 후기에 와서 소실되지 않고 후기의 측정치에 포함된다는 Anderson의 중첩가설을 적용하여 지능발달을 설명하였다. 그는 16~18세에 지능이 성숙된다고 보고, 출생에서 4세까지 지능의 50%가 발달하고, 8세까지 80%가 발달한다는 결론을 도출하였다. 본 연구의 결과 Anderson의 가설에 논리적 비약이 있음을 발견하고 중첩가설에 기초한 지능성장에 대한 Bloom의 결론에 이의를 제기하였다.

1) 이 논문은 2000년도 경남대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 씌여진 것임.

* ykh519@chollian.dacom.co.kr

I. 서 론

종단적 연구는 시간의 경과에 따라 하나의 특성 또는 하나의 행동체계를 추적하는 연구에 적합하다. 예를 들어 아동의 성장에 따른 지능의 발달을 알려고 한다면 연령이 다른 아동을 검사하는 횡단적 연구로는 이 문제에 대한 해답을 얻을 수 없다. 실제로 “지능의 변화와 안정성”의 문제는 종단적 연구의 주요한 주제가 되어 왔다. 그 한가지 고전적인 예는 Bayley(1955)의 버클리 성장연구 (Berkeley Growth Study)로서 유아기부터 성인기까지의 지적 수행이 평정되었다. 이 연구는 성인 초기에서 중기까지 연령에 따른 지능의 안정성을 나타내기도 하였지만, 아동 초기에는 지능과 연령이 공변하고 있음을 보여주었다.

본 연구는 과거의 여러 종단적 연구자료를 통해 일반지능 발달을 설명하고 있는 기존연구결과 (Bloom, 1964)가 본 연구자료에서도 일관성 있게 나타나는가를 살펴보기 위한 것이다. Bloom(1964)은 여러 종단적 연구 가운데 Bayley(1949)의 연구를 선택하여 일반지능 발달을 분석한 결과 17세 지능을 기준으로 했을 때, 1세에서는 약 20%의 지능이 발달하고, 4세까지는 약 50%, 8세까지는 약 80%, 13세까지는 약 92%가 발달한다고 결론을 내렸다. 지금까지 교육심리학자들에게 널리 받아들여지고 있는 Bloom의 이와 같은 지능발달에 대한 해석의 타당성을 본 연구에서 확인해 보고자 한다. 연구에 사용된 자료는 한국행동과학연구소의 종단적 연구의 자료이다.

II. 이론적 배경

1. 지능의 개념

현대적 의미의 지능의 개념은 지능의 측정과 더불어 약 100년 전에 시작되었다. 1904년 프랑스의 Binet는 Simon과 함께 1905년에 처음으로 아동의 지능을 측정할 수 있는 비네-시몬 척도를 제작하였는데 이것이 공식적인 지능검사의 효시가 되었다. 그 이후 여러 학자들에 의해 지능검사가 개발되면서 지능의 정의도 다양하게 제시되었다. 예컨대, 최초의 지능 검사를 제작한 Binet(Binet & Henri, 1895)는 지능을 “일정한 방향을 설정·유지하는 경향성, 소망하는 결과를 성취할 목적으로 순응하는 역량, 그리고 자기비판의 힘”으로 정의하였고, 비네검사를 근거로 하여 미국에서 지능검사를 표준화한 Terman(1924)은 “추상적 사고를 수행하는 능력”으로, 그리고 개인용 지능검사를 개발한 Wechsler(1939)는 “지능이란 목적을 향해 행동하고, 합리적으로 사고하며, 환경을 효과있게 다루는 개인의 집합적 능력이다”라고 정의하였다. Gage와 Berliner(1992)는 최근 이와 같은 다양한 의견을 종합하여 지능을 다음의

세 가지 능력으로 결론을 내리고 있다. 즉, 지능은 구체적인 것(기계적 도구, 감각 활동)보다 추상적인 것(아이디어, 상징, 관계, 개념, 원리)을 취급하는 능력이고, 익숙한 사태에 잘 연습한 반응을 하는 것이 아니라 새로운 사태를 취급하는 문제해결능력이며, 언어와 이와 비슷한 상징을 포함하는 추상적인 것을 학습하고 사용하는 능력이다.

그러나 80년대 들어 지능의 개념을 심리측정적으로 접근하는데 대한 비판이 일기 시작하였다. 이러한 비판은 주로 지능검사의 타당성에 대한 것으로서, 기존의 지능검사는 한정된 학업적 지능을 진단하는 데 그칠 뿐이므로 아동의 학교학습능력을 예언하는 지표는 되지만 성인이 실제 사회생활에서 활용할 수 있는 보다 포괄적인 지적 능력의 발달 수준을 보여주지 못하고 있다는 것이다. 또 기존의 지능검사는 이미 경험하거나 학습된 지적 수행 수준을 진단함으로써 아동이 발휘해 낼 수 있는 지적 잠재력을 보여 주지 못한다는 것이다. 이러한 비판 위에서 최근에 Sternberg(1984)와 Gardner(1983)는 비학업적 지능, 실제적 지능 또는 사회적 지능을 포괄하는 대안적 지능이론들을 제시하였다.

Sternberg(1984)는 아동의 지능이 분석적 능력, 경험적 능력 및 맥락적 능력으로 구성된다는 지능의 삼원이론을 제시하였고, Gardner(1983)는 각종 검사간의 상관관계의 연구를 토대로 하여 지능을 개념화하는 심리측정적 지능이론을 보충하는 다중지능이론(multiple intelligences theory)을 제안하였다. 다중지능이론을 구성하는 7가지 지능은 언어적 지능, 논리수학적 지능, 공간적 지능, 신체운동적 지능, 음악적 지능, 개인간 지능, 개인내 지능, 자연탐구 지능, 실존적 지능 등이다. Gardner는 종래의 지능이론들은 언어적 지능과 논리수학적 지능만을 지나치게 강조한 나머지 학교나 가정에서 그 외의 지능이 우수한 아동들의 능력을 제대로 인정하거나 개발해 주지 못했다고 지적한다.

본 연구에서는 Sternberg나 Gardner의 지능 개념보다는 종래의 개념인 심리측정적인 지능의 의미를 사용한다.

2. 지능의 안정성과 변화성

지능발달에 대한 주요한 질문 중의 하나는 “지능은 연령에 따라 얼마나 변하는가”이다. 지능의 안정성에 대한 기본 의문은 두 가지 차원에서 제기된다. 첫째는 모든 사람의 출생에서 사망까지 정신능력의 평균경향이 어떠한가 하는 것이고, 둘째는 특정한 개인에게 있어 연령에 따른 IQ의 가변성 여부가 어떠한가 하는 점이다.

이 문제와 관련하여, 우리는 Bayley와 그녀의 동료들에 의해 1929년에 착수되어 30년 이상 계속 수행된 인간의 성장 발달에 관한 종단적 연구의 결과에서 나온 다음의 세 가지 결론(이성진, 1996)에 주목할 필요가 있다.

