한국초등수학교육학회지 21(3) 505-530.
2017. 08. 31
Journal of Elementary Mathematics Education in Korea 21(3) 505-530.
August 31. 2017.

수학영재의 집단창의성 발현에서 나타나는 산출 및 과정 손실 분석[1)]

성지현[2)] · 이종희[3)]

본 연구는 수학영재의 집단창의성 발현 과정과 산출을 분석하여 어떤 특성이 있는지를 확인하고, 집단창의성 발현을 방해하는 과정 손실의 원인을 파악하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 수학영재학급 수업에 집단창의성 발현을 위한 단계를 적용하였고, 수 체계의 성질과 모듈로 산술을 주제로 하여 수업을 진행하였다. 연구 방법으로는 학생들이 보인 반응과 산출의 사례를 질적으로 분석하는 사례연구를 진행하였고, 집단창의성 발현 과정과 산출, 과정 손실의 원인에 대한 선행연구 내용을 기준으로 분석하였다. 그 결과, 집단의 과정에서 창의적 시너지가 나타날 수 있는 상보적, 발생, 긴장 상태와 기여의 결합이 나타나는 방식인 수집, 연결, 선택, 변형, 집단의 창의적 산출의 특성인 집단 유창성, 집단 융통성, 집단 독창성, 집단 정교성이 관련된 것끼리 이어질 수 있음을 확인하였다. 그리고 집단 수준의 창의적 시너지가 나타날 수 있는 상보적, 발생, 긴장 상태에서 과정 손실의 인지적 원인과 사회 · 동기적 원인이 나타나는 경우를 확인하였다. 분석 결과를 통해 집단창의성 발현을 위한 수학영재학급 수업 설계 시에 고려해야 할 점에 대해 제안하였다.

주제어: 수학영재, 집단창의성, 수학적 창의성, 과정 손실

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

많은 연구들이 다양한 전문성을 가진 사람들의 협업에 의해 이루어지고 있다. 최근에는 노벨상 수상자의 절반 이상이 이전 수상자와 협업을 하였거나 그들에게서 배운 경험이 있다고 한다(Subotnik, Olszewski-Kubilius, & Worrell, 2011). 수학 분야에서도 서로 다른 분야를 연구하는 수학자들의 수학 내적 연결을 통해 새로운 이론이 탄생하기도 하고, 새로운 분야가 확립되기도 한다(이경화, 2015).

Nijstad와 Paulus(2003)는 집단이 창의적 잠재력을 가지고 있다고 언급하며, 개인의 지식, 기술, 능력이 결합되면 집단은 각 개인보다 더 큰 창의적 잠재력을 갖는다고 설명했다(p. 327). 개개인이 가진 창의적 생산력이 우수한 수학영재들이 집단창의성을 발현한다면 개인이 할 수 있는 것보다 더 뛰어난 산출을 해낼 수 있다.

---

1) 본 연구는 제1저자의 박사학위논문의 일부를 수정한 연구임.
2) [제1저자] 이화여자대학교 대학원
3) [교신저자] 이화여자대학교

우리나라 영재교육진흥법 제 1조에서는 영재교육의 목적을 “재능이 뛰어난 사람을 조기에 발굴하여 능력과 소질에 맞는 교육을 실시함으로써 개인의 타고난 잠재력을 계발하고 개인의 자아실현을 도모하며 국가와 사회의 발전에 이바지하게 함을 목적으로 한다.”고 설명한다(교육부, 2016). 수학영재들이 국가와 사회의 발전에 이바지할 수 있기 위해서는 각각 다른 전문성을 지닌 사람들과 집단창의성을 발현하여 뛰어난 창의적 산출을 해낼 수 있도록 교육하는 것이 필요하다.

그러나 단지 잠재력이 있는 학생들이 모여 있다고 해서 창의성이 발현되는 것은 아니다(Csikszentmihalyi, 1999). 수학영재 개인이 가진 능력과 지식이 풍부하고, 창의적 생산력이 우수하다고 하여도 집단 내에서 개인이 어떻게 기여하느냐에 따라 집단창의성 발현 여부는 달라진다. 김영채(2007)는 상호작용적 집단이 비상호작용적 집단보다 생산성이 떨어질 수 있다고 하면서 그러한 현상을 과정 손실(process loss)로 설명하였다(p. 5). 과정 손실은 집단 구성원의 상호작용 과정에서 발생할 수 있는 것으로, Nijstad와 Paulus(2003)는 실제로 발현된 집단창의성은 잠재적인 집단창의성에서 과정 손실을 제외한 것이라고 보았다(p. 328). 즉, 집단창의성 발현 과정에서 과정 손실을 최소화하는 것이 집단이 창의적 잠재력 수준에 도달할 수 있는 방법이 될 수 있다. 과정 손실을 최소화하고 잠재적인 집단창의성을 발현하기 위한 방법을 모색하기 위해서는 집단창의성 발현 과정과 산출이 어떻게 촉진되는지를 확인하고, 과정에서 나타날 수 있는 손실을 줄일 수 있는 방법을 탐색해야 한다(Paulus & Dzindolet, 2008).

그러나 수학영재의 창의성에 대한 연구는 대부분 개인에 초점을 두고 있으며(김기연, 2008; 김판수, 2014; 이대현, 2014; Leikin, 2010; Mann, 2006), 수학영재의 집단창의성이 발현되는 과정에서 나타나는 산출과 과정 손실에 대한 연구가 수학교육 분야에서 거의 이루어지지 않았다. 이에 본 연구에서는 집단창의성 발현을 위한 수업을 설계하여 수학영재 수업에 적용해 본 후, 집단 수준의 창의적 산출을 이루어낸 사례와 과정 손실이 이루어진 사례를 분석한다. 이로써 수학영재의 집단창의성 발현 전략에 대한 교육적 시사점을 얻고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

기존에 이루어져 온 수학적 창의성과 집단창의성의 특성에 대한 연구를 고찰하여 집단창의성 발현 과정과 산출에서 보이는 특성을 분석하기 위한 기준을 마련하였다. 그리고 집단창의성 발현에서 과정 손실이 일어날 수 있는 원인에 대한 선행연구를 고찰하여 집단창의성 발현으로 인한 과정 손실을 분석하기 위한 틀을 마련하였다.

1. 수학적 창의성과 집단창의성의 특성

영역 일반적 창의성을 평가할 때 이용되는 기준에는 확산적 사고의 특성인 유창성, 융통성, 독창성, 정교성 등이 있다. 유창성은 얼마나 많은 아이디어를 산출하였는가를 살펴보는 것이고, 융통성은 얼마나 다양한 범주에 해당되는 아이디어를 포함시켰는지를 살펴보는 것이다. 독창성은 다른 사람들이 생각하지 못한 새롭고 독특한 아이디어를 생성하였는지를 살펴보는 것이고, 정교성은 아이디어를 풍부하게 하고 발전시켜나갔는지를 살펴보는 것이다. 문제해결에 강조점을 둔 수학적 창의성에 대한 연구에서는 해결방안이나 문제

를 얼마나 많이 생성하는지를 유창성, 다양한 방법으로 문제를 해결하거나 다양한 방법으로 해결될 수 있는 문제를 제기하는지를 융통성, 해결방안을 확인하고 또 다른 새로운 해결방안을 생성하거나 제기된 문제를 확인하고 새로운 문제를 제기하는지를 독창성으로 설명한다(김은혜, 박만구, 2011; Silver, 1997). 그리고 문제에 결점이 없는지, 단순하고 명료하게 표현되었는지(김판수, 2014) 또는 기존 아이디어에 유용한 세부사항을 추가하여 정보를 상세하면서도 일목요연하게 표현하였는지(박만구, 2015)를 정교성으로 설명한다.

개인의 수학적 창의성의 특성과 집단의 수학적 창의성의 특성은 차이가 있다. 개인의 수학적 창의성과 마찬가지로 집단의 수학적 창의성의 경우에도 유창성, 융통성, 독창성의 특성이 있지만, 그 의미에는 차이가 있다(Esther, 2011). 집단 유창성(Collective fluency)은 같은 문제에 대해 많은 해결방안을 생성하는 것으로 집단의 문제해결 공간(Collective solution space) 개념과 유사하다. 또한 집단 융통성(Collective flexibility)은 집단 구성원들이 함께 다양한 수학적 성질이나 표현에 근거한 다양한 해결방안을 산출하고자 시도하며, 한 사람이 생성한 것을 보고 다른 사람이 아이디어를 생성하는 집단의 과정을 의미한다. 집단 독창성(Collective originality)의 경우에는 각 학생이 이전에 산출된 다른 학생의 아이디어에 기초하여 독창적인 아이디어를 산출하고 교사가 이에 대해 합리화하며, 더 나아갈 기회를 제공하는 것을 의미한다. 수학영재의 집단창의성 발현 과정과 산출을 분석할 때에는 Esther(2011)의 집단 유창성, 집단 융통성, 집단 독창성을 기준으로 하는 것이 적절하고, 발현 과정과 산출을 모두 고려하여 분석해야 한다. Esther(2011)는 집단 정교성에 대한 언급을 하지는 않았지만, 본 연구에서는 성예원, 송상헌(2013)의 연구를 참고로 하여 집단 정교성을 정의하였다. 성예원, 송상헌(2013)은 '초등수학영재들이 수학적 소재를 중심으로 확산한 개인의 아이디어를 모둠에서 선택함과 동시에 보다 좋게 만드는 것을 수학적 정교화'라고 정의하였다. 이러한 정의는 집단의 과정에서 적절한 아이디어를 선택하거나 보다 좋게 만드는 것이라는 의미에서 집단 정교성과 유사하다고 볼 수 있으나, 본 연구에서는 이러한 과정이 비판적이고 면밀한 검토를 통해서 이루어진다는 점을 강조하여 집단 정교성으로 보았다.

2. 집단 수준의 창의적 시너지와 기여의 결합

집단창의성에 대한 연구에서는 집단창의성을 창의성에 작용하는 다양한 요인 간의 상호작용 과정 또는 결과(Siau, 1995; Zhou & Kolmos, 2013)로 정의하거나 문제해결을 위해 집단 구성원들이 함께 상호작용하며 효율적으로 활동함으로써 개인이 할 수 있는 것보다 뛰어난 산출을 해내는 과정 또는 결과라고 보았다(김현진, 2014; 유경훈, 2015). 집단창의성이 발현되기 위해서는 개인이 할 수 있는 것보다 뛰어난 산출을 해낼 수 있어야 하므로 구성원 개인이 가진 자원이 집단의 산출을 위해 이용되는 기여의 결합이 이루어져야 한다. 기여의 결합 과정은 개인 창의성 발현과 구분되는 집단창의성 발현 과정의 특징이라고 볼 수 있고, 이를 구체화하기 위해서는 집단 수준의 창의적 시너지가 일어날 수 있는 상태와 개인적 기여가 결합되는 방식이 적용될 수 있다.

