

## 규칙의 유형과 수가 Raven 방식 검사의 문항 난이도에 미치는 영향\*

윤 희 현

한국고용정보원

이 종 구†

대구대학교 심리학과

본 연구는 Raven 누진행렬검사의 문항을 푸는데 사용되는 규칙의 유형과 수가 문항 난이도에 미치는 영향을 탐색하고자 하였다. 이를 위해 2개의 실험이 수행되었다. 실험 1에서는 규칙의 유형이 문항 난이도에 미치는 영향을 검토하였다. 실험 2는 규칙의 수와 유형(난이도)이 문항 난이도에 미치는 효과를 검증하기 위해 시도되었다. 총 33명의 피험자가 네 가지 규칙 조건을 모두 경험하게 한 실험 1의 결과는 보다 복잡한 처리규칙인 언어-분석적 규칙 중 행 내의 일관성 규칙이 보다 단순한 처리 규칙인 시공간적 규칙(회전, 반전)보다 더 느린 문제 풀이 시간을 보였다. 언어-분석적인 규칙 중 양적 변화 규칙은 반전 규칙보다는 문제를 푸는 시간이 더 오래 걸렸으나 회전 규칙과는 차이를 보이지 않아 가설 1은 부분적으로 지지되었다. 23명의 대학생이 참여한 실험 2의 결과 규칙의 수가 2개 일 때가 1개일 때 보다 문제 풀이 시간이 더 오래 걸리는 것으로 나타났다. 규칙의 수와 난이도의 상호작용 효과가 통계적으로 유의하게 나타났다. 규칙이 2개일 때는 쉬운 규칙과 어려운 규칙간 차이를 보이지 않았으나 규칙의 수가 1개일 때는 어려운 규칙의 문제 풀이 시간이 쉬운 규칙보다 더 느린 것으로 나타났다. 본 결과의 시사점이 논의되었다.

주요어 : Raven 누진행렬검사, RPM, 규칙의 수, 규칙의 유형, 문항 난이도

\* 세 분 심사위원의 세심한 조언에 진심으로 감사드립니다.

† 교신저자: 이종구, 대구대학교 심리학과, 경북 경산시 진량읍 내리리 15번지  
E-mail: gooya@daegu.ac.kr

본 연구의 목적은 일반지능을 비교적 잘 측정해 주는 것으로 알려진 Raven 방식 검사의 난이도에 영향을 주는 요인을 파악하는데 있다. Raven 방식 검사의 난이도에 영향을 주는 다양한 요인 중 도형의 외양이나 도형의 수와 같이 지각적 대응에 시간을 소모하는 요인보다는 규칙의 추론과 직접 관련된 요인의 영향을 파악하는데 연구의 초점을 두었다.

### Raven 방식 검사와 문항 난이도

다양한 선발도구 중 일부 직종을 제외하고는 능력검사의 타당도가 가장 높은 편이다 (Schmidt & Hunter, 1998). 현재 국제적으로 표준화된 지능검사 중 Raven 누진행렬 검사 (Raven's Progressive Matrices Test; 이하에서는 RPM이라고 함)는 1938년에 처음 제작되었으며, 추론능력을 측정하기 위해 개발된 비언어성 검사이다(임호찬, 2003; Carpenter, Just, & Shell, 1990). RPM 검사는 기업체의 인사선발도구로서 뿐만 아니라 학교, 병원 등 여러 장면에서 사용되고 있다. 그러나 RPM 검사의 이러한 유용성에도 불구하고 문항의 난이도와 변별력에 관해서는 많은 비판과 함께 연구가 부족한 실정이다.

특히 문항 난이도가 많은 비판의 대상이 되고 있는데 표준 누진 행렬 검사의 경우 검사 문항이 쉽거나 중간 수준에 해당하는 문항들이 너무 많이 포함되어 있다는 비판을 받고 있다(전덕임, 1995; Dolke, 1976; Slater, 1948). 원래 Raven 검사는 시간제한이 없고 난이도에 의해 문항을 배열하여 어느 정도의 난이도 수준까지의 문제를 푸느냐에 의해 지적 능력을 측정하게 되어 있다. 따라서 난이도가 높은 문항을 보유하고 있지 못하면 검사의 변별력

이 전반적으로 떨어지게 되어 있다. 물론 모든 Raven 방식의 검사가 난이도 문제를 지니는 것은 아니다. 또 시간제한이 있을 경우 난이도를 무턱대고 증가시키는 것도 바람직하지 않다. 시간제한을 두는 검사일 경우 다양한 규칙을 사용하되 비교적 일정한 난이도의 문항을 구성해야 하는데 규칙의 유형간 난이도 차이가 있어 일정한 난이도의 문항을 구성하려면 쉬운 유형은 규칙의 수를 늘리거나 요소를 어렵게 하여 난이도를 조정해야 할 필요가 있다.

RPM 검사가 개발된 이후로 많은 연구자들은 RPM 방식의 문제를 푸는 방법과 푸는 과정에서 보이는 능력의 차이, 문항의 난이도에서 차이를 보이는 이유를 밝히려는 시도를 해왔다(Dillon, Pohlman, & Lohman, 1981; Meo, Roberts, & Marucci, 2007). RPM 검사의 난이도는, 문제를 푸는데 사용해야 하는 규칙의 종류, 다양한 종류의 규칙들이 문항에 복합적으로 적용되어 있는가, 그리고 사용된 도형의 종류와 수에 의해 좌우된다. RPM 관련 문헌에서는 문항을 구성하는데 사용하는 도형을 '요소(elements)'라는 용어로 표현한다.

Raven 방식<sup>1)</sup>의 문제 예는 그림 1과 2와 같다. 그림 1은 규칙이 행(row)별로 적용되는 예로 문제를 푸는데 열(column)을 참고로 할 필요는 없다. 그림 1에서 맨 위 행은 첫 번째 칸과 두 번째 칸의 검은 부분을 겹치게 하면 세 번째 칸의 모양이 된다(겹침규칙 추론 가능). 두 번째 행에 대해 1행과 동일하게 겹침

1) 원래 RPM 문제가 그림 1과 2처럼 제시되는 것은 아니다. 다만 도형행렬을 통해 문제해결을 위한 규칙을 생성해내고 생성된 규칙을 적용하여 문제를 푼다는 의미에서 본 연구에서는 Raven 방식(Raven type)의 검사라고 칭하였다.