첫째, Bayley는 장기간에 걸쳐서 지능을 측정한 결과 개인의 지능에 상당한 변동이 있음

을 발견하였다. 다시 말해서, 개인의 지능은 태어나면서 뇌에 새겨져서 불변하는 것이 아니라, 환경 조건에 따라서 줄어들기도 하고 늘어나기도 하는 인간 특성 중의 하나라는 것이다.

둘째, Bayley는 여러 연령에 걸쳐서 IQ를 측정하여 서로 비교해 본 결과 연령이 높아질수록 IQ가 안정되어 간다는 것을 발견하였다. 즉, IQ의 변화는 출생 후 초기 수년에 걸쳐서 가장 크게 일어난다는 것이다.

셋째, Bayley(1956)의 연구 자료에 따르면 지능은 10대 후반이나 혹은 20대 초에 절정을 이루는 것이 아니라 적어도 50세에 이르기까지 즉, 전생애동안 계속 성장한다는 것이다.

위의 결론들과 관련되는 문제들을 좀더 구체적으로 살펴 보자.

첫째결론은 IQ가 불변하는 것인가 아니면 가변적인가 하는 문제와 관련된다. 불변성을 지지하는 입장은 지능은 대체로 유전적이며 지적 성장은 유전적으로 이미 결정된 '청사진'에 따라 규칙적으로 일어난다고 가정한다. 이에 대한 증거로는 혈통이 가까울 수록 지능의 상관관계가 높게 나오고 있는 가족 연구(Nichols, 1978)가 있고, 출생 직후 양자로 입양되어 성장한 아동의 지능과 친부모의 지능과의 상관관계는 양부모와의 상관관계보다 일관성있게 높은 것으로 보고하는 양자 연구(Loehlin, Horn, & Willerman, 1989; Plomin, Defries, & Fulker, 1988) 결과들이 있다. 그리고 Jensen(1969)의 유전가능비 연구도 지능에의 강한 유전적 영향력을 보여준다. 불변성을 주장하는 학자들은 IQ의 변동을 지능검사 자체의 결점, 검사상의 실수, 검사 받는 아동의 정서적, 동기적 요인으로 귀착시킨다. 더 나아가 IQ의 변동은 여러 연령에 측정된 기능의 차이점에 기인한다고 본다. 아주 어린 아동을 위한 검사는 전형적으로 감각 운동 능력을 측정하고, 더 나이든 아동을 위해서는 비교적 상징적, 언어적 요인과 관련되는 능력을 측정한다는 것이다.

지능의 가소성 또는 가변성을 주장하는 학자들은 그 증거로 8개월 때의 지능과 나중의 IQ와는 별로 관계없다고 보고한 McCall, Hogarty, Hurlburt(조복희, 신화용, 1990, 재인용)의 연구와 1년동안 유아원에 다닌 아동들이 유아원에 다니지 않은 아동들보다 평균 10점 더 IQ 상승을 얻었다고 보고한 Irwin(조복희, 신화용, 1990, 재인용)의 연구를 제시한다. 이들은 가끔 나타나는 IQ의 불변성은 IQ검사 자체가 경험에 의해 가장 적게 영향받는 그런 능력에만 초점을 맞추어 작성됨으로써 나타나는 현상으로 본다.

지능의 불변성 대 가변성의 문제는 최근 발달하고 있는 인지과학적인 뇌연구 결과에서 그 시사점을 얻을 수 있다. 초기의 신경과학자들은 뇌의 구조와 기능은 어린 아이의 태아기에서 출생 직후에 이르기까지 모두 결정되는 것으로 보았다. 그 이후의 아동의 뇌발달은 이미 결정되어 있는 구조와 기능을 큰 변화없이 단지 뇌 자체의 크기를 보다 확대시켜 나가는 과정으로 보았다(Maccies, 1982). 이들 신경과학자들은 선천적인 발생학적 설계가 뇌의 각 부분의 특성을 결정짓는 유일한 기제로서 간주하였다. 일단 뇌의 신경체제에 한번 손상이 가면 그것은 사람이든 여타의 동물이든 간에 치명적 손상을 입고 마는 것으로 알려져

왔다. 이러한 견해가 시사하는 바는, 경험이나 훈련이 뇌의 성장에 주는 영향은 거의 없다는 것이다. 이에 따라 유기체가 출생 후에 경험하는 환경자극은 뇌의 해부학적, 생리학적 발달에 별다른 영향을 주지 못하는 것으로 1960년대에 이르기까지 인식되어 왔다(조주연, 1994).

그러나 최근의 실험 연구의 결과들은, 뇌가 변화된 환경의 영향을 받을 경우 스스로의 기능적 구조를 변화시킬 수 있음을 시사하고 있다 (Diamond, 1988; Rosenzweig, Bennett, & Diamond, 1972). 이에 따라 뇌는 출생 후의 환경과 경험에 의해 무게와 크기 그리고 생화학적 특성에 많은 영향을 받는다는 주장이 나오게 되었다. 이들 인지과학자들은 또한 생애의 초기에 손상을 입은 뇌는 그 손상된 기능을 어느 정도 회복해 나가는 기능을 지니고 있다고 설명한다. 뇌가 가지고 있는 이러한 기능들은 일반적으로 뇌 가소성(brain plasticity)이라는 개념으로 설명된다. Diamond, Johnson, Prott, Orr, 그리고 Kajisa(1985)는 뇌의 대뇌피질에서 일어나는 가소성의 현상은 초기의 발달과정에서만 일어나는 특징이 아니라 유기체의 전 생애에 걸쳐서 일어나는 현상이라는 것을 밝혀 내었다. 지능이 뇌의 기능과 불가분의 관계를 맺고 있다고 본다면 지능은 불변한다고 보기보다는 환경과의 경험이 축적됨에 따라 변하는 것으로 보아야 할 것이다.

Bayley(1956)의 종단적 연구결과에서 나온 두 번째 결론은 지능의 안정성이 연령이 증가함에 따라 증가한다는 것이다. 송명자(1996)에 의하면 지능의 안정성은 2세 이후부터 크게 증가한다. Vasta, Haith, 그리고 Miller(1992)가 인용한 Honzik, Macfarlane, 그리고 Allen(1948)의 연령간 지능의 상관표를 보면, 3세 때 지능과 18세 때 지능의 상관계수는 .35로 나타났고, 9세와 18세 간의 상관은 .90으로 매우 높은 유사성을 보인다. 이처럼 아동의 연령이 증가할수록 지능의 안정성은 높아지며 따라서 예언력도 커진다. 다시 말해서 연령의 증가에 따라 지능이 변화하는 폭은 줄어든다. 이와 유사한 결과는 Bayley(1965)의 연구 결과에서도 나타났다. 즉, 16-18세 IQ의 평균값과 그 이전 연령의 IQ와 상관을 낸 결과, 출생 첫 해의 점수와 고교 졸업시의 점수와는 상관이 없거나 부적인 관계를 나타내었으며 2세 이후 상관은 조금씩 상승하였다. Bloom(1964)의 연구결과에서도 지적 발달이 역가속의 성장 곡선을 그림으로써 연령이 증가함에 따라 '좋은 환경' 으로부터 얻을 수 있는 긍정적인 효과가 감소되어 감을 보여 주었다. 이는 어릴 때일수록 지능의 가소성이 큼을 말해준다. 다시 말하면 연령이 증가함에 따라 지능이 안정되어 간다는 것이다.

