

작업기억 용량과 부화 및 창의성의 관계

박 회 경 박 미 자 이 정 모

성균관대학교 심리학과

본 연구는 작업기억이 문제해결에 관련된 현상인 부화와 창의성과 어떤 관련이 있는지를 알아보기 위하여 수행되었다. 연구 1에서는 작업기억 용량과 부화와의 관계를 살펴보고, 연구 2에서는 작업기억 용량과 창의성간의 관계를 살펴보았다. 연구 결과 연구 1에서는 작업기억 용량이 큰 경우는 부화기간의 삽입에 의한 문제해결 수행의 촉진이 관찰되지만 작업기억 용량이 작은 경우는 부화기간의 삽입에 의한 부화효과가 관찰되지 않았다. 그리고 부화기간이 삽입되지 않은 연속적 작업의 경우에는 작업기억 용량에 따른 문제해결 수행의 차이가 없었다. 연구 2에서는 작업기억 용량이 창의성의 하위점수 중 정교성의 점수와 관련이 있는 것으로 나타났다. 즉 작업기억 용량이 큰 집단이 용량이 작은 집단보다 높은 정교성 점수를 보였다. 본 연구 결과는 작업기억의 용량이 다양한 인지기능의 개인차에 개입하고 있음을 시사한다. 또한 작업기억이 통제적 처리를 직접 요구하는 과제뿐만 아니라 다양한 사고수행 과제에 영향을 미칠 가능성을 검토하였다는 데 의의가 있다.

주제어 작업기억, 개인차, 부화, 창의성, 문제해결, 인출

* 본 연구는 과학기술부의 'Braintech 21'의 '뇌과학연구' 지원을 받아 수행되었다.
연구 1은 2001년 International Conference on Memory에서 발표되었고, 연구 2는 2001년 International Conference of Cognitive Science에서 발표되었다. 본 논문을 읽고 좋은 지적을 해 주신 심사위원들과 실험을 도와준 정재학, 이우정에게 감사드린다.

교신처자 주소: 박회경, 서울시 종로구 명륜동 3가 53 성균관대학교 심리학과, 〒110-745

(e-mail: hkpark@dragon.skku.ac.kr)

작업기억 모형(Baddeley & Hitch, 1974)이 제안된 이후로 작업기억은 인지심리학에서 가장 많이 다루어진 주제 중의 하나이다. 그 이유의 하나는 많은 인지기능이 작업기억에 기반을 두고 있기 때문이다. 작업기억 모형은 하부체계들에 대한 경험적인 증거들뿐만 아니라 하부체계들을 관장하는 중앙집행기(central executive) 기능에 대한 행동적, 신경적 자료들과 임상 자료들이 축적되면서 그 이론적 타당성을 한층 인정받고 있다. 중앙집행기는 작업기억의 작동을 관장하며, 인지자원을 배분하고, 주의과정을 지배하는 처리기이다(Jonides, 1995). 작업기억 모형의 핵심적 요인으로 중앙집행기 기능이 강조되면서 작업기억의 통제처리나 개인차에 대한 연구들이 증가하였다.

작업기억이 인지기능을 설명하는 중요한 요인임은 수많은 연구에서 거듭 지적되고 있다(자세한 논의는 Engle, Kane, & Tuholski, 1999를 참조하시오). 작업기억이 인지기능에 미치는 영향을 보려고 했던 초기의 연구들에서는 단순한 단기기억 폭 과제를 사용했는데, 이때 단기기억 폭 과제로 측정된 능력은 인지기능의 수행을 잘 설명하지 못했다. 즉 단순한 숫자나 단어 폭 과제의 수행은 읽기 이해를 포함하는 복잡한 과제의 수행과 거의 관련이 없는 것으로 나타났다(Daneman & Carpenter, 1980). 그러나 제한된 인지기능을 배분하고 조정하는 기능에 초점을 맞춘 과제들이 나오면서, 작업기억과 인지기능의 개인차에 대한 연구는 매우 활발해졌다. 이중부하를 요구하는 작업기억 용량(working memory capacity) 과제들은 복잡한 인지과제들의 수행과 작업기억의 관련성을 예증하고 있다. 특히 작업 폭이 읽기나 언어이해, 어휘학습, 쓰기, 추론 및 복잡한 학습과 같은 실제계 인지과제들의 수행과 의미 있게 관련이 있다는 것이 여러 연구들에서 검증되었다(Daneman & Merikle, 1996; Just & Carpenter, 1992; Richardson, 1996).

그러나 작업기억을 다목적 자원(all-purpose

resource)으로 접근하여야 하는지 아니면 영역-특정한 자원들(domain-specific resources)로 구성된 하나의 체계로 접근하여야 하는지에 대해서는 논쟁의 여지가 있다. 작업기억을 다목적 자원으로 보는 입장(예, Kyllonen & Christal, 1990; Cantor & Engle, 1993)에서는 작업기억이 전체 인지기능과 관련되어 있으며, 인지능력을 재는 점수중의 하나인 지능지수와도 관련지을 수 있다고 주장한다. 그러나 다른 연구자들은 작업기억을 각 영역에 특정한 자원들이 모여있는 체계로 보고 과제에 특정한 인지 기능에 개별적 접근을 해야 한다고 주장한다(Carpenter, Miyake & Just, 1995). 이러한 두 가지 입장을 절충하는 접근이 Ericsson과 Kintsch(1995)에 의해 제기되었는데, 이들은 단기 작업기억과 장기 작업기억이라는 두 종류의 작업기억을 제안하였다. 단기 작업기억은 정보에 대한 일반 처리기로서 기능하며, 장기 작업기억은 영역-특정한 처리기라는 주장이다.

작업기억을 다목적 자원으로 보는 입장에서는 다양한 인지기능에서 나타나는 개인차들을 일반적 다목적 자원인 작업기억 용량의 차이로 설명할 수 있다고 주장한다. 즉 작업기억 용량이 크면 처리해야 하는 자극에 주의집중과 통제처리를 잘해서 전반적 인지수행에서 보다 효율적인 처리를 할 수 있다는 것을 의미한다. 그러나 작업기억이 잘 구조화되지 않은 문제들이나 잘 정의되지 않은 문제들에 대한 문제해결에서의 개인차와도 관련 있는 다목적 자원인가 하는 점은 깊게 연구되지 않고 있다. 본 연구에서는 통찰을 요구하는 문제나 창의성을 요구하는 상황에서 다목적 자원으로의 작업기억 차이가 문제해결의 부화와 창의적 문제해결 수행과 관계되는지를 살펴보고자 한다.

작업기억 용량과 부화(incubation)

부화(incubation)는 초기에 과제에 대한 의식적 작

업을 한 후, 그 과제에 대한 의식적 작업을 하지 않은 상태로 일정기간이 소요된 다음에 다시 그 과제를 처리할 때 나타나는 사고수행의 촉진을 의미한다. 부화는 기억 내에 과제해결에 필요한 정보가 저장되어 있지만, 인출에 문제를 갖고 있다는 점에서 창의적 걱정이나 설단현상과 유사하지만, 단순한 회상의 촉진이 아닌 사고수행의 촉진이 필요하다는 특징을 지니고 있다. 부화를 연구하는 전형적 실험 패러다임은 첫 번째 문제해결 시행과 두 번째 문제해결 시행동안 삽입기간을 두어서, 삽입기간이 없이 계속적으로 문제해결 작업을 한 결과와 차이가 있는지를 비교해 보는 것이다.