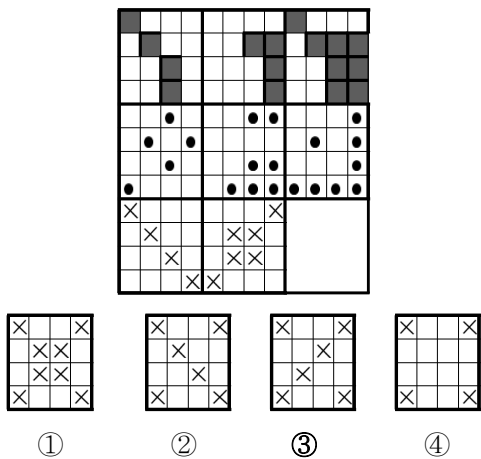


그림 1. 행별로 규칙 추론(겹침 및 중복삭제)

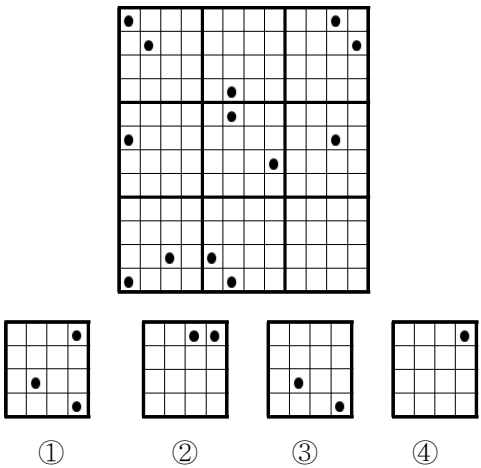


그림 2. 전체행렬을 대상으로 규칙 추론

규칙을 적용하여 첫 번째 칸과 두 번째 칸을 더해보면 세 번째 칸의 결과가 나오지 않게 된다. 따라서 새로운 규칙을 추론해내야 하는데 두 칸을 겹치게 해서 중복된 요소를 삭제해 보면 세 번째 칸의 모양이 된다. 마지막 행의 빈 칸에 적당한 것은 두 칸을 겹치게 하고 중복된 요소를 삭제시켜 보면 ③번과 동일하게 된다. 이 결과는 첫 번째 행과 두 번째

행에서 추론한 규칙 모두와 일관된다.

그림 2는 행별로 규칙을 추론할 경우 답을 찾아내기 어렵다. 행렬 전체를 놓고 규칙을 추론해 보면 단순히 16개의 칸을 모두 메꾸는 규칙을 찾게 되는데 행렬내 8개 칸의 점과 ①번의 점을 더하면 행렬의 9개 칸의 모든 점이 16개의 작은 칸을 모두 채우게 된다. 보통 Raven 방식의 문제를 구성할 때 두 가지 유형 모두를 이용하지만 본 연구에서는 보다 일반적으로 사용되는 행별로 규칙을 추론하는 문제에 국한시키고자 한다.

Richardson(1991)은 RPM 검사의 문항 요소들의 시각적 외양(visual appearance)의 친숙성(familiar) 정도가 문제해결 과정에서 요구되는 추론적 절차들에 영향을 준다고 주장하였다. 그림 1과 2에서 도형안에 ‘·’, ‘■’, ‘x’ 등이 사용되었는데 이들의 친숙성을 요소의 친숙성이라고 한다. 그는 RPM 검사에 포함된 문항을 사회적 맥락 안에서 친숙하게 파악될 수 있는 요소를 사용하여 새롭게 재구성한 다음 아동들에게 실시한 결과 높은 점수를 얻을 수 있다는 사실을 확인하였다. 따라서 적절하게 설계된 검사의 재료들은 기존 RPM 검사에서 제대로 평가되지 못한 복잡한 추론능력을 보다 정확하게 측정해 줄 수 있다.

Meo, Roberts와 Marucci(2007)는 RPM 검사에서 각 문항들의 난이도에 영향을 주는 요소들의 잠재적 원천을 조사하였다. 요소의 중첩된(overlapped) 형태와 요소들을 명칭화하는 데서의 친숙성 정도를 조합한 Raven 방식의 검사 문항을 제작하여 비친속하면서 중첩된 요소를 포함하고 있는 기존 RPM 검사 문항과 수행을 비교하였다. 그 결과 비친속하면서 중첩된 요소를 포함한 RPM 검사에서의 수행감소가 가장 크게 나타난다는 사실을 확인하였다. 또한

그들은 요소의 수가 계속 추가되면 그에 따른 심적 변형이 작업 기억의 부담을 증가시켜 수행이 감소된다고 주장하였다.

도형의 모양(요소)도 Raven 방식검사의 난이도와 관련하여 많이 연구되어 온 변인이다. 도형이 복잡하거나 친숙하지 않을 경우 정보처리 조작과 패턴에 대한 지각이나 기억에 대한 부담으로 인해 처리 시간 또한 증가하게 되어 있다. 이러한 부가적인 심적 처리 부담이 난이도에 영향을 주기는 하지만 규칙 추론이 문제해결의 핵심이라는 판단에서 이들 변인의 효과는 본 연구에서 다루어지지 않는다.

1970년대 초 인지 혁명에 따른 정보처리적 관점의 도입은 지능검사를 사용하여 지능을 측정하려했던 전통적 심리측정학적인 관점에서 벗어나 사고과정과 전략의 개인차로 지능을 이해하려 하였다. 정보처리적 관점에서는 인지 과제를 실험실에서 실시하고 주로 반응 시간을 측정해 그 사고과정과 전략의 개인차를 보고자 하였다(하대현, 2005). 정보처리모델에서 과제의 난이도는 문제 해결에 요구되는 인지적 복잡성 또는 정보처리 단계의 수와 관련되어 있다. Guilford(1956)의 삼차원적 지능구조(structure of intellect model: SI) 모형은 RPM 검사의 문제들을 해결하는 과정에 포함된 처리절차와 내용을 분석할 수 있는 기본적인 틀을 제공했다. 이 모델을 통해서 확인될 수 있는 사실은 RPM 검사 문항에서 문제해결에 요구되는 정보처리 요소나 단계들이 단일한 것에서 복잡한 것에 이르기까지 다양하다는 것이다(Green & Kluever, 2001).

Raven의 행렬 문제의 수행과 관련된 다른 연구는 기하학적 유추에 대한 연구이다(Evans, 1968; Mulholland, Pellegrino, & Glaser, 1980;

Sternberg, 1977). 이 처리과정 모델에서는 문제해결과정에서 처리되어야 하는 정보의 양에 따라 과제의 난이도는 달라진다고 본다. 정보의 양이 많은 과제일수록 정보처리 조작은 증가하게 되고 수행시간도 길어지게 된다. 따라서 복잡한 문제로 인해 심적 변형(mental transformation)이 증가할수록 처리과정에 대한 부담은 더 커지게 되어 수행시간이 길어지게 된다.

#### 규칙의 유형과 수

Bethell-Fox, Lohman과 Snow(1984)의 연구에서는 문항의 난이도 수준이 변형의 유형(예, 회전, 크기, 색)에 따라 달라질 수 있다는 것을 보였다. 어려운 문제일수록 변형의 수가 많고 복잡성의 수준이 높아져 문제풀이 시간이 길 것으로 예상할 수는 있지만, Bethell-Fox 등(1984)은 한 번의 변형이라도 어떤 유형의 변형이냐에 따라 난이도가 달라지고 이에 따라 반응시간이 달라진다고 주장하였다.