Bayley(1956)의 종단적 연구결과에서 나온 세 번째 결론은 지능이 전생애동안 계속 성장한다는 것이다. Bloom(1964)은 많은 연구의 결과를 종합하여 검토한 결과 IQ는 17세 경을 정점으로 하여 그 이상의 연령에는 더 이상 상승하지 않고 오히려 미미하지만 점차 감소 추세를 보인다는 사실을 발견하였다. 이것은 Bayley의 결론과 상반되는 것이다. 이러한 현상을 유안진(1987)은 다음과 같이 설명한다. 즉, 인간의 지능은 17세 이상의 연령에도 계속 발달하고 있으나, 그 이상의 지능발달을 측정할 수 있는 지능검사 문항들이 개발되지 못했기

때문이라는 것이다. 최근에 주목을 끌고 있는 전생애발달 이론가들도 Piaget가 주장하는 형식조직단계의 인지과정 이후에도 인간의 지적능력은 계속 발달한다고 하며 Bayley의 결론과 함께 하고 있다.

그러나, 서봉연(유안진, 1987)은 능력척도로 측정할 때는 17세 이상의 지능발달 현상도 측정할 수 있음을 보여 주었다. 즉, 한국판 Wechsler 성인용 지능검사와 아동용 지능검사의 표준화 과정에서 얻은 자료와 Wechsler가 그의 지능검사로 얻은 자료를 가지고 한국인과 미국인의 지능발달을 비교한 결과, 한국인의 지능발달 곡선은 유아기에 급격히 상승하기 시작하여 15세 경까지는 급속히 성장한다. 그 후에는 성장의 속도를 늦추어 18~20세 경에 정점에 이른다. 그리고 25세 전후로 점차 완만한 감퇴현상을 보인다. 그러나 미국인의 지능발달 곡선을 보면 30~35세 경까지 계속 상승세를 보이며, 정점에 도달한 다음에는 감퇴현상이 대단히 완만하여 한국인의 감퇴 현상과 비교가 된다. 이러한 차이에 대해 서봉연은 이들 자료가 횡단적 연구방법으로 얻은 자료이면서 한국인의 평균 교육연한이 짧고 또한 영양, 문화환경, 성인교육의 기회 등에서 미국인보다 부족한 때문에 나타날 수 있는 차이로 설명하고 있다.

Hopson(1984)은 Diamond이 사회 각 분야에서 88세가 넘는 나이에든 왕성한 활동을 계속 하고 있는 대가들을 대상으로 면접한 결과, 그들의 뇌의 구조나 기능이 약화되거나 사고능력이 저하되지 않았음을 확인하였다고 보고하고 있다. 이 연구는 40세 이후에도 자신의 뇌를 계속적으로 활용하는 사람의 뇌는 퇴화되지 않는다는 것을 보여준다. 즉, Diamond가 연구하였던 대가들은 긍정적인 사고방식과 지속적인 지적 활동을 통하여 자신들의 뇌에 끊임 없는 자극을 제공함으로써 뇌의 가소적 특성을 최대한 활용하여 온 것이다.

지능의 안정성과 변화성에 대한 지금까지의 결론들을 요약하면 지능은 유전에 의해 결정되어 있다기 보다는 환경과의 상호작용 결과 변화될 수 있으며, 가변성의 크기는 어릴 때 일수록 크고 연령이 높아질수록 개인의 지능은 점점 안정되어 간다는 것이다. 또한 지능은 전생애에 걸쳐 일어나는 뇌가소성에 비추어 볼 때 성인기에 와서 반드시 감퇴하는 것으로 단정지을 수는 없다고 할 수 있다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구대상

한국행동과학연구소가 아동의 성장발달과정을 종단적으로 추적하기 위하여 무선표집한 연구대상은 1975년 3월 서울시내 병원에서 출생한 신생아 115명이었다(남 : 64, 여 : 51).²⁾

〈표 1〉 연령별 연구대상

| | 3세 | 4세 | 4.5세 | 5세 | 6세 | 6.5세 | 7세 | 8세 | 9세 | 10세 | 11세 | 12세 | 13세 | 15세 | 16세 | 17세 |
|---|----|----|------|----|----|------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 남 | 48 | 46 | 46 | 46 | 46 | 44 | 42 | 42 | 40 | 40 | 38 | 36 | 40 | 37 | 28 | 35 |
| 여 | 46 | 40 | 40 | 38 | 39 | 39 | 35 | 37 | 34 | 35 | 34 | 32 | 29 | 30 | 31 | 30 |
| 계 | 94 | 86 | 86 | 84 | 85 | 83 | 77 | 79 | 74 | 75 | 72 | 68 | 69 | 67 | 59 | 65 |

초기에 표집된 신생아 수는 115명(남 : 64, 여 : 51)이었으나 연령이 증가하면서 이사, 참여 거부, 사망 등으로 인한 자연 탈락도 발생하였고, 해외 출장 등과 같은 개인적 사유로 인하여 특정시기에 일시적으로 연구에 참여하지 못한 경우도 있어서 시기별로 표집의 크기가 일정하지 않다. 본 연구에 포함된 연구대상 아동 수는 <표 1>에 제시하였다.

2. 측정도구

3세부터 17세까지 아동의 지능을 측정하기 위하여 사용된 지능검사도구는 모두 일곱 가지이다. 이와 같이 다양한 도구가 사용된 이유는 세 가지로 요약될 수 있다. 첫째는 연령에 따라 적합한 도구가 다르기 때문에 불가피하게 바꾸어야 하는 경우이고, 둘째는 보다 최신 검사도구를 사용하고자 한 데서 비롯된 경우이며, 셋째는 같은 검사를 사용함으로써 아동이 그 검사에 익숙해져서 초래하는 연습효과를 방지하기 위하여서이다.

(1) 유아지능검사: 3, 4, 5세('78년, '79년, '80년도)에 실시한 지능검사는 한국행동과학연구소(1973)에서 제작한 표준화 검사인 유아지능검사를 이용하였다. 이 검사는 개인용 지능검사로서, 유아의 지각식별능력, 개념구성능력, 언어능력, 유추능력 등 네 가지 하위검사로 구성되어 있으며 각 하위검사마다 20개 문항씩 총 80개의 문항으로 되어 있다. 본 검사의 반분신뢰도는 .84이다.