사고과정에서 부화현상에 대한 관심은 아르키메데스(Archimedes)의 문제해결 일화나 분자구조 발견에 얽힌 케쿨(Kekule)의 일화에 대한 사람들의 관심에서도 잘 나타나 있다. 부화가 일상적 수준에서나 학문적 수준에서 관심을 끄는 주제임에는 틀림이 없지만, 부화에 대한 설명은 아직 폭넓게 동의되는 단일한 이론이 없다. 경험적 자료에 의해 지지되는 설명 중 하나는 망각-고착 가설(forgetting-fixation hypothesis)이다.

망각-고착 가설은 Smith와 Blankenship (1989)에 의해 제안되었다. 망각-고착 가설은 일단 틀린 답이 인출되게 되면 처음의 문제해결 시행기간 동안에는 맞는 답에 접근할 수 없다고 가정한다. 즉 틀린 답에 대한 고착이 맞는 답에 대한 접근을 방해한다는 것이다. 그러나 일정한 시간의 흐름이나 다른 과제 또는 활동에의 몰입과 같은 요인들에 의하여 틀린 답을 망각하게 되면 맞는 답에의 접근이 상대적으로 더 자유로워져서 맞는 답의 인출을 통한 부화가 나타날 수 있다는 것이다. 이 설명에 의하면, 틀린 정보에 대한 망각이 클수록 부화효과가 관찰될 수 있는 가능성은 더 크다(Smith & Blankenship, 1991). 그렇다면 첫 문제해결 시행에서 잘못된 정보에 고착이 될수록, 그 정보에 대한

망각의 여지가 생기게 된다고 볼 수 있으므로, 고착의 조작이 부화효과에 정적 영향을 미칠 수 있어야 한다. 이 예측은 Smith와 Blankenship(1991)의 연구결과뿐만 아니라 다른 연구들의 결과에서도 지지되었다(Goldman, Wolters, & Winograd, 1992).

부화를 고착과 고착된 정보의 망각에 의한 고착해제로 설명한다면, 정보의 고착과 망각에 대한 기반 기제를 기억과 관련시켜 볼 수 있다. 잘못된 정보의 고착은 기억의 출력간섭(output interference) 또는 억제로, 정보의 고착 해제는 시간의 흐름에 따른 간섭 해제 또는 억제 해제와 유사한 기제로 설명할 수 있을 가능성이 있다. 기억 연구에서는 특정 정보의 인출이 인출되지 않은 다른 관련 정보 또는 기억표상에서 인출된 정보와 함께 군집화되어 있는 다른 정보의 인출을 방해 또는 억제한다는 결과가 보고되어 왔다(예, Shiffrin, Ratcliff, & Clark, 1991; Anderson, Bjork, & Bjork, 1994). 그리고 이러한 간섭 또는 억제의 효과는 시간적으로 제한되는 것으로 알려져 있다(Postman & Underwood, 1973). 즉 어떤 요인에 의해 우선적으로 인출이 되는 기억정보가 있다면, 그 정보의 인출 우선성이 다른 정보를 간섭하는 정도는 시간이 흐름에 따라 약해지기 때문에 간섭의 효과는 시간적 제약을 가진다는 것이다. 이러한 기억의 인출에 관련된 설명은 부화가 정보의 강도와 인출에 관련된 현상일 수 있을 가능성을 시사한다.

부화와 기억과의 관련성은 부화의 또 다른 설명인 Yaniv와 Meyer(1987)의 활성화-상위인지 가설(activation-metacognition hypothesis) 또는 기억 민감화 가설(memory sensitization hypothesis)에서도 찾아볼 수 있다. Yaniv와 Meyer에 의하면, 기억에 저장되어 있기는 하지만 현재 접근이 되지 않는 정보(inaccessible stored information)의 활성화가 부화의 중요 요건이다. 저장되어 있지만 활성화가 되지 않아 인출될 수 없었던 정보가 어떤 과정이나 요인으로 인해 활성화되면 부화의 기초가 될 수 있는

데, 부화기간이 이 활성화가 이루어질 수 있는 시간적 토대를 제공한다는 것이다. 또한 특정 정보에 접근이 되지 않는다고 해도 그 정보의 최종적 인출 여부에 대한 상위인지(metacognition) 처리는 이루어질 수 있다고 주장한다.

Smith와 Blankenship의 설명에서는 틀린 정보에 대한 고착과 틀린 정보의 망각을 부화의 주요 요건으로 간주한 반면, Yaniv와 Meyer는 정확한 문제 해결을 하기 위하여 필요한 정보에의 접근을 위한 활성화, 그리고 활성화 여부에 대한 상위인지가 부화의 주요 요건이라고 생각한 것이다. 즉, 첫 번째 문제해결 시행에서의 성공적이지 못한 문제해결 시도 자체가 두 번째 문제해결을 촉진하는 처리가 된다고 보는 것이다. 첫 번째 문제해결 시행 동안 이루어진, 저장되어 있기는 하지만 접근이 어려운 정보를 인출하려는 시도가 그 정보에 대한 점화효과를 일으켜서 정보의 활성화를 통한 인출이 일어나고 결과적으로 부화로 표현되는 것이라는 것이다.

이러한 부화에 대한 설명에도 불구하고 부화가 실험연구에서 항상 관찰되는 것은 아니라는 점에서 부화효과에 대한 논란은 거듭되어 왔다(예, Olton, 1979; Browne & Cruse, 1988). 그렇다면 어떤 경우에 부화가 관찰되고 어떤 경우는 부화가 관찰되지 않는가? 부화효과가 일관되게 얻어지기 어려운 이유중의 하나로 부화기간의 효과에 미치는 개인차를 생각하여 볼 수 있다. 실제로 연상검사(RAT: Remote Associates Test)에서 높은 수행을 보인 집단은 문제해결 시행사이에 삽입된 부화기간으로 인한 부화효과를 보였지만, 낮은 수행을 보인 집단은 부화효과를 보이지 않았다는 결과도 있다(Patrick, 1986). 이 결과는 실험 참가자들의 개인차가 부화효과에의 관찰여부에 개입되는 요인이 될 수 있는 가능성을 제시한다. 실험참가자들의 개인차가 부화 효과를 결정짓는 중요한 요인이 된다면, 삽입된 부화기간의 시간 또는 과제에의 영향에 민감

한 특정 인지능력이나 그 영향의 크기에 작용하는 인지기능의 개인차가 부화 효과와 관련될 가능성이 있다.