집단 수준의 창의적 시너지가 일어날 수 있는 세 가지 상태로는 상보적 상태, 발생 상태, 긴장 상태가 있다(Moran & John-Steiner, 2004; Zhou & Kolmos, 2013). 상보적 상태는 구성원들이 지닌 자원, 관점 등이 상호보완적인 상태를 이루는 것을 의미한다. 발생 상태는 창의성이 복잡한 상호작용 과정에서 발생한다고 보는 것으로, 관계성의 새로운 측면을 발견하거나 예상치 못한 창조가 이루어질 수 있는 상태를 의미한다. 긴장 상태는 구성원

들의 다양한 아이디어나 특징 등이 갈등이나 불일치를 이루는 것으로, 적절하고 좋은 아이디어를 선택하거나 보다 나은 결정을 위해 논쟁 등이 일어날 수 있는 상태를 의미한다. 한편, Hinsz, Tindale, Vollrath(1997)는 개인적 기여가 결합될 수 있는 방식을 수집, 변형, 연결로 보았다.

집단 수준의 창의적 시너지가 일어날 수 있는 세 가지 상태와 기여가 결합되는 방식은 유사한 것끼리 이어질 수 있다. 집단의 과정에서 개인이 지닌 자원이 상보적인 상태를 이루었을 때, 자원을 바탕으로 산출된 아이디어는 수집되어 창의적 협력을 이룰 수 있다. 또한 집단 구성원 간의 복잡한 상호작용 속에서 발생 상태를 이루면, 지식 간의 새로운 관계성이 파악되거나 예상치 못한 방법으로 지식의 연결이 이루어질 수 있다. 긴장 상태에서는 구성원 간의 갈등이나 불일치 해소를 위해 적절한 아이디어가 선택되거나 변형되어 창의적 산출로 이어질 수 있다.

3. 집단창의성의 과정 손실

Nijstad와 Paulus(2003)는 Steiner(1972)의 집단 생산성에 대한 식을 집단창의성에 적용하여 ‘실제로 발현된 집단창의성 = 잠재적 집단창의성 - 과정 손실’로 표현하였다. 이 식은 다음과 같은 세 가지를 의미한다. 첫째, 몇몇 상황에서 집단은 창의적 잠재력을 지니고 있고, 높은 창의성의 수준에 도달할 수 있다. 둘째, 이러한 잠재력은 과정 손실로 인해 완전히 드러나지 않을 수도 있다. 셋째, 적절한 과정을 통해 과정 손실을 최소화하고 집단의 수행을 극대화할 수 있다(p. 328).

비 상호작용적 집단보다 상호작용적 집단이 낮은 생산성을 보이는 것을 ‘과정 손실(process loss)’(Shepperd, 1993; Steiner, 1972) 또는 ‘생산 손실(production loss)’(Diehl & Stroebe, 1987)이라고 하는데, 본 연구에서는 집단의 상호작용 과정에서 구성원이 지닌 창의적 잠재력 발현을 저해하는 현상을 과정 손실이라고 보았다. 과정 손실의 원인은 사회ㆍ동기적 원인과 인지적 원인으로 나누어서 살펴볼 수 있다(Paulus & Brown, 2003; 김영채, 2007).

사회ㆍ동기적 원인으로는 집단의 동조 현상, 평가에 대한 우려, 동기 부족이 있다. 먼저, 집단의 동조 현상으로 인해 집단의 수행이 저조해질 수 있다. 즉, 집단 구성원이 다른 구성원의 의견과 일치되는 정보를 언급하려는 경향이 있고, 편견이 있는 상태에서 정보를 선택할 수도 있는 등 상호보완적인 지식만을 수집함으로써 집단이 가진 장점을 살리지 못하는 경우가 있다(Nijstad & Paulus, 2003, p. 329). 또한 다른 구성원의 평가에 대한 우려로 인해 과정 손실이 발생할 수도 있다(Camacho & Paulus, 1995). 그리고 집단 구성원의 동기 부족으로 인해 아이디어 산출이 일어나지 않을 수도 있다(Diehl & Stroebe, 1987; Diehl & Stroebe, 1991).

인지적 원인으로는 산출 방해, 공유 실패, 서로 다른 관점 유지 실패가 있다. 집단 브레인스토밍에 대한 연구에서는 산출 방해 등으로 인해 개인일 때보다 집단의 수행이 더 좋지 않았다는 결과도 있다(Nijstad, Diehl, & Stroebe, 2003, pp. 139-140). 산출 방해는 집단의 상호작용 과정에서 구성원이 말할 수 있는 시간이나 기회가 부족하여 일어날 수 있다(Diehl & Stroebe, 1987; Diehl & Stroebe, 1991). 두 번째, 공유 실패는 집단 구성원이 아이디어를 공유하지 못하여 생길 수 있는 과정 손실의 원인을 의미한다. 서로 다른 관점을 지닌 집단의 구성원들은 추가적인 창의적 활동을 자극할지도 모른다. 만약 사람들이 자신의 독창적인 정보를 공유하지 않거나 그 정보가 다른 사람에게 고려되지 않는다면 집단의 창

의적인 결정이 어려울 것이다. 세 번째, 서로 다른 관점을 유지하지 못하는 경우도 과정 손실의 인지적 원인이 될 수 있다. 서로 다른 관점을 지닌 구성원들이 자신의 의견을 확고하게 끌고나가지 못하면 집단의 산출에 좋은 영향을 주지 못할 수도 있다(Nijstad & Paulus, 2003).

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서 수학영재는 교육청 지정 수학영재학급에서 교육을 받고 있는 영재교육 수혜자를 의미한다. Martin과 Towers(2015)는 집단 구성이 수학적 지식 구성에 중요한 역할을 한다고 보고, 비슷한 수준의 수학적 지식을 가진 학생들이 집단을 구성했을 때에 집단 활동이 가능하다고 주장하였다. 이에 본 연구에서는 같은 영재학급 선발 시험에서 일정 수준 이상의 점수를 받은 학생들을 비슷한 수준의 수학적 지식과 능력을 지녔다고 보고, 같은 수학영재학급에서 교육을 받고 있는 학생들을 연구대상으로 선정하였다. 이 학생들은 과제를 수행할 때에 사용하는 언어를 서로 이해할 수 있고 함께 문제해결을 하는데 있어 필수적인 요소에 대해 의사소통이 가능하다. 이렇게 표집된 연구대상자는 서울시의 교육청 지정 영재학급 선발 시험에 통과하여 교육을 받고 있는 5학년 학생 4명, 6학년 학생 4명이었고, 이 중 여학생은 2명, 남학생은 6명이었다.

수학영재의 집단창의성 발현을 위해서는 구성원의 다양한 관점이 공유되는 것이 중요하므로 2~5명으로 구성된 소집단이 적절하다(Hunter, Bedell, & Mumford, 2007). 본 연구에서는 수학영재의 집단창의성 발현을 위해 구성원 개인의 활발한 아이디어 산출이 가능하면서도 구성원이 지닌 다양한 관점이 공유될 수 있도록 소집단을 4명으로 구성하였다. S1, S2, S3, S8이 1모둠, S4, S5, S6, S7이 2모둠으로 4명씩 2개의 소집단으로 이질집단을 구성하여 수업을 진행하였다.

<표 1> 사례연구를 위해 구성된 집단의 특성

모둠	학생	성별	학년	연구자가 관찰한 집단의 특성
1	S1	남	6	학생들 간의 수학적 문제해결 능력 차이가 2모둠보다 컸고, 한 사람을 중심으로 아이디어 산출이 이루어지는 경우가 빈번하였음. 그 학생이 아이디어를 산출하면 대체로 순응하는 분위기가 형성되어 있음.
	S2	남	6	
	S3	여	5	
	S8	남	6	
2	S4	남	6	학생들 간의 수학적 문제해결 능력 차이가 1모둠보다 작았고, 비교적 자유로운 분위기에서 학생들이 자신의 아이디어를 산출하였음. 상대의 의견에 대해 적극적으로 반박하거나 비판하는 분위기가 형성되어 있음.
	S5	남	5	
	S6	여	5	
	S7	남	5	

2. 사례연구를 위한 수업 설계

본 연구에서는 사례연구를 위해 수학영재의 집단창의성 발현 과정을 단계별로 적용하여 <표 2>와 같이 수업을 설계하였다. 성지현(2017)은 수학영재의 집단창의성 발현 과정을 확

인, 확산, 분석, 수렴, 확장 단계로 구분하였는데, 확인 단계는 집단 구성원이 제시된 문제나 상황을 이해하는 단계, 확산 단계는 수학적 추측 또는 문제해결의 아이디어를 공유하고 아이디어의 결합을 확산적으로 탐색하는 단계를 의미한다. 분석 단계는 집단 수준의 창의적 시너지가 이루어질 수 있는 상태가 나타나고, 아이디어가 수집되거나 적절한 것이 선택되기도 하며 적절한 아이디어로 변형, 연결이 이루어질 수 있는 단계를 의미한다. 수렴 단계는 추측 또는 해결방안이 표현되고 수학적 검증과 정당화가 이루어지는 단계이다. 확장 단계는 검증, 정당화된 추측이나 해결방안을 반성하고, 문제제기를 하여 다시 새로운 문제나 상황을 생성하는 단계를 의미한다. 본 연구에서는 이와 같은 단계를 적용하여 수업을 계획하고 진행하였다.

<표 2> 사례연구를 위한 수업 설계

차시	단계	교수·학습 활동
1차시	확인	‘주어진 표에서 규칙성을 찾고 수학적으로 정당화한다.’ 라는 학습 목표를 확인한다. 개별적으로 주어진 표에서 규칙을 찾는다.
	확산	주어진 예를 확인함으로써 수 체계의 성질에 대해 탐구한다. 개인 창의성을 바탕으로 주어진 수의 연산에 대한 성질을 찾아서 이야기한다.
	분석	주어진 예에 대한 각자의 생각을 수집하여 문제해결에 활용한다. 공유된 아이디어를 면밀하게 검토하고, 비판적으로 바라본다. 공유된 아이디어를 연결, 통합한다.
	수렴	주어진 수 체계에 대한 성질을 정교화하여 표현한다. 제시된 수 체계의 특징을 수학적으로 정당화한다.
	확장	아이디어 산출 과정을 돌아보고 확인한다. 5로 나눈 나머지들이 같은 수들 사이에는 어떤 공통점이 있을지 생각해 본다.
2차시	확인	‘모듈로 산술의 규칙성을 찾고 수학적으로 정당화한다.’, ‘학습한 내용을 실생활에 적용하고자 하는 태도를 갖는다.’ 라는 문제를 확인한다.
	확산	자연수와 그것을 5로 나눈 나머지를 표로 나타낸다. 모듈로 산술의 의미와 표현을 익힌다. 개인 창의성을 바탕으로 주어진 표에서 수학적 성질을 찾아 설명한다.
	분석	나머지가 같은 수들끼리의 성질에 대해 각자 찾은 내용을 수집하여 문제해결에 활용한다. 공유된 아이디어를 비판적으로 검토한다. 공유된 아이디어를 연결, 통합한다.
	수렴	모듈로 산술의 성질에 대한 추측을 정교화하여 표현한다. 추측을 수학적으로 정당화한다.
	확장	아이디어 산출 과정을 돌아보고 확인한다. 모듈로 산술이 일상생활에서 활용될 수 있는 경우를 찾아본다.