Hunt(1974)는 Raven 방식의 검사 문제를 푸는데 사용하는 인지적 조작(operations) 또는 규칙을 바탕으로 문제들을 유형별로 분류하였다. 그는 다양한 유형의 규칙들을 크게 시공간적(visuospatial) 규칙들과 언어-분석적(verbal analytical) 규칙들로 구분하였다. 시공간적 규칙은 누진행렬 공간에서 주로 시각적인 이미지만을 조작함으로써 문제해결에 이르게 하는 규칙을 말하며, 언어-분석적 규칙은 누진행렬 속에 있는 요소들을 논리적으로 조작하여 문제해결에 이르게 하는 규칙들을 말한다. RPM 문항들은 애초에 도형으로 제시되기 때문에 언어-분석적 규칙을 사용한다고 하더라도 시공간적인 처리 과정은 항상 수반된다.

Deshon, Chan과 Weissbein(1995)은 사고과정 에 관한 언어반응(on-line verbal protocol) 분석 을 통하여 다양한 유형의 규칙들이 Hunt (1974)가 제안한 시공간적 규칙 또는 언어-분석적 규칙으로 분류되는지를 검토하였다. 이 들의 연구 결과, 겹침(superimposition), 중복요소 삭제(superimposition with cancellation), 요소의 더 하기과 빼기(object addition and subtraction), 회 전(rotation), 반전(reversal) 규칙은 시공간적 규칙 을 사용하는 것으로, 행내의 일관성(constant in row), 양적변화(quantitative progression), 3가지 값 의 분포(distribution of three values), 2가지 값의 분포(distribution of two values)는 언어-분석적 규칙을 사용하는 것으로 나타났다.

심적 표상(mental representation)에 관한 Deshon 등(1995)의 연구결과 시공간적 규칙을 사용할 경우 시각에 기초한 또는 상사형 (analog) 표상만을 필요로 하지만 언어-분석적 규칙을 사용할 경우 상사형 표상과 함께 명제 적(prepositional) 표상을 함께 사용하는 것으로 나타났다. 따라서 시각적으로 제시되는 RPM 문제를 해결하는데 시공간적(또는 상사형) 표 상만을 사용하는 시공간적 규칙보다 요소들에 대한 시공간적 표상과 함께 논리적 조작을 통 해 요소들간의 관계를 파악해야 하는 언어-분석적 규칙 등이 어려움은 물론 문제풀이 시간 도 더 걸릴 것으로 예상할 수 있다.

Raven 방식 검사 문항에 대한 답을 이끌어 내려면 검사 문항에 내재된 요소들간의 관계 에 관한 규칙을 추론해내야 한다. 이때 요소 시각적 도형들이 친숙하지 않고 복잡한 형태 를 띤다면 시각적 조직화에 지장을 주어 문제 해결을 방해할 수도 있다(Primi, 2002). 물론 이 보다는 적용된 규칙의 유형이 문항 난이도에 더 큰 영향을 준다는 것이 일반적인 입장이다.

본 연구에서 검토하고자 하는 규칙들은 Raven 방식의 검사들에 많이 적용되고 조건별 오염변인의 통제가 가능한 4가지 규칙이다. Hunt가 분류한 다양한 규칙 유형 중 이들 4가 지 규칙을 선택한 이유는 규칙에 대한 정의가 명확하고 처리전략 또는 규칙간 구별이 뚜렷 하기 때문이다. 본 연구에서 사용하고자 하는 4가지 규칙은 다음과 같다. Hunt(1995)의 분류 기준에 의하면 회전과 반전규칙은 시공간적 규칙에, 양적변화와 행내의 일관성 규칙은 언 어-분석적 규칙에 해당한다.

### 회전 규칙

행내에서 칸(cell) 별로 요소를 대응시킬 때 회전 전의 요소와 회전 후의 요소를 대응시켜 야 한다.

그림 3의 문제를 풀기 위해서는 회전 규칙 을 추론해내야 한다. 회전 규칙을 추론해내기 위해서는 자극요소들의 시각적 이미지에 대한 심적 회전을 필요로 한다. 추론 과정에서 전 체 자극요소를 회전시키느냐 아니면 자극 요 소의 일부만을 회전시키느냐에 따라, 또 자극

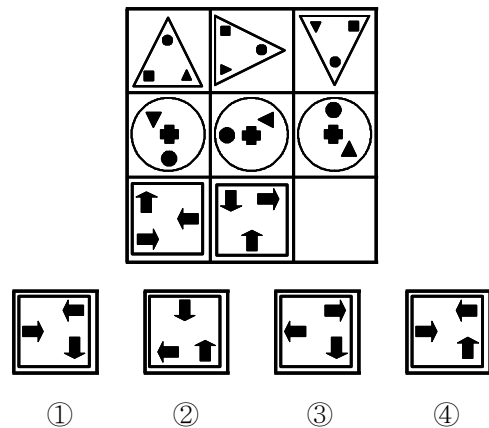


그림 3. 회전 규칙(답: ①)

요소들을 각기 따로 따로 회전시키느냐에 따라 지각적 조직화가 쉬울 수도 있고 어려울 수도 있다. 동일한 회전 문제라고 하더라도 자극요소의 친숙성과 지각적 조직화의 용이성 정도에 따라 문제의 난이도는 달라질 수 있다. 그림 3에서 사용된 자극요소는 비교적 친숙한 자극요소들이다. 지각적 조직화가 쉬운 경우는 그림 3과 같이 전체적인 패턴이 묶여져 회전하는 경우이다. 이 경우 별도로 자극들을 조직화해야 하는 부가적인 심적 노력은 요구되지 않는다. 그러나 칸(cell) 내에서 자극요소들이 부분별로 따로 회전될 경우 회전 규칙의 추론과 함께 조직화를 해야 하는 부가적인 심적 노력을 들여야 하기 때문에 난이도가 증가할 수 있다. 어떤 유형이 되었던 회전문제는 공간상에서 시각적 대응만을 요구하기 때문에 시공간적 규칙으로 분류된다.

**반전 규칙**

이 규칙은 행내에서 칸 별로 요소의 특징이 뒤바뀌는 경우이다.

그림 4의 반전 규칙을 추론하기 위해서는

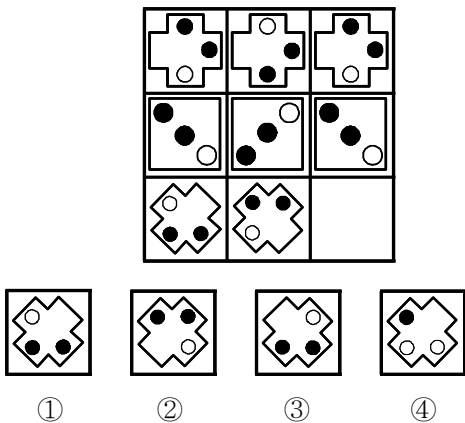


그림 4. 반전 규칙(답: ①)

행내의 칸 별로 자극요소들의 좌우 또는 상하 등으로 뒤바뀐다는 사실을 파악해야 한다. 회전 규칙에서와 마찬가지로 반전 규칙에서도 자극요소의 전체 패턴 또는 일부만을 대상으로 규칙이 적용될 수도 있다. 반전문제도 공간상에서 시각적 대응만으로 풀이가 가능하기 때문에 시공간적 규칙으로 분류된다.

**양적 변화 규칙**

이 규칙은 칸 별 요소의 수가 일정하게 증가하거나 감소하는 경우이다.