부화기간의 효과에 개인차가 영향을 미친다면, 부화를 설명하는 망각-고착 가설과 활성화-상위인지 가설이 공통적으로 가정하는 부화와 기억간의 관계에 주목할 필요가 있다. 망각-고착 가설에서는 기억의 간섭효과와 시간의 흐름에 따른 간섭해제를 부화의 기반기제로 가정하고 있다. 또한 활성화-상위인지 가설은 억제되어 있는 정보의 활성화와 그 활성화에 대한 상위인지 능력을 부화의 기제와 관련시키고 있다. 인지적 수행의 차이를 결정하는 요인중의 하나로 꼽히는 상위인지 처리는 개인차가 있는 것으로 알려져 있다(Winne, 1996). 또한 작업기억과 관련된 뇌 부분으로 알려져 있는 전두엽은 상위기억과도 관련 있는 것으로 알려져 있으며, 전두엽은 개인차를 관장하는 뇌 영역인 것으로 주장되고 있다(Engle, Kane, & Tuholski, 1999).

기억에 기반을 둔 현상으로 부화를 가정하면, 부화에 영향을 미칠 수 있는 개인차 요인으로 작업기억을 생각하여 볼 수 있다. 작업기억은 간섭이나 방해에 직면해서 목표수행을 하는 과정에서 결정적으로 중요한 자원으로 알려져 있다(Engle, Kane, & Tuholski, 1999). 이런 점에서 작업기억은 삽입된 시간이나 과제의 영향에 민감할 뿐 아니라 부화와 기억간의 관계를 연결하여 주는 고리로도 작용할 수 있다. 구체적으로 문제해결 시행간에 삽입되는 부화기간 동안 문제해결 작업을 의식적으로 하는 것을 피하기 위하여 대개 다른 비관련 활동이나 과제를 한다는 점에서 이중과제 수행에 영향을 미치는 작업기억 용량이 부화에 영향을 미칠 수 있는 가능성이 있다.

개인차를 연구하는데 있어서 작업기억의 용량은 중요한 척도로 간주되고 있다. Cantor와 Engle(1993)에 의하면 작업기억 용량은 장기기억의 활성화에

영향을 미치는 중요한 변인이고, 장기기억의 활성화는 많은 경우에 주어진 인지과제의 성공 여부에 결정적 영향을 미칠 수 있기 때문에 개인차 접근에서 작업기억 용량의 크기가 개인차를 결정짓는 변인이 될 수 있다. 또한 범주명을 제시하고 그 범주에 속한 범주 예들을 생성하도록 하는 언어 유창성 검사에서도 작업기억의 용량이 영향을 미치는 것으로 나타났다(Rosen & Engle, 1997). 언어 유창성 검사는 기억의 전략적 인출을 검사하는 과제로 알려져 있다. 이 과제에서 작업기억 용량이 큰 집단은 작업기억 용량이 작은 집단에 비해서 일관되게 더 나은 수행을 보이고 이중과제의 부하에 의해서도 민감하게 영향을 받았다. Rosen과 Engle의 결과는 지식의 개인차보다 작업기억 용량과 부하가 인출 전략에 더 영향을 미친다는 것을 보여주고 있다.

대표적 인지모형의 하나인 ACT-R(Anderson, 1993)도 작업기억이 인출과정에 미치는 영향을 가정하고 있다. ACT-R 모형에서는 정보의 출처 활성화(source activation)가 인출에 결정적 영향을 미친다고 가정하는데, 작업기억의 부하를 증가하면 정보의 출처 활성화가 두 과제 이상으로 분할되게 되고 제한된 인지자원인 활성화에 영향을 미쳐 과제 수행이 떨어지게 된다는 것이다. 사실상 작업 폭(operation span) 과제의 복잡성을 증가시킬 경우에 회상과제의 수행은 현저히 저하되며, 대부분의 경우 이 수행 저하는 정보를 잘못 인출하는 결과로 나타난다는 연구도 있다(Anderson, Reder, & Libere, 1996).

작업기억 용량과 개인차에 관한 이러한 연구들은 문제해결에 필요한 저장된 정보를 인출하여 문제해결에 적용하는 부화과정에 작업기억 용량이 영향을 미칠 가능성을 보여준다. 부화는 문제해결과 관련된 현상으로 단순한 정보의 인출 이상이 요구되는 과정이다. 흔히 부화를 창의적 문제해결과 관련시켜 생각하는 이유도 부화가 사고의 촉진

을 포함하기 때문이다. 만일 부화에 작업기억 용량이 영향을 미친다면 창의성에도 작업기억 용량이 영향을 미칠 것인가는 관심의 대상이 된다. 창의성은 문제해결과 관련된 대표적 상위 인지기능이지만 창의성을 무엇으로 재어야 할지 그리고 어떻게 해야 창의성이 촉진되는지에 대해서는 많은 것이 알려져 있지는 않다.

작업기억 용량과 창의성

작업기억의 개인차가 문제해결의 부화효과에 관련될 가능성이 있다면 고차적 인지과정을 포함하는 창의성과는 어떤 관련이 있을까? 창의성에 관한 연구들은 지능과 함께 개인차에 주로 초점을 두었기 때문에 인지심리학보다는 다른 분야에서 활발하게 연구되어 왔다. 그러나 창의성에 대한 연구가 증가하면서 창의성이 구체적이고 단일한 과정을 포함하기보다는 기억이나 상위인지와 같은 일반적인 인지형태로 이해될 수 있다는 견해가 대두되었다(Finke, Ward, & Smith, 1992; Smith, 1995). 그들은 창의적 사고도 고착이나 부화와 같은 인지과정을 포함하며 문제해결과 창의적 사고는 모두 이전 지식의 인출과 사용을 포함한다는 점에서 기억인출에 관련된 기제가 비슷하게 작용할 것이라고 보았다. 실제로 창의적인 아이디어 생성에 이전 경험이 고착을 일으키거나 크게 영향을 주는 것으로 나타났다(Smith, Ward, & Schumacher, 1993). 비록 이와 같은 창의적 인지접근이 주로 창의적 사고와 관련된 심적 표상과 과정 이해에 중점을 두기 때문에 기존의 맥락에서 보면 좁은 견해라는 비판이 있을 수 있지만 창의성이 기억과 같은 전통적인 인지주제들과 관련되어 다루어질 필요가 있음을 시사한다.

위에서 언급된 것처럼 작업기억과 인지과제에 대한 지금까지의 연구들(예를 들면, Engle, Kane, & Tuholski, 1999; Daneman & Merikle, 1996; Richardson,

1996)은 대부분 통제처리나 수렴적 사고를 많이 요하는 과제들을 사용해 왔다. 그렇다면 창의적 과제의 수행과 작업기억 용량과는 어떤 관련이 있을까? 창의적 과제는 위에서 언급한 인지과제들과는 다른 특성을 포함하는 것으로 알려져 왔다. 창의성에 대한 정의나 측정은 연구자나 분야에 따라 다양하게 나타나지만 많은 연구들이 창의적 과제에서 확산적인 사고를 강조해 왔다(Sternberg, 1999). 그러나 창의성 연구에서 인지적인 접근을 강조하는 연구자들은 창의적 과제가 기억에 저장된 지식에 적용되는 일반적인 인지과정이기 때문에 인출이나 연상, 통합, 변형, 유추적 전이과정을 포함한다고 주장한다(Weisberg, 1993; Smith, Ward, & Finke, 1995). 인지적인 접근과는 관련이 없는 최근의 몇 연구들도 창의적인 문제해결 과정이 확산적 사고는 물론 수렴적인 사고도 포함한다는 것을 보여 주었다(Brophy, 1996; Bahar & Hansell, 2000).