또한 성지현과 이종희(2017)는 전문가 집단을 대상으로 수학영재의 집단창의성 발현에 적합한 교수·학습 내용에 대한 델파이 조사를 실시하였는데, 그 결과, 수학영재의 집단창의성 발현에 적합한 교수·학습 내용으로는 수학적 과정의 ‘추론’, ‘문제해결’, ‘의사소통’을 경험할 수 있는 내용, 문제기반의 ‘개방형 문제’, ‘개념 확장이나 일반화가 가능한 문제’, ‘실생활과 관련된 문제’ 등이 도출되었다. 본 연구에서는 사례연구를 위

한 수업 주제로 '수 체계의 성질과 모듈로 산술'에 대한 내용을 선정하여 학생들이 추론, 문제해결, 의사소통과 같은 수학적 과정을 경험할 수 있게 하고, 개방형 문제나 개념 확장 및 일반화가 가능한 문제, 실생활과 관련된 문제를 해결해 볼 수 있게 하였다.

'수 체계의 성질과 모듈로 산술' 주제에서는 학생들이 기존에 알고 있던 수 체계의 구조와 성질에 대한 내용을 진법, 모듈로 산술과 관련된 내용으로 확장, 연결함으로써 기존에 가지고 있던 수 체계에 대한 생각을 확장하고 재구조화할 수 있도록 의도하였다. 본 주제의 수업 1차시에서는 가환환의 성질을 가지는 덧셈표와 곱셈표를 제시하여 탐구하도록 하였고, 학생들이 원래 가지고 있던 수 체계의 성질에 대한 공통점과 차이점을 생각해 보며 지식을 재발명, 재발견할 수 있게 하였다. 그리고 2차시에서는 5로 나눈 나머지가 같은 수끼리 같은 열에 배열된 표를 제시하여 나머지가 같은 수끼리 연산을 하였을 때 어떤 성질이 있는지 탐구하여 모듈로 산술의 성질을 재발명, 재발견할 수 있게 하였다.

3. 자료 수집 및 분석 방법

연구 자료를 다양한 출처에서 수집하여 연구의 타당성을 높이기 위해 자료 삼각 검증을 하였다. 이를 위해 수집한 자료는 관찰 기록안, 수업 녹화 자료, 활동 기록이다. 연구자는 수학영재를 지도하는 교사로서 직접 수업을 진행하며 참여하였고, 학생들을 관찰하는 관찰자로서의 역할도 하였다. 수업 설계나 진행에 있어 연구자가 주도적으로 계획하고 개입할 수밖에 없는 상황이므로 연구자의 생각이나 말과 행동이 연구의 결과에 영향을 주었다는 점을 배제할 수 없다. 하지만 최대한 객관적인 상황에서 수업을 진행하며 학생들의 반응을 분석하고자 노력하였다. 연구자는 참여 관찰을 하면서 관찰 기록안을 작성했다.

현장에서 연구자가 학생들의 실제 반응을 직접 관찰하긴 하였지만, 그것을 오랫동안 기억하거나 객관적으로 보기 어려운 측면이 있으므로 수업을 녹화하여 학생들의 반응을 다시 분석하였다. 학생들의 생각이 되도록 많이 녹화될 수 있도록 사고발성법(thinking aloud)을 이용하도록 하였다. 연구자는 학생들의 말과 행동이 녹화된 내용을 전사하여 분석하였고, 녹화된 내용을 전사할 때에는 말 뿐만 아니라 행동도 포함시켜 적었다. 학생들의 반응을 최대한 기록하고자 하였으나 목소리가 잘 들리지 않는 경우나 자신의 생각을 표현하지 않은 경우에는 기록하기 어려웠다.

학생들이 집단의 창의적 산출에서 보인 반응을 분석하기 위해 활동 중 종이에 적은 기록물을 수집하였다. 수집된 내용은 활동에 참여하면서 학생들이 활동지에 적은 내용이 모두 포함된다. 토의하면서 나온 내용이나 생각한 내용을 학생들에게 모두 적게 하였고, 이러한 기록물은 관찰, 녹화 및 전사된 내용을 보완해 주는 자료로 사용되었다.

수학영재의 집단창의성 발현과 과정 손실에 대한 연구는 이제까지 충분히 이루어져 오지 못했고, 연구자가 예측하지 못한 부분이나 문헌을 통해 도출하지 못할 수 있는 부분이 있다고 가정하여 질적 연구 방법을 활용하였다. 질적 연구 방법 중에서도 사례 연구를 적용하였고, 수업을 적용한 결과로 인한 사례에서 학생들의 반응을 맥락화하여 분석하였다. 집단창의성 발현 과정 및 산출은 Esther(2011)의 집단 유창성, 집단 융통성, 집단 독창성과 성예원, 송상헌(2013)의 수학적 정교화를 참고로 한 집단 정교성, Hinsz 외(1997)의 기여의 결합이 이루어지는 방식을 기준으로 하여 분석하였다. 집단창의성 발현 과정에서 나타날 수 있는 과정 손실은 Paulus와 Brown(2003), 김영채(2007)가 언급한 사회･동기적 원인과 인지적 원인을 기준으로 분석하였다. 분석을 진행하는 과정에서 예상치 못한 반응이 도출되거나 범주화되지 않은 부분이 나올 경우, 그것 역시 자료 분석에 포함시켜 기술하였다.

Ⅳ. 연구 결과

1. 집단창의성 발현 과정 및 산출

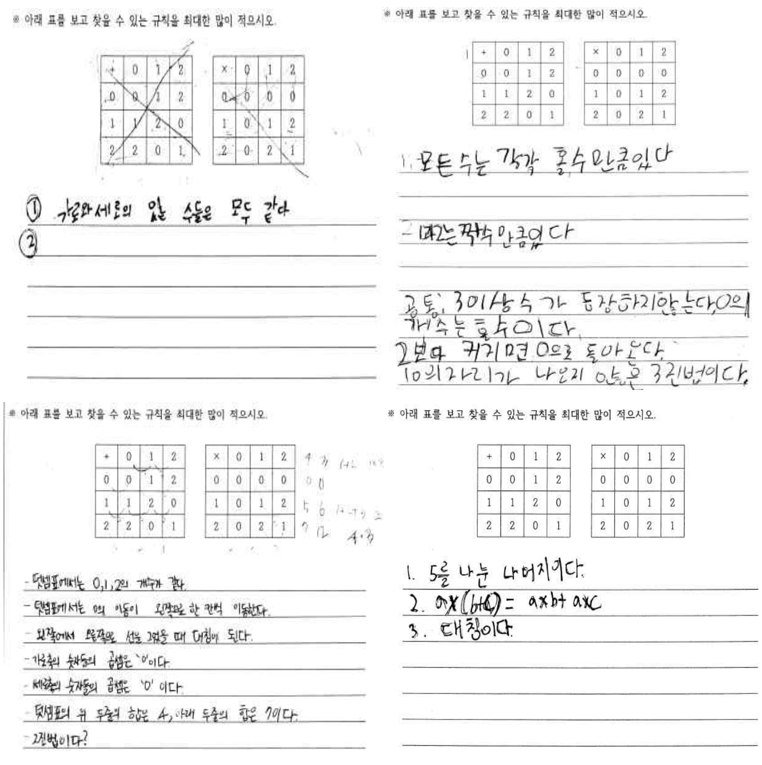
수학영재의 집단창의성 발현이 이루어졌을 때의 특징을 확인하기 위하여 집단창의성 발현 과정을 단계별로 적용한 과정과 산출을 분석하였다. 특히 어떤 과정이 어떤 산출로 이어질 수 있는지를 확인하여 집단창의성 발현의 특성을 구체화하고, 그 과정을 촉진할 수 있는 방안에 대해 모색하기 위한 기반을 마련하였다.

가. 사례 분석

수학영재의 집단창의성 발현을 통한 산출은 수학적 창의성과 집단창의성의 특성을 반영하므로 집단 유창성, 집단 융통성, 집단 독창성, 집단 정교성이 나타날 수 있다. 집단창의성 발현 과정과 산출을 각각의 특성별로 분석하였다.

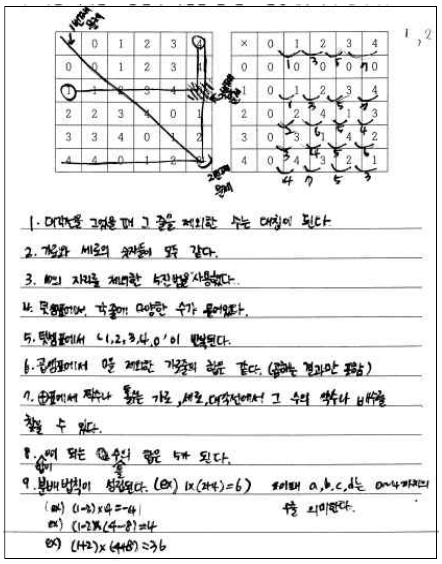
1) 아이디어 수집을 통한 집단 유창성 발현

수학영재들은 규칙성이나 수학적 성질에 대해 탐구하면서 다양한 아이디어를 산출하였고, 상보적 상태를 이룬 아이디어는 수집되어 집단의 문제해결 공간에 해당되는 집단 유창성으로 이어졌다.



[그림 1] '수 체계의 성질과 모듈로 산술' 1차시 2모둠의 개별 활동지(S4, S5, S6, S7)

1차시 확인 단계에서 학생들은 개별 활동으로 시작해서 집단 활동을 거쳐 집단 유창성을 발현하였다. 학생들은 먼저 개별적으로 덧셈표와 곱셈표에 대한 규칙성을 탐구하는 문제를 해결하였고, 소집단 활동에서는 개별 활동에서 탐구한 문제와 유사하면서도 확장된 형태의 덧셈표와 곱셈표의 성질을 탐구하였다.



[그림 2] '수 체계의 성질과 모듈로 산술' 1차시 2모둠의 활동지

2모둠 (수 체계의 성질과 모듈로 산술)

S5: 찾았습니다.
S6: 네?
S5: 더하기표 규칙인데요. 짝수들은 가로, 세로, 대각선 두 칸 안에서 그 수의 약수나 배수가 있습니다.
S4: 다시 한 번요.
⋮
S5: 아. 더하기표에서 짝수나 홀수는... 가로, 세로, 대각선 안에서...
S6: 가로, 세로, 대각선 안에서...
(S6, S4가 열심히 받아 적는다.)
S5: 그 수의 약수나 배수를 찾을 수 있다.
S4: 그 수의 약수나 배수를 찾을 수 있다?
S5: 네?
S6: 더하기표에서 짝수나 홀수는... (표를 보며 직접 확인한다.)