그림 5의 양적 변화 규칙을 추론하기 위해서는 칸내 요소의 수가 일정하게 변한다는 사실을 파악해내야 한다. 요소 수의 변화는 다양한 연산 규칙에 의해 이루어질 수 있기 때문에 올바른 규칙추론을 위해서는 요소 수의 변화를 일으키는 원리를 다양하게 추론해 보아야 한다. 양적 변화 규칙이 적용된 문제를 풀기 위해서는 공간상의 요소간 시각적 대응뿐만 아니라 변화에 영향을 주는 연산관계나 양적 변화 방법까지도 추론해내야 하기 때문에 이 규칙은 언어-분석적 규칙으로 분류된다.

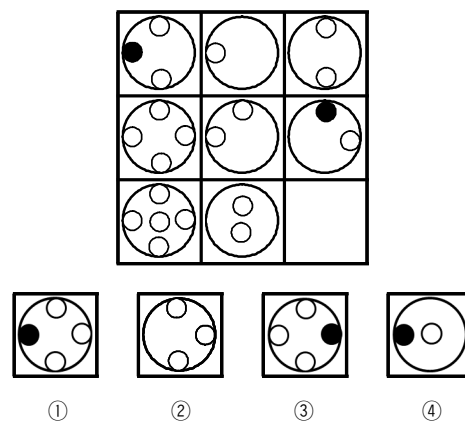


그림 5. 양적 변화 규칙(답: ②)

**행내의 일관성 규칙**

이 규칙을 적용하려면 칸내 요소들을 범주화 한후 범주별 요소들의 전체 또는 일부 특성이 각 행에서 동일한지를 판단해야 한다.

그림 6의 행내의 일관성 규칙을 추론하기 위해서는 칸내 요소들을 다양한 특징들에 의거하여 범주화 한후 범주 중의 일부 또는 전체가 행내에서 각 칸에 걸쳐 일관되게 나타나는지를 파악해야 한다. 우선 범주화를 위해서는 동일한 요소적 특징을 찾아내야 하는데 이 과정에서 지각적 변별이 요구된다. 자극요소가 다양하고 복잡할수록 지각적 변별은 더 어려워지고 조직화도 어렵게 된다. 지각적 변별에 의해 자극요소들을 범주화하기 어려워지면 행내 일관성 규칙 추론이 방해될 수도 있다. 본 연구에서는 자극요소의 범주화는 가급적 쉽게 하여 범주화가 규칙 추론을 방해하는 정도를 최소화시키고자 한다. 이 규칙의 추론을 위해서는 요소들간의 공통점을 추론하고 요소들간의 관계가 파악되어야 하기 때문에 언어-분석적 규칙으로 분류된다. 본 연구에서 실험 1은 이상에서 설명한 규칙유형에 따라 Raven 방식

검사의 문항 난이도가 달라지는지를 파악하기 위해 설계되었다.

일반적으로 Raven 방식의 검사는 단일 규칙을 추론하는 문제들로 이루어져 있다. 이러한 방식을 고수하더라도 자극요소들을 다양하고 복잡하게 구성하면 난이도가 다른 문항은 얼마든지 제작 가능하다. 그러나 자극요소의 복잡성으로 난이도를 조정하면 문제해결 규칙 추론 능력을 측정하기 위한 원래의 목적이 상실될 가능성이 있다.

요소의 모양이나 범주화가 아닌 규칙 추론 능력을 측정하되 난이도가 높은 문항을 제작하려면 한 문제에 2개 이상의 규칙을 적용하는 것도 한 가지 방법일 수 있다. 문제를 풀기 위해 추론해야 하는 규칙이 증가하면 당연히 정보처리 조작의 수는 증가하게 되고 수행시간은 길어지게 된다. 지금까지 적용된 규칙의 수에 따른 Raven 방식검사의 난이도를 검토한 연구는 거의 없다. 그러나 조작해야 할 심적 변형의 수가 증가 할수록 난이도가 증가한다는 Bethell-Fox 등(1984)의 연구를 통해 규칙 수의 증가가 문제를 보다 어렵게 하고 수행시간을 증가시킨다는 예상은 충분히 가능하다.

규칙을 조합하여 사용하는 것이 단일규칙을 사용하는 것보다 난이도를 증가시킨다는 예상은 가능해도 조합된 규칙들간의 난이도 예상은 상당히 어렵다. 규칙 하나 하나는 쉬운 규칙으로 분류되더라도 규칙들이 결합된 결과가 여전히 쉬우리라고는 예상하기 어렵기 때문이다. 그러나 시공간적 규칙이 결합되더라도 시공간적 처리만을 요구하기 때문에 시공간적 규칙의 결합이 언어-분석적 규칙의 결합보다는 처리과정이 더 단순하여 처리시간이 더 짧으리라는 예상은 할 수 있다. 실험 2는 규칙

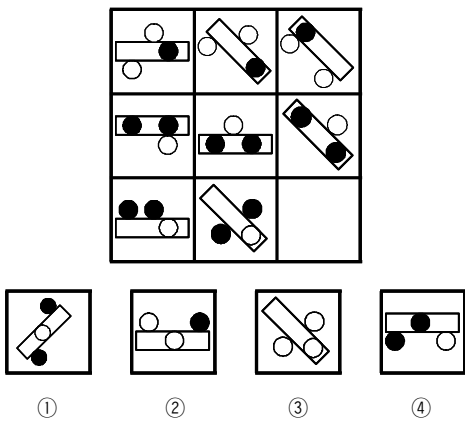


그림 6. 행내의 일관성 규칙(답: ①)

의 유형과 규칙의 수가 문항 난이도에 미치는 영향을 파악하기 위해 설계되었다.

### 실험 1

실험 1은 규칙 유형간 난이도<sup>2)</sup>를 검증하기 위해 수행되었다. Hunt(1974)의 분류기준에 따라 시공간적 규칙과 언어-분석적 규칙으로 세부 규칙들을 분류하고 이들 중 실제문제에서 가장 많이 이용되고 조작이 용이한 4개의 규칙을 선정하였다. 실제 사용되는 문제에서는 모든 규칙에 동일한 도형요소를 사용하는 것이 아니라 다양한 도형들이 사용된다. 실험 1에서도 향후 일반화를 위해 규칙마다 동일한 도형을 사용하지 않고 비교적 다양한 도형을 사용하였다. 도형요소의 차이에서 오는 오염 가능성을 배제하기 위해 비교적 친숙한 도형을 사용하였다. 앞서 설명한 근거에 의해 규칙간 난이도에 대한 가설은 다음과 같다.