작업기억과 창의적 과제간의 관계를 직접적으로 다룬 연구는 저자들이 알기에는 현재까지 거의 없다. 다만, 최근의 한 연구는 창의적인 문제해결보다는 분석적인 문제해결 수행이 이중과제의 수행에서 작업기억 과제의 영향을 더 받는다는 것을 보고했다(Lavric, Forstmeier, & Rippon, 2000). 이 연구는 창의적인 문제해결은 확산적 사고에, 분석적인 문제해결은 수렴적인 사고에 기반을 둔다는 가정을 토대로 했다. 그러나 창의성 연구에 대한 인지적 접근이나 창의적 과제가 확산적, 수렴적 사고를 모두 포함할 수 있다는 주장을 포용한다면 작업기억 용량과 창의성간의 관계는 보다 복잡하게 나타날 것이다. 작업기억 용량과 창의성간의 관계에 대한 경험적인 증거나 이론적인 지지가 부족하다는 점에서 두 번째 연구는 탐색적인 성격의 연구라 할 수 있다. 그러나 앞부분에서 설명한 것처럼 작업기억 용량에 대한 다목적 자원 설명과 창의성에 대한 인지적 접근은 두 변인이 함께 연구될 필요가 있음을 시사한다.

본 연구는 문제해결에 관련된 현상인 부화와 창의성에 작업기억이 어떤 관련이 있는지를 알아보기 위하여 실시되었다. 연구 1에서는 작업기억 용량과 부화와의 관계를 살펴보고, 연구 2에서는 작업기억 용량과 창의성간의 관계를 살펴보았다.

실험 1

작업기억은 인지기능의 개인차를 설명하는 중요한 요인이다. 부화에 대한 이론적 설명들은 부화가 기억에서 정보의 인출과정과 깊게 관련되어 있다는 가정을 하고 있다. 부화에 대한 경험적 연구 결과들은 부화효과가 항상 관찰되지는 않는다는 것을 보여주는데, 여기에 개인차가 관여되어 있을 가능성이 있다.

본 연구는 작업기억의 용량 차이가 부화의 효과에 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 실시되었다. Engle등이 주장한 것처럼, 작업기억이 일반적인 인지수행의 개인차에 관련된 다목적 자원이고, 부화가 기억에 저장되어 있지만 인출되지 않은 정보가 억제해제 또는 활성화되어 나타나는 것이라면 작업기억 용량의 차이는 부화의 효과와 관계가 있을 것이다. 그러나 작업기억이 영역 특수한 자원이며, 부화가 단순히 고착에서 탈피하는 과정에서 일어나는 것이라면 작업기억의 용량 차이가 부화의 효과에 영향을 미치지 않을 것이다.

즉 작업기억이 전반적 인지수행에 영향을 미치는 다목적 자원이고, 부화효과가 다목적 자원의 차이로 인한 개인차가 반영되는 현상이라면, 작업기억 용량이 큰 집단은 삽입되는 부화기간을 통하여 부화효과를 보이기가 더 쉬울 것이다. 그러나 작업기억 용량이 작은 집단에서는 부화기간의 삽입이 부화효과에 커다란 영향을 미치지 않을 것이다. 또한 Rosen과 Engle(1997)의 연구결과에 의하면 작업기억의 부하는 작업기억 용량이 큰 집단의 수행에만 영향을 미쳤고 용량이 작은 집단의 수행에

는 영향을 미치지 않았다. 이 결과를 토대로, 다른 작업이나 활동 없이 문제해결을 계속적으로 하는 경우에는 작업기억 용량의 차이가 부화효과에 영향을 미치지 않을 것으로 예측할 수 있다. 즉 작업기억의 용량 차이에 기인한 부화효과와의 차이는 부화기간이 삽입되지 않은 계속적 과제수행 시에는 나타나지 않고, 부화기간이 삽입된 부화조건인 문제해결 수행에서만 나타날 것으로 예측된다.

방법

실험참가자. 성균관대학교에서 심리학 과목을 수강하는 학생들 160명이 참가하였다.

재료 및 절차.

작업기억 용량. 먼저 참가자들의 작업기억 용량을 측정하기 위한 검사로서 작업기억 검사의 하나인 작업 폭(operation span) 검사를 실시하였다. 본 실험에서 사용된 작업 폭 검사는 Turner와 Engle (1989)의 검사를 변형하여 사용한 것이다. 이 작업 폭 검사는 작업기억의 중앙집행기 기능을 잘 반영하는 검사로 알려져 있다. 이 검사에서 단어들을 기억하는 동시에 간단한 산수문제들을 풀어야 했다(4 x 7 + 3 = 31? 소나무). 참가자들은 산수문제들을 소리내어 읽으면서 그 답이 맞는지 아닌지를 말하고 그 옆에 있는 단어들을 소리내어 읽었다. 모두 일곱 개의 산수 식·단어 쌍을 학습한 후에 단어들을 순서대로 기억하도록 요구받았다. 각 참가자들이 수식에 대한 정확 판단을 하면서, 순서대로 회상한 단어의 수가 폭 점수로 계산되었다. 전체 참가자들에게 얻어진 폭 점수에서 중위점수(4점)를 기준으로 폭 점수가 4점 아래인 참가자들은 낮은 작업기억 용량 집단으로, 폭 점수가 4점 이상인 참가자들은 높은 작업기억 용량 집단으로 배정되었다.

부화효과. 문제해결 시행에는 5개의 통찰 문제들이 사용되었다. 사용된 문제들은 촛불 문제(Glucksberg, 1962), 목걸이 문제(Wickelgren, 1974), 연꽃 문제(Sternberg & Davidson, 1983), 아홉 점 문제(Maier, 1931), 말과 기수 문제(Scheerer, Goldstein, & Boring, 1941)였다. 각 문제들은 문제에 대한 언어적 설명과 관련 그림을 각각 한 페이지씩에 따로 제시하고 그 페이지에 해결과정을 적게 되어 있었다. 계속작업 집단의 참가자들은 중간에 삽입된 과제 없이 첫 시행에서 문제들을 풀고 삽입시간 없이 다시 두 번째의 시행에서 문제들을 풀었다. 부화작업 집단의 참가자들은 첫 번째 시행에서 문제들을 풀고 나서 비관련 삽입과제를 15분 동안 한 다음, 두 번째 시행에서 다시 그 문제들을 제시받고 문제해결을 시도하였다. 모든 실험 참가자들은 두 번째 문제해결 시행 전에 문제해결 시행에 다시 참여하게 될 것에 대해 알지 못했다. 문제해결 시행에 걸리는 시간은 시간제한이 없었다.