개별 활동에서는 S4가 1개, S5가 5개, S6이 7개, S7이 3개의 아이디어를 산출하였으나, 소집단 활동에서는 각자의 아이디어가 수집되어 개별 활동 때보다 더 많은 아이디어인 9개의 아이디어가 산출되었다. 각자 산출했던 아이디어가 집단의 과정에서 공유되어 상호보완적인 상태라고 여겨지는 경우, 집단의 산출에 포함되었다.

특히 모둠 활동지에는 개별 활동지에서 등장하지 않았던 내용의 아이디어도 산출되었다. 예를 들어, 덧셈표에서 가로, 세로, 대각선에 그 수의 약수와 배수를 찾을 수 있다는

성질이 새롭게 등장하였다. 처음에 구성원들은 자신이 개별 활동에서 재발견한 지식을 바탕으로 아이디어를 공유하였다. 확산적으로 아이디어를 탐색하던 중에 한 학생(S5)이 덧셈표에서 새롭게 찾은 규칙을 집단의 과정에서 산출하였는데, 이에 대해 다른 구성원들은 S5의 아이디어가 맞는지 간단히 확인하고 집단의 문제해결 공간에 포함시켰다. 집단 구성원들이 생각하기에 제시된 아이디어가 상보적 상태에 있었기 때문에 간단한 확인 후, 아이디어가 수집되어 집단 유창성을 발현하였다. 이와 같이 창의적 잠재력이 풍부한 구성원들은 서로를 자극하여 개인이 할 수 있는 것보다 높은 수준의 산출을 해낼 수 있고, 이에 대해 Paulus와 Brown(2003)도 언급한 바가 있다.

2) 아이디어 연결을 통한 집단 융통성 발현

수학영재들은 제시된 주제에 대해 수업하면서 집단 구성원이 함께 다양한 수학적 성질이나 표현에 근거한 해결방안을 산출하고자 시도하여 아이디어를 연결하고 집단 융통성에 해당하는 반응을 보였다.

2모둠 (수 체계의 성질과 모듈로 산술)

S5: 아. 두 수를 더해서 5가 되는 수.

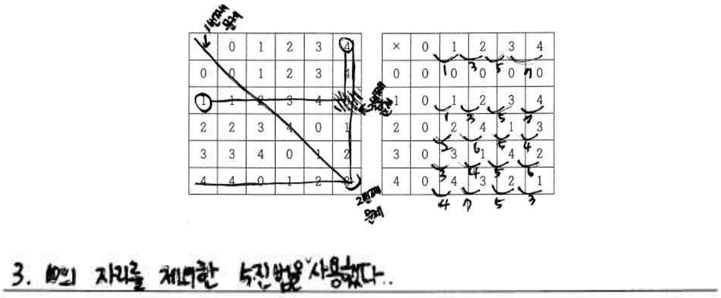
⋮

S6: 합이 5가 되는 경우에는...
S5: 두 수를 더해서... 두 수를 더해서 합이 5가 되는 경우에는? 합이 5가 되는 수는 0이 된다.
S6: 아니지. 여기에서는 0이지. 합이 0이 되는...

⋮

S4: 아. 그러니까 십진법이라고 괄호치고 써야지.
S5: 아니. 아니야. 두 수를 더했을 때, 십진법에서 5가 되는 수는... 합이 5가 되는 수는... 여기서는 0이 된다.
S5: 5는 0이 되고, 6은 1이 되고, 7은 2가 되고...

문제의 주어진 표에서 제시된 값은 실제 계산된 결과를 5로 나눈 나머지와 같은데, 학생들이 이를 오진법과 연결하여 설명하는 모습을 살펴볼 수 있었다. 주어진 덧셈표와 곱셈표의 규칙을 자유롭게 탐색하던 학생들은 표에 있는 수가 모두 5 이하의 수라는 점을 확인하고, 덧셈표에 제시된 0은 두 수를 더해서 5가 되는 자리임을 발견하였다. S5가 두 수를 더해서 5가 된다는 점을 언급하자, 다른 구성원들도 이에 대해 탐구하면서 표에 제시된 0의 의미에 대해 다시 생각해보게 된다. 이에 S5는 합이 5가 되는 수가 0이 된다는 점을 언급하고, 다른 구성원들은 합이 5가 되는 수와 표에 제시된 수 체계가 다름을 구분해야 한다고 설명한다. 이렇게 다른 수 체계를 구분하기 위해 S4는 이전 차시에서 학습한 진법의 기본 원리를 상기하면서 십진법에 대해 언급한다. S4의 언급에 더하여 S5는 십진법 체계에서 더해서 5가 되는 수가 표에 제시된 체계에서는 0이 됨을 언급한다. 사례에서 살펴볼 수 있듯이 수학영재들은 집단창의성 발현 과정에서 한 사람이 생성한 아이디어를 보고 다른 구성원들도 아이디어를 제시하였고, 한 사람이 생성한 아이디어에 대한 자신의 아이디어를 제시하기 위해 이전에 학습했던 다른 내용과 연결하는 모습을 보였다. 이러한 과정은 [그림 3]과 같이 주어진 표의 성질과 오진법을 연결한 아이디어의 산출로 이어졌다.



[그림 3] ‘수 체계의 성질과 모듈로 산술’ 1차시 2모둠의 활동지 일부

집단 구성원이 서로의 아이디어를 바탕으로 다른 아이디어를 생성하는 과정을 통해 수학영재들은 수와 연산과 규칙성 분야의 성질을 연결하여 해결방안을 산출하였다. 이렇게 진법에 대한 지식과 주어진 표의 규칙 사이의 관계성을 새롭게 발견함으로써 집단 수준에서 지식이 재구조화되는 과정은 발생 상태에서 연결이 이루어지는 과정이라고 볼 수 있다. 그리고 집단 구성원들이 함께 다양한 수학적 성질이나 표현에 근거한 해결방안을 산출하고자 시도하는 과정에서 일어나는 지식의 연결은 집단 융통성이라고 볼 수 있으므로 발생 상태에서의 연결이 집단 융통성 발현으로 이어졌다.

3) 아이디어 연결 또는 변형을 통한 집단 독창성 발현

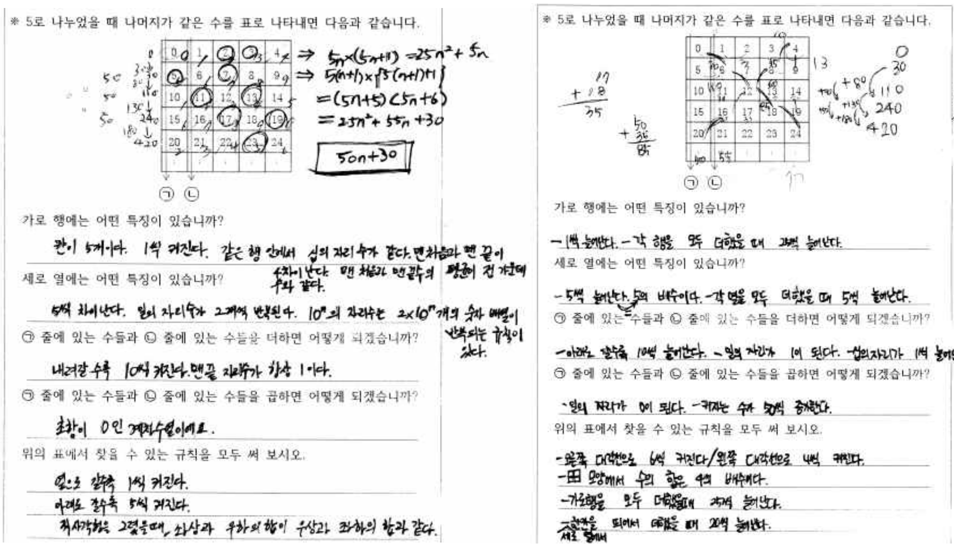
수학영재의 집단창의성 발현 과정에서 학생들은 집단 구성원의 아이디어를 연결하거나 변형하여 다른 모둠의 학생들이 생각하지 못한 독창적인 아이디어를 산출하였다.

2모둠 (수 체계의 성질과 모듈로 산술)

S5: 잠깐. 2 곱하기 2랑 3 곱하기 3이랑 똑같게 나오네?
T: 왜 그럴까?
S5: 5진법이니까.
S4: 5진법?
⋮
S4: 절댓값이랑 똑같은 거 아니야? 이거? 아닌가? 5를 기준으로 두고... 절댓값은 0을 기준으로 두잖아.
S5: 절댓값이 뭔가요?
S6: 예를 들어, 만약에 4가 있고, 이렇게 있으면요...
S4: 4랑 6이랑 똑같다고 했잖아요. 수직선을 그렸을 때, 이쪽으로 가면 음수고 이쪽으로 가면 양수인데... 0에서 얼마나 떨어져 있느냐에 따라 절댓값을 결정해요.
S5: 그러니까 많이 떨어져 있을수록 절댓값이 커지는 거예요? 작아지는 거예요?
S6: 커지는 거예요.
S4: 0에서... 그니까 5를... 5를 절댓값... 0을 5라고 두면... 여기서 5가 기준이라고 두면, 4가 –1이 되고, 6이 +1이 되니까...
S5: 네. 알겠어요.
S4: 절댓값이 다 1이 되니까... 그래서 같은 것 아닌가?

1차시 수업에서 주어진 곱셈표에 포함된 제곱수는 1과 4뿐인데, 그 이유에 대해 생각하는 과정에서 S4는 절댓값의 개념을 생각하여 이전에 학습한 내용과 연결하는 모습을 보였

다. 2는 5-3과 같고, 여기서는 5가 기준이므로 2×2와 3×3의 결과가 같아지는데, 수학영재들은 이러한 규칙을 자신들이 알고 있는 절댓값 개념과 연결하여 설명하였다. 수학영재들은 처음에 산출한 아이디어인 제곱수에 대한 규칙을 분석하는 과정에서 예상치 못한 내용인 절댓값에 대한 지식과의 연결을 통해 관계성의 새로운 측면을 파악하고 다른 모둠이 찾아내지 못한 산출을 해냈다. 이는 예상치 못한 연결이 일어날 수 있는 발생 상태에서 지식의 연결이 이루어짐으로써 집단 독창성 발현이 이루어짐을 보여준다.



[그림 4] '수 체계의 성질과 모듈로 산술' 2차시 1, 2모둠의 활동지

2차시 수업에서는 모듈로 산술의 성질에 대해 파악하기 전에 먼저 5로 나눈 나머지가 같은 수끼리 같은 열에 나열한 위와 같은 표를 학생들에게 제시하였다. 각 모둠은 다른 모둠이 산출하지 않은 아이디어를 1가지 이상 산출하였고, 이러한 아이디어는 집단 독창성 발현으로 인한 산출에 해당된다. 모둠 구성원이 달라짐에 따라 같은 부분에 대해 탐구하더라도 다른 성질을 찾아내거나, 같은 성질에 대해 다른 표현으로 나타내기도 하였다.