2) 본 연구에서 문항 난이도(item difficulty)라는 용어는 상당한 오해의 소지가 있다. 원 Raven 검사는 문항이 쉬운 것에서 어려운 것으로 순서대로 배열되어 시간제한 없이 문항을 풀 수 수준을 측정하게 되어있다. APM(Advanced Progressive Matrices) 검사에서는 36개의 문항을 푸는데 40분의 시간 제한을 둔다. 인사선발 상황에서 시간제한 없이 검사를 실시하기란 대단히 어렵다. 따라서 선발 도구의 한 영역으로 Raven 검사를 하위검사로 사용할 경우 다른 하위검사들과 마찬가지로 중간 정도의 난이도가 있는 다수의 문항을 제한시간 내에 풀도록 하는 방법을 가장 많이 사용한다. 원래 난이도는 정답률을 가지고 따지지만 본 연구에서는 반응시간으로 판단하고자 한다. Raven 방식 검사의 문제를 푸는 데는 규칙생성(rule generation) 과정이 결정적인 역할을 하기 때문이다(Verguts, De Boeck, & Maris, 2000).

**가설 1.** 언어-분석적 규칙이 시공간적 규칙에 비해 문제풀이 시간이 더 오래 걸릴 것이다.

### 방 법

#### 실험 참가자

경북 소재 D대학교에 재학 중인 대학생 33명이 실험에 참여하였다. 전체 33명의 피험자 중 23명(69.70%)이 남학생, 10명(30.30%)이 여학생이었다.

#### 실험 재료 및 도구

실험에 사용된 컴퓨터 기종은 Pentium Processor(1400 Mhz)노트북이며 과제 제시 프로그램은 Visual Basic 6판을 사용하였다. 실험에 사용된 재료는 4개의 규칙(행내의 일관성, 양적 변화, 회전, 반전)별로 4개의 문항씩 총 16문항으로 이루어진 Raven 방식의 검사이다. 예비 검사에서 시간제한없이 풀게 했을 때 정답률이 90%이상인 문항을 선정하였다. 또 60초 이내에 풀 수 있는 문항을 선정하였다<sup>3)</sup>.

#### 실험 절차

모든 검사 문항은 컴퓨터 화면에 제시되었고 실험자와 피험자가 함께 참여하였다. 모든 과제 수행은 신상정보를 기록할 때를 제외하

3) 문항 당 60초 이내는 APM 문항보다는 쉬운 기준이다. APM의 경우 제한 시간 40분에 36문항이기 때문에 문항 당 할당되는 시간 평균은 66.7초이다.



고 모두 마우스를 사용하여 이루어졌다. 과제 수행 요령은 검사 소개를 알리는 첫 화면이 제시되고 피험자의 인적사항을 기록하는 화면이 제시된 후, 검사의 시작을 알리는 화면이 제시된다. 그 다음 실험 설명용 연습과제가 제시된 후 2개의 연습과제가 주어지면서 과제 수행방법을 익히게 된다. 두 번의 연습시행 후 본 시행을 알리고 16개의 본 시행 과제를 수행하게 되는데 화면에 과제가 제시되면 피험자는 과제를 수행하게 되고 5개의 선택지 중 하나를 마우스를 사용하여 클릭하게 된다. 소요시간은 연습과제를 포함하여 약 40분 정도이다.

### 실험설계

모든 피험자가 4조건의 과제를 모두 수행하게 하는 1원 피험자내 설계이다. 종속측정치는 하나의 문제가 제시된 후 정답을 클릭할 때까지의 시간이다. 시간은 msec 단위로 측정되었다. 단, 결과 제시에서는 초(second) 단위로 환산하여 제시하였다. 정답을 한 자료만을 분석대상으로 포함되었으며 전체 정답률은 93.5%였으며 조건간 정답률에서의 차이는 보이지 않았다. 각 조건에서 개인의 반응 시간은 조건당 4개 문항 중 정답문항들의 반응시간 평균이다.

### 결과 및 논의

규칙유형간 반응시간 평균이 그림 7에 제시되어 있다.

규칙간 반응시간의 차이를 알아보기 위한 변량분석결과 규칙간 반응시간의 차이( $F(3,$

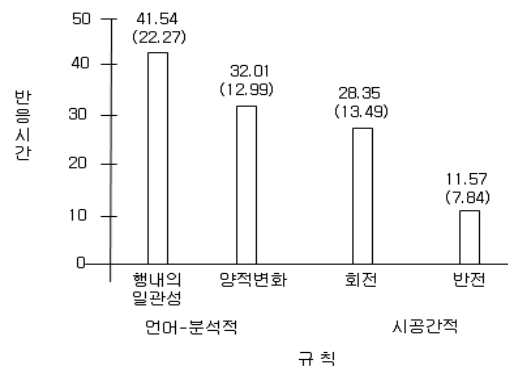


그림 7. 규칙간 반응시간 평균(단위: 초)

96)=38.28,  $MSe=134.74$ ,  $p<.0001$ )는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 언어-분석적 2개의 규칙과 시공간적 2개의 규칙간 비교분석결과, 언어-분석적 규칙의 반응시간이 시공간적 규칙보다 유의한 차이를 보이지 않았다( $F(1, 96)=3.21$ ,  $MSe=134.74$ ,  $p<.076$ ).  $p$ 값이 .076으로 가설과 일관된 경향성은 관찰되었다.

사후 평균간 비교분석(scheffe 검증) 결과, 언어-분석적인 규칙 중 행내의 일관성 규칙은 시공간적 규칙인 회전과 반전 규칙보다 반응시간이 유의미하게 느린 것으로 나타났다. 양적 변화 규칙과 회전 규칙 간에는 유의미한 반응시간차이를 보이지 않았다. 언어-분석적인 규칙들 내에서 행내의 일관성 규칙이 양적변화 규칙 보다 반응시간이 유의미하게 느렸고, 시공간적인 규칙들 내에서 회전 규칙이 반전 규칙 보다 반응시간이 유의미하게 느린 것으로 나타났다.

실험 1을 통한 규칙간 난이도 검증 결과 언어-분석적 규칙인 행내의 일관성 규칙은 시공간적인 규칙인 회전 규칙과 반전 규칙보다 반응시간이 유의미하게 느린 것으로 나타났다. 양적 변화 규칙은 반전 규칙보다는 느렸으나 회전 규칙과는 유의미한 차이를 보이지 않아

가설 1은 일부만 지지되었다. 그러나 언어-분석적 규칙인 양적 변화 규칙과 시공간적 규칙인 회전 규칙과의 반응시간 차이가 유의하지 않은 것으로 나타난 이 결과는 두 가지 의미로 해석될 수 있다. 첫째, 규칙의 추론과정에서 서로 다른 처리 전략 외에 다른 잠재적 요인이 영향을 주었을 가능성이 있다. 양적 변화 규칙에 요소 수의 감소나 증가가 뚜렷하여 지각적 조직화가 쉬웠기 때문이었을 수 있다. 둘째, 실험 과제의 제작 과정에서의 문제점으로 인한 결과로 해석될 수 있다. 양적변화 규칙에서 요소 수의 변화를 탐색하기 위해 적용된 방식이 다양하지 못해 상대적으로 문제해결과정이 쉬웠을 가능성이 있을 수 있다.