결과 및 논의

작업기억 용량은 작업 폭 과제에서 순서대로 회상한 단어의 수로 계산되었다. 문제해결 시행에서 정답을 제시한 문제의 개수가 문제해결 점수로 간주되었다. 부화는 첫 번째 문제해결 시행에서는 해결하지 못했지만, 두 번째 문제해결 시행에서는 해결된 문제의 개수로 계산되었다. 본 실험의 결과는 표 1에 제시되어 있다. 먼저 삽입과제 없이 계속적으로 문제를 풀도록 한 계속작업 조건에서는 작업기억 용량과 부화와의 관계를 관찰할 수 없었다($p > .1$). 그러나 15분 동안 비관련 삽입과제를 수행한 부화작업 조건에서는 작업기억용량이 부화에 영향을 미쳤다, $t(128) = 1.97, p < .05$. 부화조건에서 동일한 문제들에 대한 첫 번째 문제해결 시행에서는 작업기억의 용량에 따른 문제해결

표 1. 작업기억 용량과 부화조건에 따른 문제해결 평균값

	작업기억 용량	첫 번째 시행	두 번째 시행	부화
부화작업 집단	낮은 폭(N=76)	1.51(1.0)	1.77(1.08)	.26(.64)
	높은 폭(N=54)	1.63(1.19)	2.18(1.26)	.53(.92)
계속작업 집단	낮은 폭(N=13)	1.54(.97)	1.77(1.09)	.23(.60)
	높은 폭(N=17)	1.71(.59)	1.88(.49)	.18(.73)

()은 표준편차

의 차이가 유의하게 나타나지 않았지만, 해결되지 않은 문제들에 대한 추가의 처리가 가능한 시간을 허용한 후의 두 번째 문제해결 시행에서는 작업기억 용량에 따른 문제해결의 차이가 나타났다. 즉 부화조건에서 작업기억 용량이 작은 낮은 폭 집단에서는 첫 번째 문제해결과 두 번째 문제해결 사이에 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 작업기억 용량이 큰 높은 폭 집단에서는 문제해결의 평균값이 증가되었다, $t(128) = 1.96, p < .05$.

연구 1의 결과는 작업기억이 문제해결의 부화에 관련됨을 시사한다. 즉 작업기억 용량이 큰 개인들은 문제해결 시행들 사이에 삽입된 부화기간의 영향을 받지만, 작업기억 용량이 작은 개인들은 부화기간이 문제해결에 영향을 미치지 못했음을 보여준다. 또한 계속활동을 한 경우에는 작업기억 용량의 차이가 문제해결 수행의 차이와 관련이 없는 것으로 나타났다. 이는 작업기억 용량으로 표현되는 인지자원이 문제해결과 관련된 활동을 하지 않고 다른 부차적 활동을 하는 부화기간 동안의 인지처리와 관련되어 있을 가능성을 제기한다.

실 험 2

본 연구는 작업기억 용량과 창의적인 과제 수행 간의 관계를 알아보기 위해 수행되었다. 창의적 과제는 위에서 언급한 다른 인지과제들에 비해 확산적인 사고를 많이 요구하지만 고차적 수준의 인

지과제라는 측면에서 보면 수렴적인 사고도 포함한다고 볼 수 있다. 이 가능성은 창의적인 문제해결 과정이 확산적 사고는 물론 수렴적 사고도 포함한다는 연구(Brophy, 1996)와 단어연상 과제(word association test)의 수행이 확산적/ 수렴적 사고를 함께 하는 인지양식과 관련된다는 연구(Bahar & Hansell, 2000)에서 부분적으로 지지된다. 창의성에 대한 정의와 창의성을 측정하기 위한 과제도 복잡하고 다양하지만 현재까지는 확산적인 사고를 측정하는 과제들이 주요 도구로 사용되어 왔다. 타당도나 신뢰도 및 여러 측면에서 가장 많이 사용되고 있는 과제는 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking)라 할 수 있다. TTCT는 확산적인 사고에 중점을 두지만 다른 문제해결 기술도 포함하는 단순한 언어, 도형검사들로 이루어져 있으며 유창성(적절한 반응 수), 융통성(적절한 반응의 서로 다른 범주 수), 독창성(반응들의 통계적 희소성) 그리고 정교성(반응의 세부적인 양)에 대한 점수를 제공한다. 창의적 과제의 특성이 명확하지 않다는 점에서 작업기억 용량과 창의성간의 관계는 복잡한 양상으로 나타날 수 있다. TTCT의 경우 유창성은 보다 확산적인 사고를 포함한다고 볼 수 있는 반면, 정교성은 수렴적인 사고를 더 포함한다고 볼 수 있다. 그러므로 유창성은 작업기억 용량과 별로 관계가 없는 반면 정교성은 작업기억 용량과 관련될 것이라고 조심스럽게 예측할 수 있다. 독창성의 경우 개념에 대한 정의를 고려하면 확산적,

수렴적인 사고를 모두 필요로 한다고 볼 수 있으나 TTCT의 경우 독창성 점수는 유창성에 크게 의존하기 때문에 유창성과 비슷한 결과를 보일 것으로 기대한다.

방법

실험 참가자. 전남대학교 학부 교양과목 수강생 50명이 실험에 참가하였다. 참가자중 4명은 창의성 검사에서 지시문대로 수행하지 않아 분석에서 제외되었다.

재료

작업기억 용량 검사. 실험 1에서 사용한 것과 동일한 작업 폭 검사를 사용하였다. 이 검사는 읽기 폭(reading span) 검사와 함께 가장 많이 사용되고 있는 작업기억 용량 검사이다.

창의성 검사. TTCT (Torrance Tests of Creative Thinking)의 도형 검사중 활동 3 (선)이 사용되었다. 이 하위검사는 한 쌍의 직선을 가지고 마음대로 그림을 그리고, 제목을 붙이거나 이야기를 만드는 활동을 포함하며 총 30쌍의 직선으로 구성되었다. 제한시간은 10분이었다.

절차. 작업기억 용량 과제 수행 시 되뇌기를 하거나 수식계산에 주의집중을 하지 않는 것을 방지하기 위해 실험은 개인별로 이루어졌다. 작업기억 용량 검사 시 실험자는 지시를 준 다음 피험자가 지시대로 하는지를 보기 위해 참가자 옆에 앉아서 체크하였다. 창의성 검사를 수행할 때는 지시문을 이해했는지를 확인한 후 참가자는 그만이라고 할 때까지 어떤 체크나 제약을 받지 않았다. 작업기억 용량 검사가 확산적 사고에 부정적인 영향을 줄 수도 있기 때문에 모든 참가자들은 창의적 과제를 먼저 수행하고 작업기억 용량 과제를 나중에

수행하였다¹⁾.

결과 및 논의

창의성 검사인 TTCT 수행은 간편화된 채점 기준(Torrance, Ball, & Safer, 1992)에 따라 채점되었다. 본 연구에서 사용한 도형검사의 활동 3은 이 기준에 따라 세 가지 점수를 산출한다. 유창성, 독창성, 정교성 각 점수가 창의성의 종속측정치로 사용되었다. 작업기억 용량의 측정치인 작업 폭은 순서대로 올바르게 기억한 단어들의 수였다. 작업기억 폭의 전체 분포는 정규분포에 가까웠다.