2모둠 (수 체계의 성질과 모듈로 산술)

S5: (S7의 활동지를 가져간다.) 네. 이 분이 또 새로운 것을 찾아냈어요. 네모모양의 합은 그거래요. 4의 배수래요. S5: 아니. 그런데 이건 여기서만 해당되는 거 아니에요? S6: 아니에요. 다 해당돼요. S5: 아. 진짜요? (2모둠 구성원들이 표를 다시 살펴보며 확인한다.)

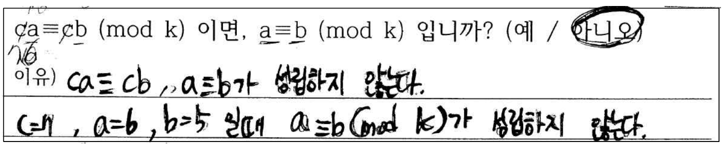
[그림 4]에서 1모둠과 2모둠 학생들 모두 주어진 표에서 정사각형 모양으로 인접한 4개의 수들 간의 규칙성에 대해 탐구했다는 공통점이 있다. 하지만 1모둠의 학생들은 대각선 방향으로 더한 수들의 합이 같다는 성질을 적었고, 2모둠의 학생들은 네 수의 합이 4의 배수라는 점을 적었다. 2모둠의 사례를 살펴보면, S7이 먼저 인접한 네 수의 합이 4의 배수

수라는 성질을 적었고, 그것을 S5가 대신 읽음으로써 집단 구성원에게 공유하였다. 이때, S5는 S7의 아이디어에 대해 자신의 생각이 일치하지 않음을 언급하였고, 표의 일부에서만 이러한 성질이 성립하는 것이 아닌지 반문하였다. 집단 구성원 간의 아이디어 불일치로 긴장 상태가 나타날 수 있었으나, 이에 대해 집단 구성원이 함께 확인함으로써 긴장 상태를 해결하고 집단 수준의 지식을 확장하였다. 이렇게 집단 구성원의 의견이 불일치하여 긴장 상태가 나타났다고 해도 집단의 과정을 통해 개인 수준과 집단 수준의 지식이 변형되고, 다른 모둠과는 차이가 있는 아이디어를 산출할 수 있음이 확인되었다.

같은 표에 대한 규칙성을 탐구하더라도 찾은 규칙성이 모둠별로 다른 것으로 보아, 같은 내용을 탐구하더라도 구성원에 따라 재발견한 내용이 다르다는 것을 알 수 있었다. 이러한 산출은 구성원이 다른 구성원의 아이디어에 기초하여 독창적인 아이디어를 산출하는 것이 집단 독창성이라는 Esther(2011)의 의견을 뒷받침해주고, 집단 구성원이 어떤 지식을 연결하느냐, 지식을 어떻게 변형하느냐에 따라 집단의 산출이 달라져서 집단 독창성 발현이 이루어짐을 보여준다.

4) 아이디어 선택 또는 변형을 통한 집단 정교성 발현

수학영재들은 서로의 아이디어가 불일치하거나 그로 인한 갈등이 생긴 경우, 긴장 상태를 해결하기 위해 적절한 것을 선택하거나 아이디어를 변형함으로써 집단 정교성에 해당되는 반응을 보였다.


ca≡cb (mod k) 이면, a≡b (mod k) 입니까? (예 / 아니오)
이유) ca≡cb, a≡b가 성립하지 않는다.
c=7, a=6, b=5 일때 a≡b (mod k)가 성립하지 않는다.

[그림 5] '수 체계의 성질과 모듈로 산술' 2차시 2모둠의 활동지 일부

2모둠 (수 체계의 성질과 모듈로 산술)

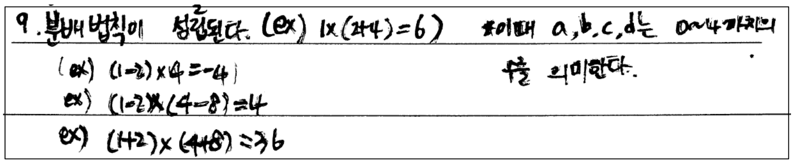
S5: c는 양쪽에 똑같으니까 다 없어도 되지 않을까? S7: c를 없애면 안 되죠. ⋮ S6: 맞지 않아요? 어차피 이거 그냥 똑같은 수 곱한 거니까... 아닌가? ⋮ S6: 어? 또 안 되는데? a랑 b랑 하나씩 하면 6과 5가 돼요. 아니네요. 아니요. S5: 어떻게요? 틀린 게 어떤 거예요? S6: c가 7이고 a가 6이고, b가 5일 때, 이거 모듈로 7로 하면 되는데... S5: 모듈로 7로 하면 나누어떨어져요? S6: 네. 나누어떨어져요. S5: 아. 6이랑 5로 했을 때요? S6: 근데 또 만약에 이게 6이랑 5니까... 그러면 모듈로 될 수 있는 게 없잖아요. 그러니까 안 돼요.

2차시 수업에서 2모둠의 학생들은 개인과 집단의 아이디어를 변형하였다. 처음에 S4, S5, S6은 주어진 명제가 성립한다고 생각하였고, S7은 아니라고 생각하여 긴장 상태를 이루었다. S7은 처음에 혼자 옳은 대답을 했으나 집단 구성원의 반응과 집단의 맥락 속에서

자신의 생각을 반대로 바꾸기도 하였다. S7은 다른 구성원들의 영향을 받아서 자신의 생각을 바꿨으나, S6이 반례를 찾아냄으로써 자신의 생각을 원래대로 바꾸었다. 집단의 모든 구성원들이 반례를 확인하고, 처음에 성립한다고 생각했던 내용을 성립하지 않는다는 지식으로 재구성하게 된다. 집단이 아닌 개별적으로 주어진 문제를 해결하게 했다면, 다른 관점에서 말하는 사람이 없어 대부분의 집단 구성원들이 오류가 포함된 채로 지식 구성을 하였을 것이다. 하지만 집단의 과정을 통해 수학영재들은 다양한 관점을 확인하였다. 서로 다른 관점으로 인한 긴장 상태를 해결하기 위해 생각하던 학생들은 반례를 찾아냄으로써 적절한 아이디어를 선택할 수 있었다. 이러한 사례를 확인함으로써 집단의 과정을 통해 오류가 개선되고 적절한 지식이 선택되어 지식의 재구성이 일어남을 살펴볼 수 있었고, 긴장 상태에서 선택이 이루어져 집단 정교성이 발현됨을 알 수 있었다. 또한 개인이 가지고 있던 지식이 집단 맥락에 영향을 받으며 변화될 수 있음을 확인하였다.

2모둠 (수 체계의 성질과 모듈로 산술)

S5: 네. 성립합니다. S4: 네? 방금 전에는 성립 안 한다면서요? S5: 안 할 수도 있을 것 같았는데. 방금 보니까 성립할 것 같습니다. 자. 봅시다. 저기서 a를 1이라고 치고, b를 2라고 하고, c를 4라고 하면... ⋮ S6: 다른데? 너처럼 1를 a로 하고, 2를 b로 하고, c를 4로 하면... 안 되는데? ⋮ S4: 그니까 분배법칙은 성립 안합니다. S5: 전 성립한다고 생각합니다. S6: 성립 안 한다니까요? ⋮ S5: 그거죠. 그러니까 1 곱하기 4는 4. 1 곱하기 2는 2. S6: 네. S5: 그럼 6이잖아요. T: 6 곱하기 1은? S6: 6. S5: 똑같잖아!



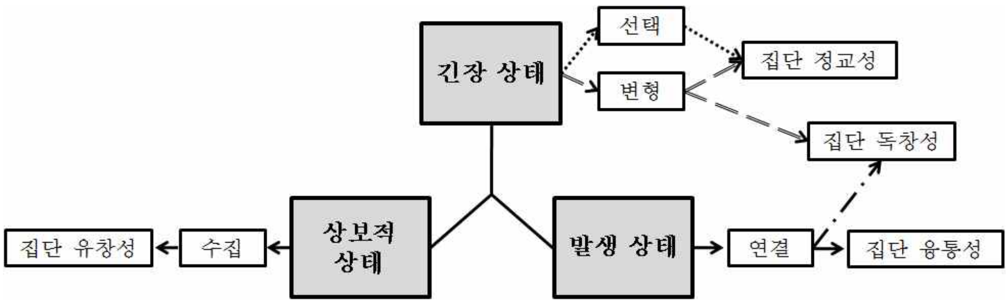
[그림 6] ‘수 체계의 성질과 모듈로 산술’ 1차시 2모둠의 활동지 일부

1차시 수업에서 2모둠 학생들은 주어진 표에서 분배법칙이 성립하는지에 대해 논의하게 되었다. 이 때, 학생들은 S4를 제외하고 모두 성립한다고 응답하였다. 주어진 표의 규칙에 대해 처음에는 S4 한 명만 오류를 보였는데, 집단의 과정에서 S6도 함께 오류를 보이는 모습을 살펴볼 수 있었다. 이에 대해 S5가 반박하며 a에 1, b에 2, c에 4를 대입해 보라고 하였다. S6은 대입하는 과정에서 실수를 하여 분배법칙이 성립하지 않는다는 주장을 하였다. 이렇게 구성원 간의 의견이 서로 달라서 집단의 과정이 긴장 상태에 머물러 있다가 S5

가 구체적인 예를 들어 설명하는 과정에서 모둠 구성원 모두 분배법칙이 성립함을 확인할 수 있었다. 추측에 대해 경험적으로 확인해 봄으로써 S4와 S6은 생각에 변화가 생겼고, 2모둠은 함께 분배법칙이 성립한다는 아이디어 산출을 하였다. S6은 처음에 오류를 보이다가 집단의 과정을 통해 자신의 지식을 개선하여 분배법칙을 응용한 형태까지 성립한다는 것을 예를 들어 설명하였다. 이는 S4와 S6의 개인 창의성을 바탕으로 구성한 지식이 집단의 과정을 통해 변형되어 집단 정교성이 발현될 수 있음을 보여준다. 이렇게 개인의 창의성으로 구성된 지식이 오류 가능하더라도 집단창의성의 발현 과정에서 개선된 지식이 형성될 수 있고, 그 과정에서는 아이디어 불일치로 인한 긴장 상태와 그것을 해결하기 위한 지식 변형으로 집단 정교성 발현이 이루어질 수 있다. 또한 개인의 수학적 창의성을 바탕으로 지식을 구성하였다고 하더라도 집단의 과정 속에서 지식이 재구조화되거나 확장될 수 있다.

나. 집단창의성 발현 과정 및 산출 방식

앞서 설명한 바와 같이 집단의 과정에서 상보적 상태, 발생 상태, 긴장 상태(Moran & John-Steiner, 2004; Zhou & Kolmos, 2013)는 각각 개인적 기여가 결합되는 방식인 수집, 연결, 선택, 변형(Hinsz, et al., 1997)으로 이어질 수 있다. 수학영재의 집단창의성 발현 과정에서 수집, 연결, 선택, 변형을 통한 기여의 결합은 집단창의성 발현으로 이루어진다. 본 연구에서는 이러한 집단창의성 발현을 통해 이루어진 산출의 특성을 집단 유창성, 집단 융통성, 집단 독창성, 집단 정교성으로 보고, 사례연구를 통해 집단창의성 발현 과정과 이어짐을 확인할 수 있었다. 수학영재의 집단창의성 발현 과정과 산출을 도식화하면 [그림 7]과 같다.