(2) 고대-비네검사: 6, 7, 8세('81년, '82년, '83년도)에 실시한 지능검사는 고대-비네검사로써 만 4세~14세 아동들의 지능발달을 측정하기 위한 개인용 지능검사이다(전용신, 1971). 언어, 기억, 추리, 수량, 공간, 지각, 운동 등을 내용으로 하는 검사문항이 각 요인별로 6개 문항씩 구성되어 있으며, 각 문항은 서로 다른 재료와 절차 및 채점기준을 따르게 되어 있다. 이 검사의 검사-재검사신뢰도는 .91이다.

2) 실제 연구 대상에 포함된 아동들은 협조 가정의 자녀들만이었기 때문에 완전한 무선표집은 되지 못하였다. 따라서 연구의 결과를 일반화할 때 이 점을 고려해야 할 것이다. 그리고, 1975년이라는 출생시기가 같은 표집이기 때문에 연구결과가 어느 정도 이 세대만의 특징일 것이라는 점을 감안하여야 할 것이다.

(3) 지능진단검사: 9세('84년도)에 실시한 지능검사는 유치원 및 초등학교 저학년(5세~10세)의 개인 또는 집단을 대상으로 지능을 측정하기 위해 제작된 검사이다(이상로, 1982). 이 검사는 지각속도(24문항), 공간지각(16문항), 추리력(24문항), 수리력(16문항), 기억력(8문항), 언어능력(25문항) 등의 6개 요인을 측정하는 내용이 그림으로 구성되어 있으며, 실시절차와 채점, 그리고 규준이 표준화되어 있으며 총 문항수는 113문항이다. 이 검사의 하위요인별 반분신뢰도는 .54-.81이다.

(4) 한국판 Wechsler 아동용 개인지능검사(K-WISC, 1974): 10세('85년도)에 실시한 지능검사는 5세~16세 아동의 지능발달을 측정하기 위해 고안된 개인용 지능검사이다. 언어성 검사와 동작성 검사로 구성되어 있는데 언어성 검사에는 상식문제, 이해문제, 산수문제, 공통성 문제, 어휘문제, 숫자문제의 하위검사가 있으며, 동작성 검사에는 빠진 곳 찾기, 차례 맞추기, 토막 짜기, 모양 맞추기, 기호 쓰기, 미로문제의 하위검사가 있다. 각 하위검사는 서로 다른 도구와 절차 및 채점규준이 있다.

(5) 일반지능검사: 1971년에 정범모, 김호권에 의해 제작된 검사로서 아동의 나이 11세, 12세, 17세('86년, '87년, '92년도)에 사용되었다. 이 검사는 만 9세~12세 아동의 지능발달을 측정하기 위해 고안된 개인 혹은 집단용 지능검사이다. 초등학교 상급용 검사로서 A, B형으로 나뉘어진 것 중 A형 검사를 사용하였다. 이 검사는 어휘적용, 낱말 묶기, 산수추리, 수열추리, 도형묶기 등의 내용으로 구성되어 있다. 이 검사의 신뢰도는 A형과 B형에 대한 동형신뢰도 .92이다.

(6) KEDI-WISC: 13세와 15세('88년, '90년도)에 사용한 지능검사는 한국판 웨슬러 아동용 개인 지능 검사(K-WISC)를 한국교육개발원(KEDI, 1987)에서 개정하여 제작한 지능검사이다. 이 검사는 상식, 공통성, 산수, 어휘, 이해, 숫자 등 6개의 언어성 검사와 빠진 곳 찾기, 차례 맞추기, 토막 짜기, 모양 맞추기, 기호 쓰기, 미로 문제 등의 6개 동작성 검사의 12개 소검사로 구성되어 있다. 이 검사의 반분신뢰도는 .95이고, 소검사별 검사-재검사신뢰도는 .52-.89이다.

(7) 종합능력검사: 16세('91년도)에 실시한 지능검사는 한국행동과학연구소(1986)가 저작한 지능검사로서 어휘력(40문항), 추리력(20문항), 수리력(20문항), 공간지각력(20문항)으로서 4개 하위요인 100문항으로 구성되어 있다. 이 검사의 하위요인별 검사-재검사신뢰도는 .59-.78이다.

IV. 결과 및 해석

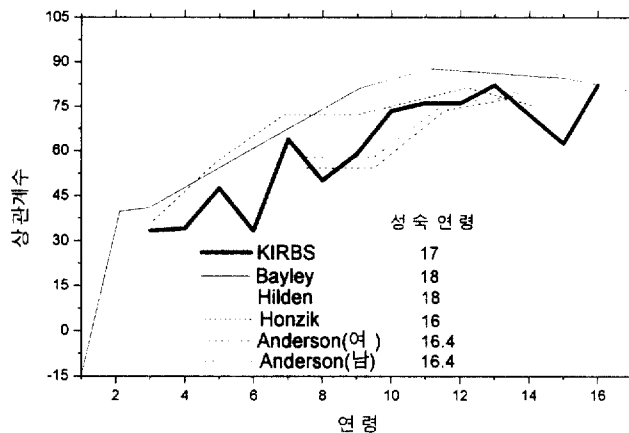
한국행동과학연구소(Korean Institute for Research in the Behavioral Science, KIRBS)의 종단적 연구자료를 통해 지능의 변화를 관찰하고, 과거의 종단적 연구결과들과 비교, 분석하였다.

이를 위하여 지능발달에 관한 Bloom(1964)의 연구결과를 비교의 준거로 삼았다. 그 결과에 의하면 본 연구결과 또한 과거의 결과들과 크게 다르지 않았으나 지능의 발달을 Anderson (1939b)의 중첩가설에 비추어 해석한 Bloom의 해석방법에 문제가 있음을 발견하였다.

Bloom은 지능에 관한 과거의 종단적 연구인 Harvard 성장연구(Anderson, 1939a), California 지도연구(Honzik, Macfarlane, & Allen, 1948), Berkeley 성장연구(Bayley, 1949), Hilden (1949)의 연구결과로써 비교적 지능이 성숙단계에 있다고 추정되는 16~18세를 준거연령으로 하여 이때의 지능지수와 이전의 각 연령단계에서 얻은 지능지수와와의 상관계수를 산출하였다. 본 종단적 연구에서도 17세를 준거연령으로 하여 각 연령의 지능과 상관계수를 구하여 Bloom 이 종합한 연구결과와 비교하였다.

<그림 1>에서, 본 연구결과가 타연구결과들에 비해 연령에 따라 다소 불규칙한 변화를 보이지만 전체적으로 유사한 경향을 보인다. 여러 연구들이 다른 시기와 다른 조건에서 이루어졌음에도 불구하고, 여러 상관곡선들이 유사하다는 것은 일반지능이 어떤 법칙성을 가지고 발달함을 시사한다.