창의성 점수들과 작업기억 폭에 대한 평균과 표준편차는 표 2에, 각 점수들간 상관계수는 표 3에 제시되어 있다. 표에서 보는 바와 같이 창의성 점수 중 유창성과 독창성은 높은 상관관계를 나타낸 반면 정교성은 이들 점수들과 상관이 없는 것으로 나타났다. 한편 유창성과 독창성의 상관계수가 지나치게 높은 것은 Torrance의 채점 기준이 미국 학생들의 반응에 기초한 것이고 오래 전에 작성된

표 2. 창의성 점수들과 작업기억 폭의 평균과 표준편차

	평균	(표준편차)
유창성	12.72	(6.71)
독창성	7.28	(4.83)
독창성(한국)*	6.52	(4.03)
정교성	1.13	(.34)
작업기억폭	3.87	(.99)

* 한국대학생들의 반응을 기준으로 한 독창성 점수

1) 전두엽 기능 신경검사로 알려진 위스콘신 카드분류 검사(WCST, 컴퓨터용)를 함께 실시했으나 유의한 결과를 전혀 제공하지 못하므로 본 논문에서 제외시켰다. 참가자들이 모두 대학생들이었기 때문에 보속반응과 보속오류를 제외한 대부분의 측정치에서 0에 가까운 변산을 나타냈다.

표 3. 창의성 점수들과 작업기억 폭간의 상관

	유창성	독창성	독창성(한국)	정교성	작업기억 폭
유창성	1.00				
독창성	.92**	1.00			
독창성(한국)	.44**	.73**	1.00		
정교성	-.00	.03	.31*	1.00	
작업기억 폭	-.12	-.04	.06	.31*	1.00

N = 46; *, $p < .05$; **, $p < .01$.

것이기 때문에 문화적, 시대적인 차이를 반영한다고 볼 수 있다. 독창성 점수는 적절한 반응 수에서 0점(규준을 제공한 학생들에게서 흔하게 나타났던 반응)으로 처리되는 반응을 제외한 수로 채점이 되기 때문에 유창성과 거의 동일한 변인처럼 나타났다. 참고로 필자들이 수집한 한국 대학생 200명의 반응을 기초로 독창성을 다시 채점²⁾한 결과 유창성과의 상관, $r(46) = .44, p < .001$, 이 매우 낮아졌으며, 정교성과도 유의한 상관을 보였다, $r(46) = .31, p < .05$. 그러나 다시 채점한 독창성도 작업기억 용량과는 아무 상관이 없는 것으로 나타났다. 작업기억 용량은 유창성이나 독창성과는 아무런 관련이 없었으며 정교성과 유의한 상관을 나타냈다, $r(46) = .31, p < .05$. 즉 작업기억 폭이 클수록 각 반응에 세부사항이나 구체적인 내용을 더 발전시킨 것으로 나타났다.

본 연구가 작업기억 용량과 창의적 과제 수행간의 관계를 주로 본 것이지만 두 변인간의 관계에 대한 추가적인 정보와 추후의 실험 연구를 위한 시사점을 얻기 위해 집단간 차이분석을 하였다. 작업기억 용량의 분포를 바탕으로 작업기억 용량

을 고, 중, 저 집단으로 나누었다. 평균(실험결과 평균과 중위점이 일치했다)보다 1 표준편차 이하에 해당되는 점수들을 저집단(N = 13), 평균보다 1 표준편차 이상에 해당되는 점수를 고집단(N = 12), 평균점수를 중간집단(N = 21)으로 하였다³⁾. 작업기억 용량에 따른 창의성 각 점수들의 평균과 표준편차는 표 4에 제시되어 있다.

추가 분석의 경우 작업기억 용량에 따른 창의성 점수의 하위점사 점수들간에 차이가 있는지를 보기 위한 것이므로 세 개의 종속변인을 동시에 분석하는 중다변량 분석이 필요했다. 중다변량 분석(MANOVA) 결과 작업기억 용량에 따라 창의성 점수들의 선형조합에 차이가 있는 것으로 나타났다, Pillai's trace = .30, $p < .05$, Wilks' lambda = .72, $p < .05$. 즉, 유창성, 독창성, 정교성의 평균벡터에 있

2) 본 연구와는 별도로 진행된 연구로 현재 논문을 준비하고 있다. TTCT의 올바른 사용과 채점방식 및 규준에 대한 연구로 원래 독창성 점수를 계산할 때 사용했던 것과 같은 방식으로 전체 응답자의 5% 이상이 공통으로 답한 반응을 영점으로 처리했다.

3) 심사위원 한 분이 지적하신 것처럼 첫 번째 연구와 달리 두 번째 연구에서 세 집단으로 구분한 것은 자의적이라는 비판이 있을 수 있다. 작업기억 연구에서 표집의 자료가 편포를 이루는 경우 중간 집단의 자료를 누락시키지 않고 모두 분석에 포함하려는 목적에서 통상 중위점을 기준으로 두 집단으로 구분한다. 그러나 두 번째 연구의 경우 정상분포를 나타냈기 때문에 평균과 표준편차를 중심으로 세 집단으로 구분하는 것이 보다 적절하다고 판단되었다. 또한 집단구분에 따른 차이를 보려는 것이 연구의 주 분석이 아니라 추가적인 정보를 얻기 위한 것이기 때문에 그러한 목적에 더 부합된다고 보았다.

표 4. 작업기억 폭에 따른 창의성 점수의 평균과 표준편차

	유창성	독창성	정교성
기억 폭 (고)	12.17(5.31)	6.83(3.38)	1.33(.34) ^a
기억 폭 (중)	10.81(6.33)	6.38(4.30)	1.10(.30) ^b
기억 폭 (저)	16.31(7.47)	9.15(6.40)	1.00(.01) ^b

()은 표준편차

어 세 집단간의 차이가 없다는 영가설이 기각되었다. 다변량 통계치가 유의했으므로 다음 단계로 작업기억의 용량차이가 어떤 점수에서 나타나는지를 보기 위해 단변량 검증결과를 살펴 보았다. 단변량 검증 결과 정교성만 통계적으로 유의하였다, $F(2, 43) = 3.56, MSE = .10, p < .05$. 사후 검증 결과 작업기억 용량이 큰 집단은 중간이나 낮은 집단에 비해 더 높은 정교성을 나타냈다. 따라서 세 가지 점수의 조합된 평균이 작업기억 용량에 따라 차이가 있지만 세 점수 모두에서 차이가 있는 것이 아니라 정교성이 이 선형조합의 차이에 가장 크게 기여한다고 볼 수 있다.

본 연구결과는 작업기억 용량이 읽기나 분석적인 문제해결과 같은 일반적인 인지과제와는 다르게 창의적 과제에 영향을 미친다는 것을 보여준다. 본 연구에서 사용한 TTCT의 경우 유창성과 독창성은 확산적인 사고를 바탕으로 하기 때문에 통제적인 처리보다는 자유롭고 자동적인 처리를 바탕으로 한다고 볼 수 있다. 반면 정교성은 일단 아이디어를 생성한 후 보다 통제적인 처리와 주의집중을 반영한다고 볼 수 있다. 그러나 상대적으로 자동처리가 통제처리에 비해(혹은 통제처리가 자동처리에 비해) 더 많이 개입될 수 있다는 추정일 뿐 이러한 창의성의 하위 특성에 자동 혹은 통제 처리가 실제로 얼마나 관여하는가는 추후 연구에서 더 논의되어야 할 것이다. 일반적으로 작업기억 용량이 클수록 대부

분의 인지과제에서 높은 수행을 보이는 것으로 알려져 왔다. 이에 비해 창의적 과제의 경우, 작업기억의 영향은 일부분에 해당되는 것으로 보인다. 작업기억의 용량이 클수록 생성해 낸 아이디어를 보다 자세하고 풍부하게 발전시킬 수 있으나 아이디어의 생성에는 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이것은 서론에서 언급한 것처럼 창의적인 문제해결에서도 기억에서와 같은 인출역제나 교착이 관련될 수 있다는 것을 시사한다.