[그림 7] 수학영재의 집단창의성 발현 과정과 산출

이와 같이 수학영재의 집단창의성 발현 과정과 산출을 ‘아이디어 수집을 통한 집단 유창성 발현’, ‘아이디어 연결을 통한 집단 융통성 발현’, ‘아이디어 연결 또는 변형을 통한 집단 독창성 발현’, ‘아이디어 선택 또는 변형을 통한 집단 정교성 발현’으로 볼 수 있다. 집단의 과정에서 산출되고 공유된 아이디어가 상보적 상태를 이루는 경우, 그러한 아이디어는 수집되어 집단 문제해결 공간에 포함되었고, 이는 집단 유창성 발현으로 이어졌다. 집단의 과정에서 발생 상태를 이룬 아이디어는 관계성의 새로운 측면을 발견하거나 예상치 못한 연결을 통해 집단 융통성에 해당되는 산출로 이어지거나 집단 독창성 발현으로 이어졌다. 집단의 과정에서 아이디어 간의 불일치로 인한 긴장 상태를 이루었을 때, 학생들은 상대의 의견에 반박하기 위해 반례를 들거나 자신의 생각을 정당화하여 다

른 사람을 설득하고자 하였다. 이러한 과정에서 학생들은 불일치하는 아이디어 중에 적절한 것을 선택하거나 다른 관점을 확인하고 자신의 생각을 바꾸기도 하였다. 즉, 정당화를 통해 긴장 상태가 해결되고 원래의 아이디어가 선택 또는 변형됨으로써 집단 정교성에 해당되는 산출로 이어졌다. 그리고 아이디어 변형은 다른 학생들이 생각하지 못한 아이디어 산출이 되어 집단 독창성으로 이어지기도 하였다.

2. 집단창의성 발현에서 과정 손실의 사례 분석

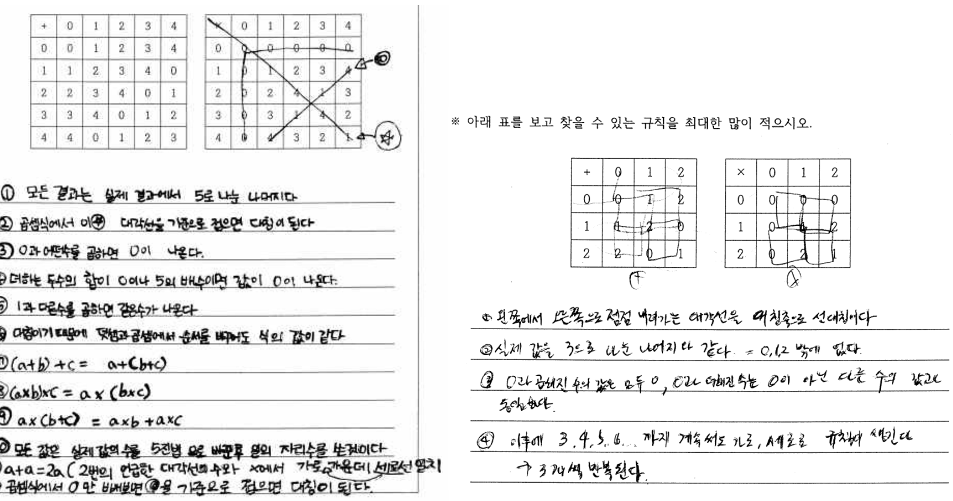
잠재적인 집단창의성에서 과정 손실을 제외한 것이 실제로 발현된 집단창의성이라고 하였듯이 수학영재의 집단창의성 발현을 촉진하기 위해서는 과정 손실을 최소화할 수 있는 방법에 대해 찾아야 한다. 이에 본 절에서는 집단창의성 발현에서 나타난 과정 손실의 사례를 분석하여 이를 줄일 수 있는 방법에 대해 제안하기 위한 바탕을 마련하였다.

가. 사례 분석

수학영재의 집단창의성 발현에서 보이는 과정 손실의 원인을 파악하여 과정 손실을 최소화하기 위한 전략을 찾을 수 있다. 이에 여기서는 집단 수준의 창의적 시너지가 나타날 수 있는 세 가지 상태별로 사회 · 동기적 원인과 인지적 원인의 측면에서 과정 손실을 분석하였다.

1) 상보적 상태에서의 과정 손실

상보적 상태는 구성원들이 지닌 자원, 관점 등이 상호보완적인 상태를 이루는 것으로, 집단 구성원이 지닌 자원을 바탕으로 아이디어가 산출되지 못하거나 집단 구성원의 평가에 대한 우려로 인해 과정 손실이 일어날 수 있다.



[그림 8] '수 체계의 성질과 모듈로 산술' 1차시 1모둠의 활동지와 S1의 개별 활동지

'수 체계의 성질과 모듈로 산술' 수업에서 제시된 표의 규칙을 찾은 결과, 1모둠의 학생들은 곱셈의 항등원이 1이라는 것은 적었지만 덧셈의 항등원이 0이라는 것은 적지 않

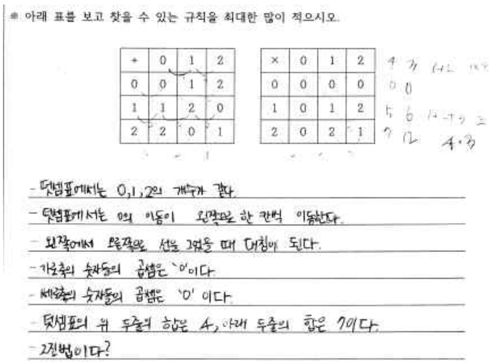
았다. 그러나 1모둠의 구성원인 S1의 개별 활동지에서 그가 덧셈의 항등원이 0이라는 것을 알고 있었음을 확인하였다. S1은 개인 창의성을 바탕으로 주어진 표의 규칙성에 대한 지식을 재발견했으나, 이는 산출 방해로 집단창의성 발현으로 인한 결과에 등장하지 않았다.

1모둠 (수 체계의 성질과 모듈로 산술)

S1: 곱하기해서 0이 되게 만드는 수는 0. T: 덧셈? S1: 더하기해서 0이 되게 만드는 수는... 있지. 0. 0 더하기 0은 0. 4 더하기 1. S2: 2번 저거 하자. 대칭! 동의합니까? S1: 동의합니다. 자. 이제 다시 씁시다. 뭐라고 써야 돼?

2모둠 집단의 과정에서 이와 관련된 아이디어를 산출하였던 장면을 살펴보면 S1이 덧셈의 역원에 대한 아이디어를 이야기하고 있을 때, S2가 자신의 의견을 먼저 이야기하였음을 알 수 있다. 즉, S2의 산출 방해로 인해 S1이 시간 또는 기회를 얻지 못하여 아이디어를 충분히 산출하지 못하였다. 결국 1모둠은 덧셈의 항등원이 0이라는 것을 최종 아이디어에 포함시키지 못하였다. 이렇게 개인 창의성을 바탕으로 지식을 구성하여 집단의 과정에 기여할 수 있는 아이디어가 있고, 상보적인 상태를 이룬다고 해도 산출 방해가 있으면 개인이 집단창의성 발현 과정에 기여하지 못할 수 있다. 과정 손실의 인지적 원인 중 하나인 산출 방해는 이와 같이 다른 구성원으로 인해 산출할 기회를 얻지 못함으로써 나타날 수 있다.

산출 방해 외에도 집단 구성원의 평가에 대한 우려로 인해 아이디어가 산출되지 못하는 경우가 있다. S6은 개별 활동지의 규칙성을 탐구하면서 진법의 내용과 연결된 아이디어를 산출하였다. 하지만 주어진 표의 규칙성은 3진법과 관련된 것으로 S6의 아이디어에는 오류가 있었다.



[그림 9] '수 체계의 성질과 모듈로 산술' 1차시 S6의 개별 활동지

2모둠 (수 체계의 성질과 모듈로 산술)

S4: 그러면 방금 3진법은? S5: 아. 방금 전에 선생님이 주셨던 것은 3진법. S5: 십의 자리가 생략된 5진법을 이용하였다.

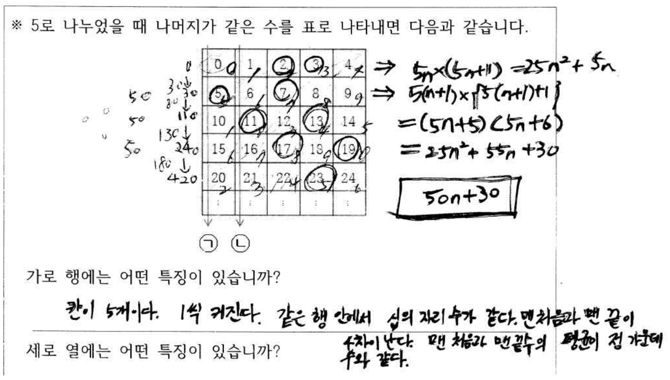
집단의 과정에서 구성원이 토의를 할 때, 이전 개별 활동지에서 산출한 아이디어에 대해 언급할 기회가 있었는데, S4와 S5는 이에 대해 정확한 아이디어를 산출하였다. S6은 구성원들의 대화를 들으며 자신이 처음에 썼던 아이디어와 달랐음을 확인하였지만, 자신의 아이디어를 제시하지 않았다. 다른 구성원의 평가에 대한 우려로 인해 S6은 자신이 썼던 아이디어가 달랐음을 언급하지 않은 것으로 보인다. 옳지 않은 아이디어라도 그것을 함께 논의하는 과정에서 집단 수준의 지식 확장이 일어날 수 있는데, S6이 아이디어를 언급하지 않음으로써 이러한 기회를 얻기 힘들었다. 과정 손실의 사회·동기적 원인 중 하나인 평가에 대한 우려는 집단 수준의 지식 확장을 방해할 수도 있다.

2) 발생 상태에서의 과정 손실

발생 상태는 창의성이 복잡한 상호작용 과정에서 발생한다고 보는 것으로, 관계성의 새로운 측면을 발견하거나 예상치 못한 연결이 이루어질 수 있는 상태를 의미한다. 집단 구성원이 아이디어를 산출하였을 때, 다양한 관점을 활용하면 아이디어의 연결 또는 변형이 일어날 수 있지만, 집단 구성원의 동조 현상으로 인해 다양한 관점을 활용하지 못하고 과정 손실이 일어날 수 있다.