과거의 연구결과들 가운데 Anderson(1939a)의 연구결과가 비교적 다른 패턴의 곡선을 나타내고 있는데 Bloom(1964)은 그 이유를 Anderson(1939a)의 연구에서 10개 이상의 많은 종류의 검사를 실시했기 때문으로 보았다. 반면 Bayley(1949)의 연구에서는 5개의 지능검사가 사용되었다. 본 연구결과에 의한 지능발달곡선의 경향은 타연구결과들과 비슷하지만 6, 7세와 14, 15세에 기복이 다소 심한 특징을 나타내고 있다. 그 이유를 Bloom(1964)이 Anderson (1939a)의 연구결과에 대해 해석한 것처럼 많은 지능검사를 사용한 탓이라고 할 수도 있을 것이다. 본 연구에서는 7개의 지능검사가 사용되었는데 이 수는 Anderson(1939a)의 연구에서



<그림 1> 각 연령단계의 지능과 성숙연령 지능과의 상관관계

사용된 10개 이상의 지능검사 수보다는 적은 숫자이지만 Bayley(1949)의 연구에서 사용된 5개의 지능검사 수보다는 많은 숫자이다.

Bloom(1964)은 지능의 발달을 Anderson(1939b)이 제안한 중첩가설에 비추어 설명하였다. 본 연구에서도 Anderson의 중첩가설에 비추어 지능의 성장과정을 검토하였다. 중첩가설이란 이전 시기에 측정된 능력은 후기에 와서 소실되지 않고 후기의 측정치에 포함된다는 것이다. 따라서 인접한 사이의 능력 측정치 간에는 높은 정적 상관을 나타내고, 그 인접 간격이 멀어질수록 낮은 상관을 나타낸다.

Anderson(1939b)은 만일 초기의 측정치와 초기에서 준거연령 사이의 변화량간의 상관인 영(zero)에 가깝다면 종단적 측정치에서 두 측정치 간의 상관 r 은 다음 식으로 표현할 수 있다고 보았다.

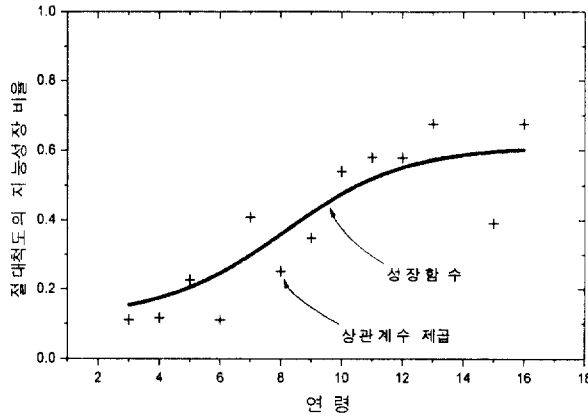
$$r = \sqrt{\frac{M_{X_1}}{M_{X_2}}}$$

여기서 M_{X_1} 은 X_1 시기의 측정치 평균값이고 M_{X_2} 는 X_2 시기의 측정치 평균값이다. 따라서, 종단적 자료에서 두 측정치 간의 상관은 특정 연령까지의 성장 비율의 함수이다. 그런데, Anderson의 접근법을 사용하기 위해서는 측정치가 영일 때 의미가 있는, 단위가 동일한 절대척도이어야 한다.

Anderson의 중첩가설을 사용하기 위해서는 상대척도인 IQ를 절대척도로 변환하여야 한다. 이를 위한 한 가지 방법으로서 Binet의 정의($IQ = (\text{정신연령})/(\text{생활연령}) \times 100$, $\text{정신연령} = IQ \times \text{생활연령}/100$)에 따라 표현된 정신연령을 절대척도로 간주할 수 있다. 왜냐하면 인간의 지적 능력은 연령에 따라 증가한다고 보는 것이 자연스럽고 정신연령에 영의 의미도 부여할 수 있기 때문이다. 그런데, 위의 식에서 상대척도인 IQ와 절대척도인 정신연령의 수학적 관계는 선형변환이기 때문에 상관계수는 변하지 않는다. 다시 말하면, 지능에 대한 상대척도(지능지수)로 구한 상관계수와 Binet의 정의에 따른 절대척도(정신연령)로 구한 상관계수는 동일하다. 따라서, 상대척도(지능지수)로써 구한 상관계수를 이용하여 Anderson의 접근법을 따라가더라도 문제가 없을 것으로 보인다.

연령에 따른 지능발달 정도를 Anderson의 접근법에 따라 구한 후 이를 일반적인 함수로 맞춤(fitting)으로써 전체적인 변화의 크기와 경향을 파악하고자 하였다. 본 연구에서는 1차 함수, 지수 함수 등 여러 형태의 함수 중 본 연구결과를 가장 잘 나타낸 다음과 같은 Boltzman 성장함수(Microcal Origin, 1997)를 이용하였다.³⁾

3) 연령에 따른 지능성장 비율을 Boltzman 성장함수를 비롯한 여러 가지 함수로 맞추어(fitting) 본 결과는 <부록1>에 수록하였다.



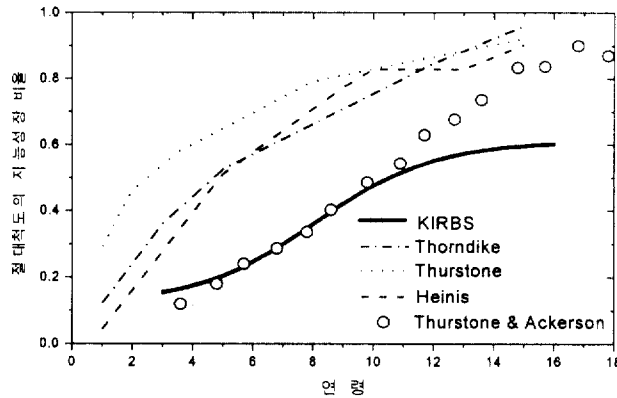
<그림 2> 성장함수에 맞춘 지능 성장 비율

$$y = \frac{A_1 - A_2}{1 + e^{(x - x_0)/dx}} + A_2$$

여기서, y 는 지능성장비율, x 는 연령이고 A_1, A_2, x_0, dx 는 최적맞춤 과정 중에 결정되는 상수이다. <그림 2>는 본 연구의 기초자료인 한국행동과학연구소의 자료로 계산한 상관계수의 제곱을 +기호로 표시하고, 이를 Boltzman의 성장함수에 맞추어 실선으로 나타낸 것이다. 상관계수의 제곱이 가지는 의미는, Anderson 에 의하면 3세에서 16세까지의 정신연령을 17세의 정신연령으로 나눈 값($\frac{M_{x1}}{M_{x2}}$)이며, Bloom에 의하면 지능성장 비율을 나타내는 값이다.

이 결과를 절대척도의 지능성장곡선을 제안한 Thurstone (1928), Thorndike(1927), Heinis (1924) 등의 결과 및 횡단적 연구를 수행한 Thurstone과 Ackerson(1929)의 결과와 비교하면 <그림 3>과 같다.