종합논의

본 연구는 작업기억 용량이 부화와 창의성에 미치는 영향에 대해서 살펴보았다. 본 연구결과 연구 1에서는 작업기억 용량이 큰 경우는 부화기간의 삽입에 의한 문제해결 수행의 촉진이 관찰되지만 작업기억 용량이 작은 경우는 부화기간의 삽입에 의한 부화효과가 관찰되지 않았다. 그리고 부화기간이 삽입되지 않은 연속적 작업의 경우에는 작업기억 용량에 따른 문제해결 수행의 차이가 없었다. 연구 2에서는 작업기억 용량이 창의성의 하위점수 중 정교성의 점수와 관련되는 것으로 나타났다. 즉 작업기억 용량이 큰 경우는 정교성이 높게 나타나고, 작업기억 용량이 작은 경우는 정교성이 낮게 나타났다.

본 연구의 결과는 개인차의 토대가 되는 작업기억의 용량이 기존의 연구에서 밝혀진 분석적 과제

만이 아닌 문제해결의 부화와 창의성에 어떤 영향을 미치는지를 살펴보았다는 데 의의가 있다. 또한 기억과 부화와의 관계를 부적절한 정보의 인출과 적절한 정보의 추후 인출의 관점에서 연구하여 본 결과, 부화에 대한 설명 중 망각-고착 가설보다는 활성화 이론을 지지하는 것으로 나타났다. 이 결과는 기억과 창의적 문제해결이 지식기반과 그 지식기반을 이용한 사고수행 이상의 더 구체적인 관계, 즉 인출과정의 기억강도 또는 억제현상과도 관련되어 있을 가능성을 시사하고 있다.

기억과 창의성과의 관계에 대하여 본 연구가 제시하는 인출과정의 강도차이에 따른 억제 현상 설명에 이론적 함의를 제공하는 연구가 있다. Smith와 Tindell(1997)의 연구에서는 인출하여야 할 정보와 유사한 자극을 접화시켰을 때 정확정보의 인출이 방해를 받는다는 결과를 보고하였다. 이전에 제시받은 단어에 대한 의식적 회상을 요구하지 않는 간접 기억검사(암묵기억검사)인 단어완성검사에서 표적단어와 유사한 자극을 사전에 제시받았을 때는 유사하지 않은 자극을 사전에 제시받았을 때보다 문제해결 수행이 떨어졌다. 이 효과는 단어의 처리수준에 관계없이 나타났으며 참가자들에게 이 효과에 대해 경고를 해주었을 때도 나타났다. 직접기억검사에서 나타나는 인출억제 효과가 간접기억검사에서도 발견되는 것이다.

이 결과는 인출억제를 일으키는 기제와 창의적 문제해결을 차단하는 무의식적 기제가 유사한 기제일 수 있는 가능성을 시사한다. 문제해결 시행에서 부적합한 표상이나 문제접근을 하였을 때, 그 표상이나 문제접근이 시간상 상대적으로 더 최근에 경험한 사건이기 때문에 정확 표상이나 다른 문제접근을 의식적 수준이 아닌 상태에서도 막을 수 있기 때문이다. 즉 문제해결 시행에서 정확해결을 위해 실제로 인출해야 하는 정보와 유사한 정보 또는 관련된 정보의 제시나 인출이 다른 관련된 남아 있는 정보의 인출에 부적 영향을 미칠

수 있음을 함축한다. 이는 부화나 창의적 문제해결에서 요구되는 인지기능과 관련하여 기억의 인출기제가 좀 더 자세히 연구되어야 함을 알려준다.

제한된 자원으로의 작업기억은 인지능력의 개인차에 중요한 토대가 된다. 작업기억 용량의 차이가 인지기능의 개인차로 나타나는 데에 대해서는 많은 설명이 있다. 그 중에서 억제 효율성(inhibitory efficiency)에 대한 민감성이 개인에 따라 다르며, 이 억제의 차이가 개인차에 많은 영향을 미친다는 주장도 있다(Harnishfeger & Bjorklund, 1994). 이 연구에서는 억제 효율성이 전두엽 기능의 차이에 기인하며 창의성을 포함하는 다양한 인지기능의 차이에 기여하는 것으로 제안하고 있다. 뿐만 아니라 억제효율성이 작업기억 용량, 전략사용 및 지식에 관계된 기능이라는 것을 논의하고 있다. 노화로 나타나는 작업기억의 쇠퇴는 억제 효율성이 떨어지는 결과로 나타나는 것이지 작업기억 용량 자체가 감소된 결과가 아니라는 주장도 있다(Chiappe, Hasher, & Siegel, 2000). 이러한 주장들과 본 연구의 결과는 서로 맥을 같이 하고 있다.

그러나 본 연구에서 사용한 작업폭 과제가 주로 “간섭과 방해과제에 대한 통제적이고 지속적 주의의 용량”(Engle, Kane, & Tuholski, 1999, p. 104)을 재는 것으로 생각된다는 점에서 과제에 대한 의식적 활동을 하지 않은 부화기간 동안에 어떤 식으로 작업기억이 나중의 문제해결에 관련이 되는지를 구체적으로 밝히는 연구가 후속적으로 이어져야 할 것이다. 뿐만 아니라 TTCT와 같은 심리측정 검사 이외에 창의적 사고나 문제해결에 장기기억의 지식이 어떻게 인출되고 사용되는지를 볼 수 있는 창의적 문제해결 과제나 창의성 검사가 개발되어야 할 것이다.

이외에 작업기억 용량에 직접적으로 개입되는 중앙집행기가 훈련에 의해 더 효율적으로 작동할 수 있는가 하는 것도 후속연구에서 다루어져야 할

관심 주제이다. 중앙집행기의 훈련 가능성은 사실상 중앙집행기의 개념과 사용되는 과제에 달려 있는 문제이기도 하다. 자동화의 반대 극단에 있는 과제로 알려져 있는 임의생성(random generation)과제가 훈련에 의해 수행이 증진되어 있을 수 있는가가 연구자들의 관심을 끄는 것도 이러한 맥락에서이다. Gopher(1993)는 매우 많은 자극이 동시에 제공되고 이 자극들에 대하여 반응을 하여야 하는 비디오 게임을 사용하여 동시과제의 훈련 가능성을 탐색하였다. 실험 참가자들의 수행은 처음에 비해 연습에 의해 차츰 향상되었다. 그리고 이 게임의 연습효과는 1년이 지난 후의 실제 비행훈련에서도 유의하게 나타났다. 또한 감정을 발산하는 표현적 쓰기(expressive writing)를 통해 작업기억의 용량을 증진시킬 수 있다고 주장하는 연구도 있다 (Klein & Boals, 2001).