1모둠 (수 체계의 성질과 모듈로 산술)

S1: 가운데가... 맨 처음과 맨 끝의 평균입니다. 쓸까요? S8: 뭐라고요? S1: 맨 처음과 맨 끝의 평균이 가운데입니다. S2: 아~ ⋮ S1: 아까 제가 이야기 한 것 써도 될 만한 것이에요? S8: 될 만한 것이에요. S1: 그래요? 그럼 쓸까요? S3: 뭐라고 써? S1: 맨 처음과 맨 끝 수의 평균이 가운데 수이다.



[그림 10] '수 체계의 성질과 모듈로 산술' 2차시 1모둠의 활동지 일부

1모둠 학생 중 한 명인 S1은 주어진 표의 규칙성을 탐구하면서 이전에 학습했던 평균 개념과 규칙성을 연결하여 아이디어를 산출하였다. 다른 구성원들은 S1의 아이디어를 검

토하거나 다양한 관점을 이용하여 아이디어를 더 발전시킬 수 있었음에도 불구하고, 무조건적으로 동조하고 있음을 알 수 있다. 집단 구성원은 다른 구성원의 의견과 일치되는 정보를 언급하려는 경향이 있고, 편견이 있는 상태에서 정보를 받아들이기도 한다. 특히 1모둠의 S1은 다른 구성원들에 비해 수학적 문제해결 능력이 월등히 우수하고 수학적 지식이 풍부하므로 다른 구성원들이 보기에 우월한 존재로 여겨져 왔다. 따라서 구성원들은 S1의 아이디어가 무조건적으로 옳다는 편견을 가지고 있었고, 이는 2모둠과 다른 1모둠의 특성으로 두 집단의 분위기가 다르게 형성되어 있었다는 점과 관련이 있다. 집단의 특성과 분위기로 인해 집단의 과정에서 동조 현상이 일어나 구성원의 다양한 관점을 활용하지 못한 것이다. 구성원들이 자신이 지닌 다양한 관점을 이용하지 못하고 다른 사람의 아이디어를 비판적으로 바라보지 못한다면 집단창의성을 발현하기 어렵다. 다른 관점을 지닌 반대자는 추가적인 창의적 활동을 자극할 수 있는데(Nijstad & Paulus, 2003), 다양한 관점을 활용하지 못하면 이와 같은 추가적인 창의적 활동을 자극하지 못한다. 또한 효과적인 리더는 아이디어를 평가하도록 동기 부여하는 리더이므로(Paulus & Brown, 2003), 각 집단의 리더는 집단의 과정에서 다른 사람의 아이디어를 평가하도록 이끌어야 한다. 이렇게 집단창의성 발현 과정에서 사회 · 동기적 원인인 동조 현상으로 인해 구성원들이 지닌 다양한 관점을 이용하는 것에 실패하면 발생 상태에서 연결이 이루어지지 못하고 과정 손실이 발생할 수 있다.

3) 긴장 상태에서의 과정 손실

긴장 상태는 구성원들의 다양한 아이디어나 특징 등이 갈등이나 불일치를 이루는 것을 의미한다. 구성원이 생성한 아이디어가 갈등이나 불일치를 이루는 경우, 그것을 해결하기 위한 구성원들의 동기가 부여되지 않거나 아이디어를 공유하지 못하면 과정 손실이 일어날 수 있다.

2모둠 (수 체계의 성질과 모듈로 산술)

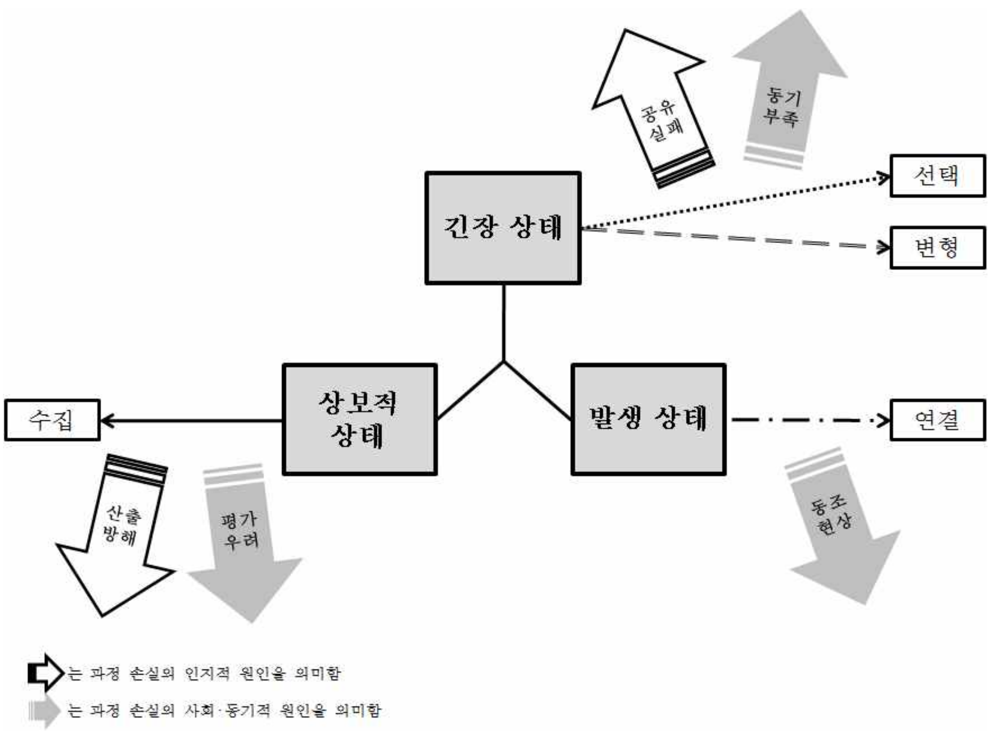
S5: 여기 겉의 줄에서... 가운데에 0이 있죠? 이걸 뛰어넘으면 똑같은 수가 나와요.
S6: 네?
S4: 네?
S5: 여기 가운데에 보면 0이 있잖아요. 이걸 건너뛰면 가운데에 있던 수와 똑같은 수가 나옵니다.
S6: 그거 당연한 거 아닙니까?
S5: 네. 그렇죠.
T: 왜 당연한 건지 설명을 해 주세요.
S5: 왜냐하면 1을 곱했기 때문입니다.
S6: 1을 곱했으니까... 여기 4까지의 자연수만 있잖아요. 넘어가지 않는 이상 0이 안 되죠. 이거는 안 됩니다.

1차시 수업에서 학생들은 주어진 곱셈표의 규칙을 찾았다. 2모둠 구성원인 S5는 두 번째 열과 행의 수가 주어진 수와 같다는 점을 찾았다. 이에 대해 모둠 구성원은 당연한 것이라며 그냥 넘어가려 했으나 교사가 ‘왜 당연한 건지 설명을 해 주세요’라고 개입함으로써 학생들이 당연하다고 생각했던 성질을 반성적으로 생각해 볼 기회를 얻었다. 이에 대해 S5가 1을 곱했기 때문이라고 설명하며 곱셈에 대한 항등원이라는 성질을 함께 공유하고자 시도하였으나 S6은 이를 당연하다는 듯이 생각하고 S5의 아이디어에 대해 집단의

과정에서 논의하지 않았다. 결국 2모둠은 S5가 산출한 아이디어를 집단의 문제해결 공간에 포함시키지 않았다([그림 2] 참조). 이러한 사례를 통해 집단 구성원이 아이디어를 산출하였음에도 불구하고 구성원 간의 생각 불일치로 인한 긴장 상태를 해결하기 위한 동기가 부족하거나 아이디어가 공유되지 못하면, 그 아이디어는 집단의 문제해결 공간에 포함되지 못한다는 점을 알 수 있었다. 집단 수준의 창의적 시너지가 일어나는 상태 중 하나인 긴장 상태를 해결하기 위한 집단 구성원의 동기가 부족하거나 구성원이 산출한 아이디어를 집단 수준의 지식으로 공유하지 않으면 과정 손실이 일어날 수 있다. 긴장 상태에서는 과정 손실의 사회 · 동기적 원인 중 하나인 동기 부족이나 인지적 원인 중 하나인 공유 실패로 인해 집단창의성 발현이 저해될 수 있다.

나. 집단창의성 발현 과정에서 나타나는 과정 손실의 원인

수학영재의 집단창의성 발현 과정에서 등장할 수 있는 과정 손실의 원인을 사례를 통해 확인한 결과, [그림 11]과 같이 상보적 상태에서는 인지적 원인인 산출 방해(Diehl & Stroebe, 1991)나 사회 · 동기적 원인인 평가에 대한 우려(Camacho & Paulus, 1995)로 과정 손실이 일어날 수 있었다. 발생 상태에서는 사회 · 동기적 원인인 집단 구성원의 동조 현상(Nijstad & Paulus, 2003)으로 인해 다양한 관점을 활용하지 못하여 과정 손실이 일어날 수 있었다. 긴장 상태에서는 사회 · 동기적 원인인 집단 구성원의 동기 부족(Diehl & Stroebe, 1987; Diehl & Stroebe, 1991)이나 인지적 원인인 아이디어 공유 실패(Nijstad & Paulus, 2003)로 과정 손실이 일어날 수 있었다.



[그림 11] 수학영재의 집단창의성 발현 과정에서 나타날 수 있는 과정 손실의 원인

이론적 배경에서 집단창의성의 과정 손실이 일어날 수 있는 사회ㆍ동기적 원인으로는 집단의 동조 현상, 평가에 대한 우려, 동기 부족이 있었고, 인지적 원인으로는 산출 방해, 공유 실패, 서로 다른 관점 유지 실패가 있었다. 본 연구에서는 동조 현상, 평가에 대한 우려, 동기 부족, 산출 방해, 공유 실패로 인한 사례를 확인하였으나, 서로 다른 관점 유지 실패로 인한 과정 손실의 사례를 확인하지 못하였다. 서로 다른 관점 유지 실패로 인한 과정 손실은 서로 다른 관점을 지닌 구성원들이 자신의 의견을 확고하게 끌고 나가지 못하면 집단의 산출에 좋은 영향을 주지 못한다는 의견(Nijstad & Paulus, 2003)에서 비롯된 것으로, 이러한 의견은 수학영재의 경우와는 차이가 있다. 왜냐하면 수학 학습 과정에서는 서로 다른 아이디어를 확고하게 주장하다가도 반례를 찾는 등의 방법으로 상대의 의견에 대해 자신의 의견을 정당화한 경우, 달랐던 의견을 바꾸고 순응하거나 옳다고 생각하는 방향으로 합의할 수 있기 때문이다. 수학영재의 집단창의성 발현 과정에서 역시 다양한 아이디어를 제시하고 다양한 관점을 공유하는 것이 중요하나 이러한 아이디어에 대해 서로 논의하는 과정에서 정당화하고 합의하는 과정도 필요하다.

Ⅴ. 결론 및 제언

본 연구에서는 수학영재의 집단창의성 발현이 일어날 수 있는 단계를 수학영재수업에 적용해 본 결과를 분석하여 집단창의성 발현의 과정과 산출에 어떤 특성이 있는지를 확인하고, 이러한 과정이 잘 일어나지 못할 경우에 보이는 과정 손실의 사례를 분석하였다. 연구 결과와 그에 따른 시사점은 다음과 같다.