Bloom은 Bayley(1949)의 검사 결과를 변환하여 <그림 3>에 제시된 Thurstone, Thorndike, Heinis의 지능성장곡선들과 유사함을 지적하면서 10세 때까지 지능이 80%이상 성장한다는 결론을 내렸다. <그림 3>에 제시된 Thurstone 과 Ackerson의 지능성장곡선에 의하면 지능은 10세 때까지 50% 정도 성장하는 것으로 나타났다. 본 연구의 지능성장곡선은 12세 정도까지 Thurstone 과 Ackerson의 연구결과와 유사하나 그 이후 성장은 낮게 나타났다. 각 연령단계의 지능과 성숙연령 지능과 상관관계를 나타낸 <그림 1>에서 보는 바와 같이 본 연구 결과는 타연구결과들에 비하여 상관계수가 전반적으로 낮은 편인데다 Anderson(1939b)의 점



〈그림 3〉 연령에 따른 지능 성장 비율

근법에 따라 다시 상관계수를 제공함으로써 수치가 더 떨어지면서 횡단적 연구결과와 유사한 패턴을 나타내 보였다. Bloom의 논리에 따라 지능성장곡선을 산출한 본 연구결과가 Bloom이 제시하는 지능성장곡선들과 유사하지 않고 오히려 횡단적 연구결과와 유사하게 나타났으므로 지능발달에 대한 Bloom의 결론에 의문이 제기된다.

지능의 변화에 관한 연구결과를 요약하면, 연령이 높아짐에 따라 지능발달의 전반적인 추세는 안정되어 간다. 그리고 Anderson의 중첩가설을 적용하여 지능발달을 설명한 Bloom의 해석은 본 연구결과에 의해 입증되었다고 보기 어렵다. 따라서 지능의 변화과정에 대한 보다 일반화 가능한 모형을 설정하고 이에 대한 체계적인 검증이 이루어져야 할 것이다.

V. 논의 및 결론

지능의 변화와 관련한 연구결과들에 의하면 지능발달은 연령이 증가함에 따라 안정되어 감은 틀림없는 사실이지만 지능이라는 것이 객관적인 실체로 존재하는 것이 아니고 여러 상황이나 문제에 대처하는 능력이기 때문에 연령에 따라 측정하는 기능이 다르고 지능검사마다 문제제시 방법이 다른 한 지능 발달의 항상적 절차를 기대할 수는 없다.

지능의 발달을 양적인 것으로 접근하여 17세 지능을 100으로 보았을 때 출생에서 4세 사이에 50%, 4~8세 사이에 30%, 8~17세 사이에 나머지 20% 발달한다고 결론 내린 Bloom의 해석 근거에 따라 본 연구에서도 Anderson(1939b)이 제안한 중첩가설에 대한 접근법에 의해 성장곡선을 나타내어 보았지만 Bloom의 결론과 일치하지 않고 10~11세에 와서야 전체의 50% 정도 성장하는 것으로 나타났다. 이 결과는 본 연구에 오류가 있거나, Anderson의 중첩

가설에 오류가 있음을 시사한다.

먼저 본 연구에 오류가 개입되었을 가능성을 분석해 보자. 이는 다시 종단적 연구법의 약점으로 지적되고 있는 자료의 질적 문제로 인해 결론이 왜곡되었을 가능성과 Anderson의 중첩가설을 사용하기 위한 전제 조건을 충족시키지 못했을 가능성, 그리고 Bloom의 해석 방법과 본 연구에서 사용된 해석 방법이 서로 다를 가능성으로 구분하여 생각해 볼 필요가 있다.

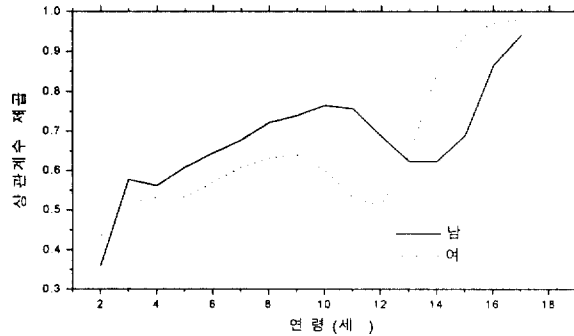
첫째, <그림 1>에서 보는 바와 같이 선행연구 결과와 비교했을 때 본 연구에서 얻은 상관관계수가 상대적으로 불안정한 패턴을 보이고 r 값의 크기가 전체적으로 다소 낮음에 근거하여 본 연구에 사용된 자료의 질적 문제가 어느 정도 영향력을 가지고 있다고 할 수 있다. 그러나 전체적으로 보았을 때 선행연구 결과들 간에도 이 정도의 차이는 존재하는 것으로 보아서 자료의 질적 문제가 근본원인이라고 볼 수는 없다.

둘째, Anderson의 중첩가설을 적용하기 위해서는 다음과 같은 전제조건이 만족되어야 한다. 즉, 초기의 지능과 그 연령에서 성숙연령까지의 지능 변화량과의 상관이 아주 낮아야 하며 지능의 척도가 단위가 동일한 절대척도이어야 한다는 것이다. 본 연구에서는 중첩가설의 전제조건인 초기 지능과 그 연령에서 성숙 연령까지의 지능변화량과의 상관이 영에 가까운가를 알아보기 위하여 각 연령의 지능과 그 연령에서 성숙 연령까지의 지능변화량과의 상관을 산출하였다. 그 결과(부록2 참조) 3세에서 9세까지는 상관관계수가 영에 가까이 나왔지만 10세에서 16세까지는 15세를 제외하고 전부 상관이 있는 것으로 나타났다. 따라서, 본 연구자료는 Anderson의 이 전제조건을 충분히 만족시키지 못하였다.

그런데, Bloom(1964)도 중첩가설을 적용하기 전에 각 연령의 지능과 그 연령에서 17세 연령까지의 지능의 변화량과의 상관관계수가 영에 가까운가를 알아보았다. 그 결과(부록2 참조), 7세까지는 상관이 낮게 나왔지만 7세 이후는 상관관계수가 유의하게 영이 아닌 것으로 나타났다. 따라서, 본 연구가 이 조건을 충분히 만족시키지 못하였다고 하더라도 Bloom의 연구 결과와 비교하는 데는 문제가 없다고 할 수 있다.

셋째, Bloom은 Bayley(1949) 검사 결과의 오차변량을 축소시키기 위하여 여러 시점의 검사 결과를 묶어 요약하기도 하고, 여러 연령의 Stanford-Binet 검사의 신뢰도에 대한 Anderson(1939b)과 Terman 및 Merrill(1937)의 추정치를 사용하여 검사결과를 수정하기도 하였다. 이렇게 Bayley(1949)의 원검사결과를 변환한 지능의 성장곡선을, 절대척도를 이용한 Thurstone(1928), Thorndike(1927), Heinis(1924)의 지능성장곡선과 비교하여, Bayley의 결과가 이들의 결과와 유사한 점을 들고 지능발달에 대한 결론을 내렸다.