그러나 중앙집행기 혹은 작업기억 용량의 연습 효과에 대한 해석은 위에서 지적한 것처럼 중앙집행기의 개념과 연구에서 사용된 특정과제와 깊은 관련이 있다. 따라서 중앙집행기에 대한 구체적 개념 정립과 관련된 인지기능의 이해, 그리고 중앙집행기의 하위요인에 대한 자세한 이론이 필요하다. 이러한 이론적 틀 위에 점진적 후속연구가 진행될 때 작업기억 용량과 사고과정간의 관계에 대한 이해가 깊어질 수 있을 것이다.

참고문헌

Anderson, M. C., Bjork, R. A., & Bjork, E. (1994). Remembering can cause forgetting: Retrieval dynamics in long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 20, 1063-1087.

Anderson, J. R. (1993). Problem solving and learning. *American Psychologist*, 48, 35-44.

Anderson, J. R., Reder, L., & Libiere, C. (1996) Working memory: Activation limitations on retrieval.

Cognitive Psychology, 30, 221-256.

Baddeley, A. (1986). *Working memory*. London: Oxford University Press.

Baddeley, A. D. & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. Bower, (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-90). New York: Academic Press.

Bahar, M. & Hansell, M. H. (2000). The relationship between some psychological factors and their effect on the performance of grid questions and word association tests. *Educational Psychology*, 20, 349-363.

Brophy, D. R. (1996). The initial testing of a 'tri-level matching theory' of creative problem solving. *Dissertation -Abstracts - International: Section B, The Sciences and Engineering*. 57, 1483.

Browne, B., & Cruse, D. (1988). The incubation effect: Illusion or illumination? *Human Performance*, 1, 177-185.

Cantor, J., & Engle, R. W. (1993). Working memory capacity as long-term memory activation: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 19, 1101-1114.

Carpenter, P. A., Miyake, A., & Just, M. A. (1995). Language comprehension: Sentence and discourse processing. *Annual Review of Psychology*, 46, 91-120.

Chiappe, P., Hasher, L., & Siegel, L. (2000). Working memory, inhibitory control, and reading disability. *Memory & Cognition*, 28, 8-17.

Daneman, M. & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.

Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 422-433.

Engle, R., Kane, M., & Tuholski, S. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102-131). Cambridge, England:

- Cambridge University Press.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.
- Finke, R. A., Ward, T. B. & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Glusksberg, S. (1962). The influence of strength of drive on functional fixedness and perceptual recognition. *Journal of Experimental Psychology*, 63, 36-41.
- Goldman, W., Wolters, N., & Winograd, E. (1992). Incubation and the persistence of fixation in problem solving. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 30, 36-38.
- Harnishefeger, K., & Bjorklund, D. (1994). A developmental perspective on individual differences in inhibition. *Learning & Individual Differences*, 6, 331-355.
- Jonides, J. (1995). Working memory and thinking. In E. E. Smith & D. N. Osherson (Eds.), *An invitation to cognitive science: Thinking (Vol. 3, pp. 215-265)*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149.
- Klein, K., & Boals, A. (2001). Expressive writing can increase working memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 520-533.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is working memory capacity!. *Intelligence*, 14, 389-433.
- Maier, N. R. F. (1931). Reasoning in humans: II. The solution of a problem and its appearance in consciousness. *Journal of Comparative Psychology*, 12, 181-194.
- Olton, R. (1979). Experimental studies of incubation: Searching for the elusive. *Journal of Creative Behavior*, 13, 9-22.
- Patrick, A. (1986). The role of ability in creative "incubation." *Personality & Individual Differences*, 7, 169-174.
- Perfetti, C. A. & Lesgold, A. M. (1977). Discourse comprehension and sources of individual differences. In M.A. Just & P.A. Carpenter(Eds.), *Cognitive processes in comprehension*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Postman, L., & Underwood, B. J. (1973). Critical issues in interference theory. *Memory and Cognition*, 1, 19-40.
- Richardson, J. T. E. (1996). Evolving concepts of working memory. In T. J. E. Richardson, R. W. Engle, L. Hasher, R. H. Logie, E. R. Rofus, & R. T. Zacks (Eds.), *Working memory and human cognition (pp. 3-30)*. New York: Oxford University Press.
- Rosen, V. & Engle, R. (1997). The role of working memory capacity in retrieval. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126, 211-227.
- Scheerer, M., Goldstein, K., & Boring, E. G. (1941). A demonstration of insight: The horse-rider puzzle. *American Journal of Psychology*, 54, 437-438.
- Shiffrin, R. M., Ratcliff, R., & Clark S. E. (1990). List-strength effect: II. theoretical mechanisms. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 179-195.
- Smith, S. M. (1995). Fixation, incubation, and insight in memory and creative thinking. In S. M. Smith, T. B. Ward, & R. A. Finke(Eds.), *The creative cognition approach*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Smith, S. M., & Blankenship, S. E. (1989). Incubation effects. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 27, 311-314.
- Smith, S. M., & Blankenship, S. E. (1991). A demonstration of incubation in anagram problem solving. *American Journal of Psychology*, 104, 61-87.
- Smith, S. M., & Tindell, D. (1997). Memory blocks in word fragment completion caused by involuntary retrieval of orthographically related primes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 23, 355-370.
- Smith, S. M., Ward, T. B., & Schumacher, J. S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generation task. *Memory & Cognition*, 21, 837-845.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg(Ed.), *Handbook of creativity*. New York: Cambridge University Press.

- Sternberg, R. J., & Davidson, J. E. (1983). Insight in the gifted. *Educational Psychologist*, 18, 51-57.
- Torrance, E. B., Ball, O. E., & Safer, H. T. (1992). *Torrance Tests of Creativity Thinking: Streamlined scoring guide figures A and B*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service, INC.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- Wickelgren, W. A. (1974). *How to solve problems*. San Francisco: Freeman.
- Winne, P. (1996). A metacognitive view of individual differences in self-regulated learning. *Learning & Individual Differences*, 8, 327-353.
- Yaniv, I., & Meyer, D. (1987). Activation and metacognition of inaccessible stored information: Potential bases for incubation in problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 13, 187-205.

Working Memory Capacity, Incubation and Creativity

Heekyeong Park Micha Park Jung-Mo Lee

Department of Psychology, SungKyunKwan University

The present study examined the effects of working memory capacity on incubation and creativity which are related to problem solving. The purpose of Study 1 was to see the effect of working memory capacity on incubation. Study 2 investigated the relationship between working memory and creativity. The results of Study 1 showed that incubation period facilitated the performance on the problem solving in high span group whereas no difference in performance was found in low span group. Study 2 showed working memory capacity is related to only elaboration score among creativity scores. It was found that high span group showed higher elaboration scores than low span group. These findings suggest that individual differences in cognitive functions have been attributed to working memory capacity. It is also implicated that individual differences in working memory may be related to not only direct analytical processes but also complex thought processes such as incubation and creativity.

keywords working memory, individual differences, incubation, creativity, problem solving, retrieval

1 차 원고접수 : 2001. 11. 10.

수정 원고접수 : 2001. 12. 18.

최종 게재결정 : 2001. 12. 20.