## 실험 2

실험 2는 Raven 방식 검사의 문항 난이도의 여러 요인 중 규칙의 유형과 규칙 수의 변화가 문항의 난이도에 미칠 수 있는 영향을 파악하기 위해 설계되었다. 단일 규칙에 대한 추론과정보다 2개의 규칙이 조합되었을 때의 추론과정이 정보처리 조작의 수가 증가하여 난이도는 증가할 것이라는 예상이 가능하다. 또 단일 규칙에서 뿐만 아니라 2개의 규칙이 조합되었을 때도 언어-분석적 규칙이 시공간적 규칙보다 문제를 푸는데 더 어려움을 겪을 것이라는 점을 예상할 수 있을 것이다. 단, 어려운 규칙 2개가 결합되었을 때 난이도의 급격한 증가는 쉽게 예상하기 어렵다. 따라서 실험 2에서는 상호작용에 대한 가설 없이, 규칙의 유형과 관련해서는 가설 1에서 제시된 바 있어 규칙의 수에 관한 주효과 가설만을 세우기로 하였다.

**가설 2.** 규칙의 수가 1개인 경우보다 2개인 경우 문제풀이 시간이 더 오래 걸릴 것이다.

### 실험 참가자

경북 소재 D대학교에 재학 중인 대학생 23명이 실험에 참여하였다. 전체 23명의 피험자 중 12명(52.17%)이 남학생, 11명(47.83%)이 여학생이었다.

### 실험 재료 및 도구

실험에 사용된 도구는 규칙의 수가 추가된 것을 제외하고는 실험 1과 동일하다.

실험 2에 사용된 재료는 실험 1의 결과에서 어려운 규칙 1개와 쉬운 규칙 1개를 선택한 후 2개의 규칙을 적용한 문항(양적변화 2개, 반전 2개)과 1개의 규칙을 적용한 문항(양적변화, 반전)으로 이루어진 총 16문항으로 구성된 Raven 방식 검사이다. 실험 2에서 어려운 규칙으로는 양적 변화를, 쉬운 규칙으로는 반전 규칙을 사용한 이유는 다음과 같다. 실험 1에서 가장 차이를 보인 규칙은 행내의 일관성과 반전이였다. 실험 2에서 너무 극단적인 2개의 규칙을 사용하기 보다는 향후 일반화를 위해 두 규칙간 유의한 차이를 보이되 중간정도의 차이를 보이는 규칙들 중 언어-분석적 규칙과 시공간적 규칙 중 각 1개씩을 선정하였다.

그림 8은 도형 면의 크기와 색이 사용된 양적 변화 규칙이 한 재료 내에서 2가지로 구성된 예이다. 2개의 양적변화 규칙이 적용된 문제를 해결하기 위해서는 각 행에서 도형요소 수의 변화를 서로 다른 원리로 각각 추론해 내야만 한다. 재료에 사용된 도형은 비교적 친숙한 범위내에서 다양하게 선택하였고 그

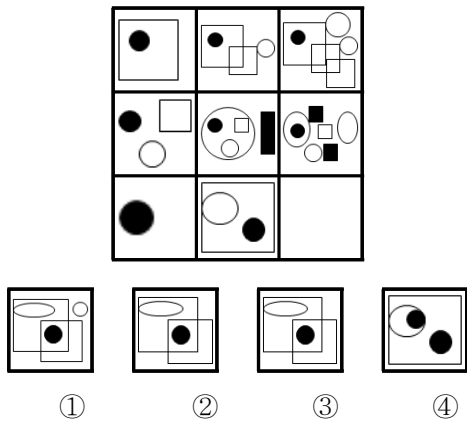


그림 8. 양적 변화 규칙 2개(도형 면의 크기와 색)  
(답: ①)

크기를 다양하게 변화시켰다. 색은 흰색과 대비되는 검은색만을 사용하였다. 도형 면의 크기와 색은 그 외의 다른 규칙에서도 동일하게 적용되었다.

그림 9는 2개의 반전 규칙이 적용된 예이다. 2개의 반전 규칙이 적용된 문제를 해결하기 위해서는 도형 요소의 전체 또는 일부가 좌, 우 또는 상, 하로 뒤바뀌는 특성을 함께 추론

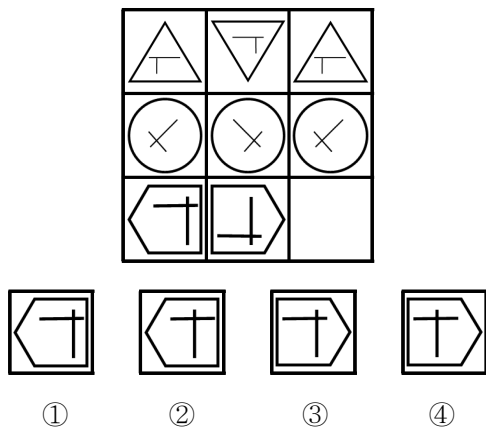


그림 9. 도형의 면과 선이 적용되고 반전 규칙 2개가 적용된 문항 (답: ①)

해내야만 한다. 2개의 반전 규칙에 사용된 도형 요소는 비교적 친숙한 도형요소를 사용하였으며 크기는 변화시키지 않았다. 선은 직선만을 사용하였으며 각 규칙 정의에 맞게 직선 자체와 그리고 도형요소와의 다양한 조합을 통해 재료를 구성하였다. 도형의 면과 선은 다른 규칙에서도 동일하게 적용되었다.

실험 2의 과제 제시 방식과 제시 프로그램은 실험 1과 같다.

### 실험 절차

모든 과제 수행 절차는 실험 1과 같다. 전체 실험 시간은 연습과제를 포함하여 약 30분 정도 소요되었다.

### 실험설계

모든 피험자가 규칙의 수(2수준: 1, 2개)와 규칙의 난이도(2수준: 어려운, 쉬운) 과제를 수행하게 하는 2원 피험자내 설계이다. 종속측 정치는 하나의 문제가 제시된 후 정답을 클릭할 때까지의 시간이다. 시간은 msec 단위로 측정되었다.

### 결과 및 논의

표 1에는 규칙 수에 따른 반응시간의 평균과 표준편차가 제시되어 있다. 자료분석은 규칙 수(1개, 2개)×난이도(어려운, 쉬운)에 따른 반응시간의 차이를 알아보기 위한 변량분석을 실시하였다. 분석 결과 규칙 수와 난이도의 주효과가 유의하게 나타났다. {각각  $F(1, 20) = 67.31, p < .0001, F(1, 21) = 4.56, p < .05$ }. 또한

표 1. 규칙 수에 따른 반응시간의 평균과 표준편차

규칙의 난이도	규칙 수		
	1개	2개	전체
어려운규칙	25.34( 9.08)	53.28(19.85)	38.34(20.50)
쉬운규칙	11.66( 7.27)	49.39(24.59)	28.64(25.56)
전체	18.65(10.69)	51.44(22.00)	33.66(23.45)

주) 단위는 초(second)