상대척도인 Bayley의 자료를 이와 같이 변형하여 절대척도에 의한 결과들과 비교한 목적이 Anderson의 가설을 충족시키기 위한 것이었다. 본 연구에서 취했던 방법이 Bloom의 방법과 동일하지 않음으로써 전반적인 상관관계가 낮을 가능성은 있을 수 있으나 전체적인 경향을 비교하는 데는 문제될 것이 없는 것으로 판단된다.



〈그림 4〉 신장의 성장곡선 (Bloom, 1964)

그러면, 기존 연구에 문제점이 있을 가능성의 분석으로 논의를 옮겨 Anderson의 중첩 가설에 대해 생각해 보기로 한다. Anderson은 $r^2 = \frac{Mx_1}{Mx_2}$ 이라는 가설을 제안하였고 Bloom은 Anderson의 가설을 이용하여 지능발달에 대해 논의하였다. 그러나 Anderson의 가설은 지능발달에만 국한되는 가설이 아니므로 이를 신장발달에 적용해 보면 <그림 4>에서 보는 바와 같이 신장이 성장하다가 감소한 후 다시 성장하는 매우 납득하기 어려운 결과를 보인다는 점을 중시할 필요가 있다. 신장의 발달은 측정치가 영(zero)일 때 의미가 있고 단위가 동일한 절대적도라는 점에서 Anderson 가설을 사용하는데 필요한 모든 조건을 충족시키고 있다. 그럼에도 불구하고 상식적으로 납득할 만한 성장곡선을 표현해 내지 못하고 있기 때문에 Anderson의 가설은 일반성과 보편성을 결여하고 있다고 볼 수 있다.

따라서 Bayley의 종단적 연구 자료에 대한 Bloom의 메타분석방법이 Anderson가설을 이용하기 위해 고안된 것인 만큼 일반성과 보편성이 부족한 Anderson의 가설에 근거하여 얻은 Bloom의 지능의 성장에 대한 결론에 대해서도 재고의 여지가 있다. Anderson(1939b)이 제안한 $r^2 = \frac{Mx_1}{Mx_2}$ 이라는 가설은 자체의 논리적 비약이 있기 때문에 여기에 기초한 지능성장에 대한 Bloom의 결론, 즉 4세에 지능의 50%가 성장하고 8세에 80% 성장하며 그 이후 성숙연령(16-18세)까지 나머지 20%가 성장한다는 결론을 본 연구결과는 확증하지 못하였다고 볼 수 있다.

참고문헌

- 박경숙 · 윤점룡 · 박효정 · 박혜정 · 권기욱(1987). **KEDI-WISC 검사요강**. 서울: 한국교육개발원
- 송명자(1996). **발달심리학**. 서울: 학지사.
- 유안진(1987). **인간발달신강**. 서울: 문음사.
- 이상로(1982). **지능진단검사 실시요강**. 서울: 중앙적성연구소.
- 이성진(1996). **교육심리학서설**. 서울: 교육과학사.
- 이창우 · 서봉연(1974). **K-WISC 실시요강**. 서울: 배영사.
- 전용신(1971). **고대-비네검사**. 서울: 고대행동과학연구소.
- 정범모 · 김호권(1971). **일반지능검사**. 서울: 코리아 테스트센터.
- 조복희, 신화용(1990). **아동발달의 이해**. 서울: 교육과학사.
- 조주연(1994). 뇌 가소성이 교육에 주는 시사점 고찰. 한국교육학회. **교육학 연구**, 32(3), 23-38.
- 한국행동과학연구소(1973). **유아지능검사**. 서울: 한국행동과학연구소.
- 한국행동과학연구소(1986). **종합능력검사**. 서울: 한국행동과학연구소.
- Anderson, L.D.(1939a). The predictive value of infant tests in relation to intelligence at five years. *Child Development*, 10, 203-212.
- Anderson, J.E.(1939b). The limitations of infant and pre-school tests in the measurement of intelligence. *Journal of Psychology*, 8, 351-379.
- Bayley, N.(1949). Consistency and variability in the growth of intelligence from birth to eighteen years. *Journal of Genetic Psychology*, 75, 165-196.
- Bayley, N.(1955). On the growth of intelligence. *American Psychologist*, 10, 805-808.
- Bayley, N.(1956). Individual patterns of development. *Child Development*, 27, 45-74.
- Bayley, N.(1965). Research in child development: A longitudinal perspective. *Merrill-Palmer Quarterly of Behavior and Development*, 11, 184-219.
- Binet, A. & Henri, V.(1895). La Psychologie individuelle. *L'Année Psychologique*, 2, 411-165.
Reprinted and translated in R.J. Herrnstein & E.G. Boring, *A Source Book in the History of Psychology*. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1965.
- Bloom, B. S.(1964). *Stability and change in human characteristics*. N.Y.: Wiley.
- Diamond, M. C., Johnson R. E., Protti, A. M., Ott, C., & Kajisa, L.(1985). Plasticity in the 904-day-old male rat cerebral cortex. *Experimental Neurology*, 87, 309-317.
- Gage, N. L., & Berliner, D. C. (1992). *Educational Psychology*. Princeton, N.J.: Houghton Mifflin.
- Gardner, H.(1983). *Frames of mind: The Theory of multiple intelligences*. N.Y.: Basic Books.
- Heinis, H.(1924). La loi du development mental. *Archives de Psychologie*, 74, 97-128.

- Hilden, A.H.(1949). A longitudinal study of intellectual development. *Journal of Psychology*, 28, 187-214.
- Honzik, M.P., Macfarlane, J.W., & Allen, L.(1948). The Stability of mental test performance between two and eighteen years. *Journal of Experimental Education*, 17, 309-324.
- Hopson, J.L.(1984). Marian Diamond: Love affair with the brain. *Psychology Today*, 18(11), 63-73.
- Jensen, A. R.(1969). How much can we boost IQ and scholastic achievement? *Harvard Educational Review*, 39, 1-123.
- Loehlin, J. C., Horn, J. M., & Willerman, L.(1989). Modeling IQ change: Evidence from the Texas Adoption Project. *Child Development*, 60, 893-1004.
- Matties, H.(1982). Plasticity in the nervous system-An approach to memory research. In C. A. Marsan & H. Matties(eds.). *Neuronal plasticity and memory formation*. N.Y.: Raven Press, 1-15.
- Microcal Origin.(1997). *Microcal Origin ; Version 5.0*. Northampton : Microcal Software, Inc.
- Nichols, R. C.(1978). Heredity and environment: Major findings from twin studies of ability, personality, and interests. *Homo*, 29, 158-173.
- Plomin, R., Defries, J. C., & Fulker, D. W.(1988). *Nature and nurture during infancy and early childhood*. N.Y.: Cambridge University Press.
- Rosenzweig, M. R., Bennett, E. L., & Diamond, M. C.(1972). Brain changes in response to experience. *Scientific American*, 226, 22-29.
- Sternberg, R. J.(1984). Mechanisms of cognitive development: A componential approach. In R.J. Sternberg(ed.). *Mechanisms of cognitive development*. N.Y.: W.H. Freeman and Company.
- Terman, L. M.(1924). The mental test as a psychological method. *Psychological Review*, 31, 93-117.
- Terman, L. M., & Merrill, M. A.(1937). *Measuring intelligence*. N.Y.:Houghton Mifflin.
- Thorndike, E.L.(1927). *The Measurement of Intelligence*. N.Y.: Teachers College Columbia University.
- Thurstone, L.L.(1928). The absolute zero in intelligence measurement. *Psychological Review*, 35, 175-197.
- Thurstone, L.L. & L. Ackerson(1929). The mental growth curve for the Binet tests. *Journal of Educational Psychology*, 20, 569-583.
- Vasta, R., Haith, M. M., & Miller, S. A.(1992). *Child psychology: The modern science*. N.Y.: John Wiley & Sons.
- Wechsler, D.(1939). *Wechsler-Bellevue Intelligence Scale*. N.Y.: Psychological Corp.