첫째, 집단 구성원의 아이디어 수집을 통한 집단 유창성 발현, 아이디어 연결을 통한 집단 융통성 발현, 아이디어 연결 또는 변형을 통한 집단 독창성 발현, 아이디어 선택 또는 변형을 통한 집단 정교성 발현과 같이 수학영재의 집단창의성 발현 과정과 산출이 이어질 수 있었다. 수학영재의 집단창의성 발현 과정과 산출을 분석할 때에는 집단 유창성, 집단 융통성, 집단 독창성, 집단 정교성과 같은 기준을 활용할 수 있을 것이다. 도출된 집단창의성 발현 과정과 산출 중에서도 긴장 상태에서 아이디어를 선택하거나 변형함으로써 이어지는 집단 정교성은 수학영재들에게 특징적이고 중요한 과정과 산출이라고 볼 수 있다. 특히 학생들이 다양하게 생성한 추측을 논의 과정에서 반례 제시 등으로 확인하고 정교화함으로써 집단 수준에서 지식을 확장하고 구조화해 나가는 것은 수학영재의 집단창의성 발현 과정과 산출에서 중요하다. 그러므로 수학영재의 집단창의성 발현을 돕기 위한 수업을 설계하는 데에 있어서는 추측이나 해결방안을 선택, 변형함으로써 집단 정교성을 발현하는 과정이 포함되도록 해야 할 것이다.

둘째, 집단창의성 발현 과정과 산출을 저해할 수 있는 과정 손실의 사례를 확인하였고, 집단 수준의 창의적 시너지가 나타날 수 있는 세 가지 상태에서 각각 과정 손실의 사회ㆍ동기적 원인과 인지적 원인이 구분되어 등장하였다. 상보적 상태에서는 인지적 원인인 산출 방해나 사회ㆍ동기적 원인인 평가에 대한 우려로 인해 과정 손실이 일어날 수 있었다. 발생 상태에서는 사회ㆍ동기적 원인인 집단 구성원의 동조 현상으로 인해 다양한 관점을 활용하지 못하여 과정 손실이 일어날 수 있었다. 긴장 상태에서는 사회ㆍ동기적 원인인 집단 구성원의 동기 부족이나 인지적 원인인 아이디어 공유 실패로 인해 과정 손실이 일어날 수 있었다. 즉, 수학영재를 지도하는 교사는 수학영재의 집단창의성 발현 과정에서

나타날 수 있는 과정 손실의 원인을 사전에 파악하고, 이를 최소화하는 방향으로 수업을 계획하고 진행해야 할 것이다.

셋째, 영역 일반적 집단창의성 발현과 달리, 수학영재의 집단창의성 발현 과정에서는 아이디어를 정당화하고 합의하는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 집단창의성 발현 과정에서 나타날 수 있는 과정 손실의 인지적 원인 중 하나인 서로 다른 관점 유지 실패로 인한 과정 손실의 사례는 확인하지 못하였다. 서로 다른 관점을 지닌 구성원들이 자신의 의견을 확고하게 끌고나가지 못하면 집단의 산출에 좋은 영향을 주지 못한다는 일반적 집단창의성에 대한 연구 결과는 수학영재의 경우와는 차이가 있기 때문이다. 수학에서는 서로 다른 아이디어를 확고하게 주장하다가도 상대의 의견에 대해 자신의 의견을 정당화하면, 서로의 아이디어 중에서 적절한 것을 선택할 수 있다. 수학영재의 집단창의성 발현 과정에서 역시 다양한 아이디어를 제시하고 다양한 관점을 공유하는 것이 중요하나 이러한 아이디어에 대해 서로 논의하는 과정에서 정당화하고 합의하는 과정도 필요하다. 따라서 수학영재의 집단창의성 발현을 위한 수업에서는 다양한 아이디어를 확산적으로 탐색한 후에 서로 검증하고 정당화하는 활동을 포함시켜야 할 것이다.

본 연구에서는 수학영재의 집단창의성 발현 과정에서 나타날 수 있는 과정 손실의 사례를 분석하여 이를 최소화하는 방향으로 수업을 진행해야 할 것이라는 시사점을 제시하였다. 그러나 구체적으로 과정 손실을 어떻게 최소화할 수 있을지에 대한 수업 설계 시의 유의점이나 학생들에게 지도할 수 있는 구체적인 지침에 대해서는 제시하지 못했으므로 후속 연구에서 이러한 점에 대해 탐구해 보기를 제언한다.

참 고 문 헌

교육부 (2016). **영재교육진흥법** (2016.2.3., 일부개정). 교육부.

김기연 (2008). **수학영재의 창의적 생산력 신장을 위한 학습 지도 및 평가에 관한 연구.** 박사학위논문. 이화여자대학교.

김영채 (2007). 집단창의의 가능성과 한계. **사고개발, 3**(1), 1-26.

김은혜, 박만구 (2011). 수학 영재교육 대상 학생과 일반 학생의 개방형 문제해결 전략 및 행동 특성 분석. **한국초등수학교육학회지, 15**(1), 19-38.

김판수 (2014). 문제설정에서의 수학적 창의성 평가 요소에 대한 소고. **영재교육연구, 24**(6), pp.1053-1071.

김현진 (2014). **개인창의성과 집단창의성의 관계에 대한 연구. -통합능력과 지식공유의 매개역할을 중심으로-** 석사학위논문. 단국대학교.

박만구 (2015). 초등예비교사의 수학 창의성에 대한 인식 분석. **한국초등수학교육학회지, 19**(1), 81-105.

성예원, 송상헌 (2013). 모둠별 게임 변형을 통한 초등수학영재들의 수학적 정교화 과정 분석. **학교수학, 15**(3), 619-632.

성지현 (2017). **수학영재학급 학생들의 집단창의성 발현 과정 연구.** 박사학위논문. 이화여자대학교.

성지현, 이종희 (2017). 수학영재학급 학생들의 집단창의성 발현 과정에 작용하는 요소와 교수・학습에 대한 델파이 조사 결과. **교과교육학연구, 21**(1), 59-70.

유경훈 (2015). 초중고 학생들의 개인창의성과 집단창의성 및 환경변인의 집단별 영향력 비교연구. **영재와 영재교육, 14**(1), 201-222.

이경화 (2015). **수학적 창의성.** 서울: 경문사.

이대현 (2014). 다양한 해결법이 있는 문제를 활용한 수학적 창의성 측정 방안 탐색. **학교수학, 16**(1), 1-17.

Camacho, L. M., & Paulus, P. B. (1995). The role of social anxiousness in group brainstorming. *Journal of Personality and Social Psychology, 68*, 1071-1080.

Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity.* (pp. 313-335). New York, NY: Cambridge University Press.

Diehl, M., & Stroebe, W. (1987). Productivity loss in brainstorming groups: Toward the solution of a riddle. *Journal of Personality and Social Psychology, 53*, 497-509.

Diehl, M., & Stroebe, W. (1991). Productivity loss in idea-generating groups: Tracking down the blocking effect. *Journal of Personality and Social Psychology, 61*, 392-403.

Esther, L. (2011). Exploring collective mathematical creativity in elementary school.

Journal of Creative Behavior, 45(3), 215-234.

Hinsz, V. B., Tinndale, R. S., & Vollrath, D. A. (1997). The emerging conceptualization of groups as information processors. *Psychological Bulletin, 121*(1), 43-64.

Hunter, S. T., Bedell, K. E., & Mumford, M. D. (2007). Climate for creativity: A quantitative review. *Creativity Research Journal, 19*(1), 69-90.

Leikin, R. (2010). Teaching the mathematically gifted. *Gifted Education International, 27*, 161-175.

Mann, E. L. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted, 30*(2), 236-260.

Martin, L. C., & Towers, J. (2015). Growing mathematical understanding through collective image making, collective image having, and collective property noticing. *Educational Studies in Mathematics, 88*, 3-18.

Moran, S., & John-Steiner, V. (2004). How collaboration in creative work impacts identity and motivation. In D. Miell, & K. Littleton (Eds.), *Collaborative Creativity, Contemporary Perspectives.* (pp. 11-25). London: Free Assocation Books.

Nijstad, B. A., Diehl, M., & Stroebe, W. (2003). Cognitive stimulation and inference in idea-generating groups. In P. B. Paulus, & B. A. Nijstad (Eds.), *Group Creativity. Innovation Through Collaboration.* (pp. 137-159). NY, New York: Oxford University Press.

Nijstad, B. A., & Paulus, P. B. (2003). Group creativity. Common themes and future directions. In P. B. Paulus, & B. A. Nijstad (Eds.), *Group Creativity. Innovation Through Collaboration.* (pp. 326-339). NY, New York: Oxford University Press.

Paulus, P. B., & Brown, V. R. (2003). Enhancing ideational creativity in groups. Lessons from research on brainstorming. In P. B. Paulus, & B. A. Nijstad (Eds.), *Group Creativity. Innovation Through Collaboration.* (pp. 110-136). NY, New York: Oxford University Press.

Paulus, P. B., & Dzindolet, M. T. (2008). Social influence, creativity and innovation. *Social Influence, 3*(4), 228-247.

Shepperd, J. A. (1993). Productivity loss in performance groups: A motivation analysis. *Psychological Bulletin, 113*, 67-81.

Siau, K. L. (1995). Group creativity and technology. *Journal of Creative Behavior, 29*(3), 201-216.

Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM, 19*(3), 75-80.

Steiner, I. D. (1972). *Group Process and Productivity.* NY, New York: Academic Press.

Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking Giftedness and Gifted Education: A Proposed Direction Forward Based on Psychological Science. *Psychological Science in the Public Interest, 12*(1), 3-54.

Zhou, C., & Kolmos, A. (2013). Interplay between individual creativity and group creativity in problem and project-based learning (PBL) environment in engineering education. *International Journal of Engineering Education, 29*(4), 866-878.

<Abstract>

An analysis on the products and process losses of group creativity among mathematically gifted students

Sung, JiHyun[4]; & Lee, ChongHee[5]

Although mathematically gifted students have potential and creative productivity, they might not manifest group level creative synergy. To manifest group creativity among them, the manifestation process should be facilitated and the process losses should be minimized. The purpose of this study is looking for the method to facilitate the manifestation process of group creativity and minimize the process losses of it. To do this, a case study method was adopted. The products and process losses of the manifestation process of group creativity was analysed. In conclusion, the processes and products of group creativity were concretized and the process losses were analysed by social/motivational and cognitive factors. In addition, the justification and agreement were necessary for the manifestation process of group creativity among mathematically gifted students.

Key words: mathematically gifted students, group creativity, mathematical creativity, process loss

논문접수: 2017. 07. 15
논문심사: 2017. 08. 06
게재확정: 2017. 08. 23

4) jihyunjhjh@naver.com
5) jonghee@ewha.ac.kr