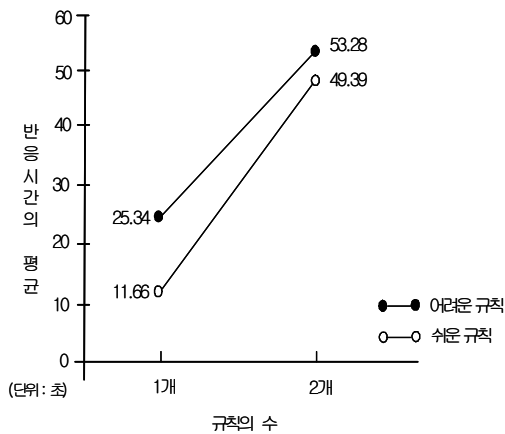


그림 10. 규칙 수와 난이도에 따른 반응시간의 평균

규칙 수와 난이도의 상호작용 효과도 유의하게 나타났다( $F(1, 16)=9.34, p<.001$ ). 단순 주효과 분석을 실시한 결과, 규칙 수가 한 개일 경우에는 어려운 규칙이 쉬운 규칙보다 문제 풀이 시간이 느린 것으로 나타났다지만( $F(1, 21)=34.52, p<.0001$ ) 규칙 수가 2개일 경우에는 난이도에 따른 문제풀이 시간에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다( $F(1, 16)=0.00, p<.9471$ ). 따라서 2개의 규칙이 적용된 문항의 반응시간은 1개의 규칙이 적용된 문항보다 느린 것으로 나타나 규칙의 수가 난이도에 영향을 미친다는 사실을 확인 할 수 있었다.

## 종합 논의

규칙의 유형과 수가 Raven 방식검사의 문항 난이도에 미치는 영향을 탐색하는 것이 본 연구의 주된 목적이다. 이를 위해 수행된 실험 1과 2의 결과를 요약하고 논의하면 다음과 같다.

실험 1은 문항 난이도에 가장 큰 영향을 주는 것으로 알려진 규칙 유형간 난이도를 검증하기 위해 설계되었다. 실험 1의 결과 문제를 해결하기 위해 시각적 표상과 명제적 표상을 함께 사용해야 하는 언어-분석적 규칙(행내의 일관성, 양적 변화)이 시각적 표상만을 주로 사용하는 시공간적 규칙(회전, 반전)보다 문제 풀이 시간이 부분적으로 더 느린 것으로 나타났다. 행내의 일관성 규칙은 2개의 시공간적 규칙보다 더 느린 것으로 나타났으나 양적 변화는 반전 규칙보다는 느렸으나 회전 규칙과는 차이를 보이지 않았다.

언어-분석적 규칙 중 행내의 일관성이 양적 변화 규칙보다 풀이시간이 더 오래 걸린 이유는 규칙추론의 난이도 차이라기보다는 규칙추론 이전의 지각적 조직화에서의 차이 탓으로 보인다. 양적 변화규칙을 추론하는데서 요소 항목들에 대한 범주화는 요구되지 않는다. 그러나 행내의 일관성 규칙을 추론하는데는 우선 요소항목들을 범주화 한 후 각 범주 자극이 행내에서 일관되는지를 판단해야 한다. 물론 본 연구 결과만으로 이러한 결과를 단정 짓기는 어렵지만 추후 연구에서 비록 규칙간 난이도보다는 덜 하지만 지각적 조직화도 문항 난이도에 영향을 줄 수 있음이 고려되어야 한다(Primi, 2002).

두 가지 표상을 이용해야 하는 양적 변화 규칙과 단일 표상을 이용하는 회전 규칙간 차

이를 보이지 않은 결과에 대해서는 다음과 같은 해석이 가능할 것이다. 양적 변화 규칙은 비록 2가지 표상을 이용해야 한다는 부담은 있으나 자극요소에 대한 개수만 계산하면 문제해결이 가능하다. 반면 회전 규칙은 시각적 표상만을 이용하지만 단일 도형이 아닌 복수의 도형을 이용할 경우 각 도형의 회전 방향을 따로 따로 확인해야 올바른 문제 해결에 이를 수 있다. 반전 규칙 또한 요소의 방향을 파악해야 하지만 상하 또는 좌우이어서 회전 규칙에 비해 판단이 훨씬 단조롭다는 차이가 있다. 만약 실험 1에서 회전 규칙을 사용하되 요소도형을 단순화하거나 요소의 수를 크게 줄였다면 양적 변화 규칙과 차이를 보이고 반전 규칙과 유사한 난이도를 보였을 수 있다.

실험 2는 규칙의 유형과 수가 문항 난이도에 미치는 영향을 확인하고자 설계되었다. 실험 1에서 사용된 규칙 중 차이가 극단적이지 않은 2개의 규칙(양적 변화, 반전)을 사용하였는데 이들 규칙들은 비교적 규칙추론 외에 시각적 조직화에 영향을 덜 받는 규칙들이다.

실험 2의 결과 규칙 수에 관계없이 언어-분석적 규칙에 해당하는 양적 변화 규칙이 시공간적 규칙에 해당하는 반전 규칙보다 문제 풀이 시간이 더 오래 걸리는 것으로 나타났다. 규칙의 수에 따른 효과는 규칙 자체의 난이도에 따라 다소 다른 결과를 보였다. 쉬운 규칙은 2개일 때가 1개일 때 보다 반응시간이 더 오래 걸렸으나 어려운 규칙에서는 규칙의 수에 따른 차이를 보이지 않았다. 전체적으로 규칙 유형에 따른 효과에 비해 규칙 수에 따른 효과가 더 작게 나타났다.

통상 Raven 방식의 검사를 2개의 규칙을 적용하여 제작할 때 동일 규칙을 두 번 적용하기 보다는 상이한 2개의 규칙을 사용하는 경

우가 많다. 그러나 실험 2에서는 쉬운 규칙과 어려운 규칙 모두 동일한 규칙을 두 번 적용하는 식으로 문제를 구성하여 하나의 규칙을 추론한 후 또 한 번의 동일 규칙을 추론하는 데는 상대적으로 시간이 덜 걸렸을 수도 있다. 규칙의 수에 대한 가설(가설 2)이 부분적으로 지지되기는 하였으나 동일 규칙을 반복하였음에도 규칙의 수에 따른 효과가 부분적으로 나타났다는 사실은 향후 문항 난이도를 증가시키고자 할 때 유용한 정보로 사용될 수 있음을 시사한다.

본 연구가 지니는 제한점과 추후 연구 방향을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 Raven 방식검사의 난이도에 영향을 주는 변인으로 규칙의 유형과 수의 효과를 탐색하였다. 이 과정에서 Hunt(1974)의 분류 기준만을 사용하였기 때문에 많은 규칙 유형 중 일부를 검토하게 되었다. 단, 본 연구에서 실제 사용한 규칙들은 Carpenter 등(1990)은 물론 Raven 검사와 관련된 대부분의 연구에서도 제시된 규칙이다. 향후 연구에서는 본 연구에서 사용된 규칙 외에 여러 연구들에서 제안된 다양한 규칙들을 검증해 볼 필요가 있다. 단 다양한 규칙들에 대한 검토에 앞서 이들 규칙들을 포괄할 수 있는 분류기준을 사용하거나 현재로서 그러한 분류기준이 마련되어 있지 않다면 모든 세부규칙을 적용하여 문항을 구성한 후 범주화해야 할 필요가 있다.