<부록 1> 지능성장비율에 대한 맞춤함수

1. 최적맞춤(Best Fitting)의 이론적 배경

독립변수 x 가 어떤 구간 내에서 변하고, 이에 따른 종속변수 y 값이 실험을 통해 측정되었다고 하자. (본 논문에서 x 는 연령, y 는 지능성장비율이다.) 이때, 변수 x 와 y 간의 관계를 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$y = f(x; p_1, p_2, p_3, \dots)$$

여기서, f 는 실험결과가 나온 과정을 설명할 이론적 모형으로서 연구자가 적절히 선택된 함수이며 매개변수 p_1, p_2, p_3, \dots 에 의해 최종 형태가 결정된다. 최적맞춤의 목적은 선택된 함수로써 측정치를 가장 잘 표현하도록 매개변수 p_1, p_2, p_3, \dots 를 결정하는 것이다. 이를 위한 표준적인 방법으로 이론적 모형(함수)과 측정치 간의 차이를 제공하여 합한 값 즉, 다음과 같이 표현되는 χ^2 값이 최소가 되도록 매개변수의 크기를 결정한다.

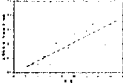
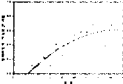
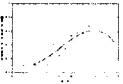
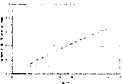
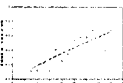
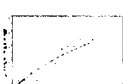
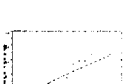

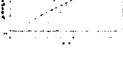
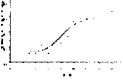
$$\chi^2(p_1, p_2, p_3, \dots) = \frac{1}{n-m} \sum_i w_i [y_i - f(x_i; p_1, p_2, p_3, \dots)]^2$$

여기서 y_i 는 독립변수 x_i 에서의 측정치이고, m 은 이론적 모형에 포함된 매개변수의 개수, n 은 측정치의 개수이다. $n-m$ 은 자유도(Degree of Freedom)로 지칭되는 값이다. w_i 는 각 측정치에 대한 가중치로서 연구자의 판단에 따라 결정된다. 예를 들어, 측정치 중에서 표준편차(σ)가 작은 (따라서 오차가 작은) 측정치를 더 중요하게 취급하기 위해 $w_i = 1/\sigma_i$ 로 둘 수 있다. 물론, 측정치들 간에 특별히 경중을 따질 필요가 없으면 $w_i = 1$ 로 두면 된다.

최적맞춤의 정확도는 이론적 모형(함수)의 형태에 따라 달라지며 보다 적절한 함수가 선택될수록 χ^2 값의 크기가 작다.

2. 이론적 모형에 따른 지능변화 최적맞춤

연령에 따른 지능변화를 여러 형태의 함수를 사용하여 최적맞춤 해 본 결과는 다음과 같다. 이때, 가중치 $w_i = 1$ 로 하였다.

| 함수형태 | χ^2 | 맞춤결과 그림 |
|---|----------|--|
| 다항식; $y = p_1 + p_2x$ | .01384 |  |
| 다항식; $y = p_1 + p_2x + p_3x^2$ | .01298 |  |
| 다항식; $y = p_1 + p_2x + p_3x^2 + p_4x^3$ | .01268 |  |
| 지수함수; $y = p_1(1 - e^{-p_2x})$ | .01362 |  |
| 지수함수; $y = p_1(1 - p_2^x)$ | .01362 |  |
| 지수함수; $y = p_1 + p_2(1 - e^{-x/p_3}) + p_4(1 - e^{-x/p_5})$ | .01557 |  |
| 쌍곡선 함수; $y = \frac{p_1x}{p_2 + x}$ | .01364 |  |
| 쌍곡선 함수; $y = \frac{p_1x}{p_2 + x} + \frac{p_3x}{p_4 + x} + p_5x$ | .0187 |  |
| Logistic 함수; $y = \frac{p_3 - p_4}{1 + (x/p_1)^{p_2}} + p_4$ | .01245 |  |
| Boltzman 함수; $y = \frac{p_3 - p_4}{1 + e^{(x-p_1)/p_2}} + p_4$ | .01208 |  |

위의 결과에서 보듯이 변화의 경향과 χ^2 값의 크기 측면에서 Boltzman 함수가 가장 나은 것으로 판단되며, 위에 제시된 함수가 아닌 함수로써 더 좋은 결과를 얻을 가능성은 여전히 남아 있다.

<부록 2> 각 연령의 지능과 그 연령에서 성숙연령 사이의 변화량과의 상관

| 연령 | 본 연구의 결과 | Bloom의 연구결과 |
|----|----------|-------------|
| 2 | | -.20 |
| 3 | .128 | -.40 |
| 4 | .128 | -.10 |
| 5 | .199 | |
| 6 | -.086 | |
| 7 | .150 | -.05 |
| 8 | -.042 | |
| 9 | .209 | -.70 |
| 10 | .467** | |
| 11 | .508** | -.80 |
| 12 | .332** | |
| 13 | .317* | |
| 15 | -.137 | -.65 |
| 16 | -.554** | |

*p<.05, **p<.01

Abstract

A longitudinal study of the intellectual development

Yoon, Kyung-Hee & Lee, Sung Jin

The purpose of the present study was to explore the developmental trend of intelligence. The present study used the data set of the project, 'Longitudinal Study of Korean Children' which the Korean Institute for Research in the Behavioral Sciences (KIRBS) has been conducting since 1975 to date. More specifically, the present study used that portion of the data collected when the children were 3-17 years of age. The variable subjected to analysis included IQs measured longitudinally from ages 3 to 17.

Two problems were set forth for analysis: 1) developmental trend of intelligence; 2) Comparison of this developmental trend of intelligence with the result of Bloom's.

The results were as follows: With regard to the developmental trend of IQ, it was found as expected that IQ tended to stabilize as the child grows, except for the momentary instability at the ages of 6~7 and 14~15 when qualitative cognitive changes occur. The present study did not support the result of Bloom's re-analysis of Anderson's overlap hypothesis.

1차심사 : 2001년 2월 10일

발 표 : 2001년 2월 20일

2차심사 : 2001년 2월 28일