둘째, 실험 1과 2에 걸쳐 도형 요소의 수와 도형의 유형이 통제되지 않았다. 물론 이들을 완전히 통제했을 경우의 결과는 일반화와 문항 제작의 융통성을 크게 축소시킬 수 있다. 그러나 문항 난이도에 영향을 주는 요인을 보다 명확히 파악하려면 이러한 가외변인을 통제된 실험 결과가 뒷받침되어야 할 것이다.

셋째, 실험 1에서 문제해결을 위해 사용하는 표상이 문항 난이도에 영향을 줄 가능성이 있는 것으로 확인되었다. 그러나 이와 함께 규칙 추론 이전에 요소도형들은 범주화를 요구하느냐 아니냐가 문항 난이도에 영향을 줄 가능성 또한 확인되었다. 규칙별로 사전 범주화 요구정도에서 차이를 보일 가능성이 있다면 이를 하나의 변인으로 도입하여 검증해 보는 것도 범주화와 규칙 추론간 심적 노력 정도를 분리시킬 수 있는 방법일 것이다.

넷째, 규칙의 수와 관련하여서는 추후 보다 다양한 실험결과가 추가되어야 보다 정확한 해석이 가능할 것이다. 우선 규칙의 수를 3-4 회까지 적용한 문제나 동일 규칙의 반복 적용이 아닌 상이한 규칙들을 조합했을 경우 유형의 효과 외에 규칙 수에 따른 효과가 추가적으로 나타나는 지도 확인해볼 필요가 있다.

마지막으로 문항 난이도와 정보처리 단계와 관련된 가설들이 보다 분명하게 해석되려면 반응시간과 같은 애매한 측정치보다는 정보처리 과정을 직접 확인할 수 있는 방법론이 요구된다. 정확한 문제해결 절차나 문제해결을 어렵게 하는 요인을 이해하기 위해서는 언어 반응 분석을 함께 실시할 필요가 있다. 문제를 해결하는 과정에서 일어나는 모든 사고과정을 언어로 말하게 함으로써 문제해결과정에서 이루어지는 모든 정보처리 과정을 탐색해 본다면 규칙 유형별 인지적 처리 과정의 차이점을 확인할 수 있고 또한 어떤 과정에서 오류가 발생하는지도 확인 가능할 것이다.

### 참고문헌

임호찬 (2003). 한국판 Raven 비언어성 지능검

사에 관한 표준화 연구. 특수교육연구, 10(1), 87-103.

전덕임 (1995). Raven Progressive Matrices 검사의 한국판 개발을 위한 예비연구. 충북대학교 대학원 석사학위 청구논문.

하대현 (2005). R. Sternberg 지능 이론의 발달: 의의, 국내 연구 및 과제. 한국심리학회지: 사회문제, 11(1), 157-180.

Bethell-Fox, S. E., Lohman, D. F., & Snow, R. (1984). Adaptive reasoning: Componential and eye movement analysis of geometric analogy performance. *Intelligence*, 8, 205-238.

Carpenter, P. A., Just, M. A., & Shell, P. (1990). What one intelligence test measures: A theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. *Psychological Review*, 97, 404-431.

Deshon, R. P., Chan, D., & Weissbein, D. A. (1995). Verbal overshadowing effect on Raven's Advanced Progressive Matrices: Evidence for multidimensional performance determinants. *Intelligence*, 21, 135-155.

Dillon, R. F., Pohlman, J. T., & Lohman, D. F. (1981). A factor analysis of Raven's Advanced Progressive Matrices freed of difficulty factors. *Educational and Psychological Measurement*, 41, 1295-1302.

Dolke, A. M. (1976). Investigation into Certain psychometric properties of Raven's Standard Progressive Matrices Test. *Indian Journal of Psychology*, 51(3), 225-236.

Evans, T. G. (1968). A program for the solution of geometric analogy intelligence test question. In M. Minsky (Ed), *Semantic information processing* (pp.271-353). Cambridge,

- MA: MIT Press.
- Green, K. E., & Kluever, R. C. (2001). Components of item difficulty of Raven's Matrices. *The Journal of General Psychology, 119*(2), 189-199.
- Guilford, J. P., (1956). The structure of intellect. *Psychological Bulletin, 53*, 267-293.
- Hunt, E. (1974). Quote the Raven? Nevermore! In L. W. Gregg(Ed.), *Knowledge and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Meo, M., Roberts, M. J., & Marucci, F. S. (2007). Element salience as a predictor of item difficulty for Raven's Progressive Matrices. *Intelligence, 35*(4), 359-368.
- Mulholland, T. M., Pellegrino, J. W., & Glaser, R. (1980). Components of geometric analogy solution. *Cognitive Psychology, 12*, 252-284.
- Primi, R. (2002). Complexity of geometric inductive reasoning tasks, Contribution to the understanding of fluid intelligence. *Intelligence, 30*, 41-70.
- Richardson, K. (1991). Reasoning with Raven - in and out of context. *British Journal of Educational Psychology, 61*, 129-138.
- Schmidt, F. L., & Hunter, J. E. (1998). The validity and utility of selection methods in personnel psychology: Practical and theoretical implications of 85 years of research findings. *Psychological Bulletin, 124*(2), 262-274.
- Slater, P. (1948). Comments on "The comparative assessment of intellectual ability." *British Journal of Psychology, 39*, 20-21.
- Sternberg, R. J. (1977). *Intelligence, information processing and analogical reasoning: The componential analysis of human abilities*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Verguts, T., De Boeck, P., & Maris, E. (2000). Generation speed in Raven's progressive matrices test. *Intelligence, 27*(4), 329-345.
- 1차원고접수 : 2008. 4. 10.  
수정원고접수 : 2008. 6. 10.  
최종게재결정 : 2008. 9. 16.

## **The Effect of the Number and Types of Rules on Item Difficulty of Raven-type Test**

**Yoon, Hee-Hyun**

Korea Employment Information Service

**Lee, Jong Goo**

Department of Psychology Daegu University

The purpose of this study was to investigate the effect of the number and types of rules needed to solve the Raven's progressive Test on the degree of item difficulty. The effects of rule types and rule number were examined separately using two experiments. In Exp. 1, 33 participants experienced all 4 rules. These 4 rules were 2 Verbal-analytic rules (i.e., Row in constant rule and Quantitative progression rule) and 2 Visuo-spatial rules (i.e., Rotation and Reverse). The verbal-analytic rules were known as more complicated than the Visuo-spatial rules. The results showed that item difficulty of Row in constant rule was higher than visuo-spatial rules. In addition, we found that the item difficulties of the Quantitative progression rule and the Rotation rule were not significantly different. In Exp. 2, we manipulated number and type of rules (i.e., 1 easy rule vs. 1 difficult rule vs. 2 easy rules vs. 2 difficult rules) using 23 participants. The Exp. 2 showed the following results: 1) It took more time to solve problems which have 2 rules than 1 rule. 2) The interaction effect of number and type of rules was significant. That is, when only one rule was applied, it took more time to solve problems with difficult rule than easy rule, but no significant difference was found when two rules were applied. The implication of the results was discussed.

*Key words* : Raven's progressive test, item difficulty, type of rules, number of rules