韓國數學敎育學會誌 시리즈 A <數學敎育>
2012. 05. 제 51권, 제 2호, 95-114.

J. KSME(Math. Edu) ISSN 1225-1380
May. 2012, Vol. 51 No. 2, 95-114.

초등학교 4학년 학생들의 비구조화된 문제에서 나타난 해결 과정 및 추론 분석

김 민 경 (이화여자대학교)†
허 지 연 (이화여자대학교 대학원)
조 미 경 (이화여자대학교 대학원)
박 윤 미 (이화여자대학교 대학원)

Ⅰ. 서 론

2007 개정교육과정에서 수학교육의 방향은 문제를 명확히 이해하고 합리적인 해결 계획을 세우고 실행하며, 반성을 통하여 풀이 과정을 점검하고 다양하게 활용하는 태도를 기르도록 하는 문제 해결에 중점을 두고 있다(교육과학기술부, 2008). 수학은 학생들의 수학적 사고력과 창의적 문제해결력을 신장시키는 필수적인 교과이지만, 우리나라의 경우 대학입시와 관련하여 가장 큰 변별력을 가지는 교과로 인식되면서 기계적인 문제풀이 위주의 교육에 치중하게 되는 경향이 있다(박경미・김동원 2011). 따라서 수학적 문제 해결 과정을 중시하는 교육을 통한 수학적 힘의 신장이 필요하다. 특히 초등학생의 경우, 문제 해결 과정의 초기단계인 '문제 이해' 단계는 문제를 해결하여 답을 찾는데 중요한 역할을 한다. 문제에 대해 어떻게 접근해야 하는지 형식화된 경험이 중・고등학생보다 상대적으로 적은 초등학생은 자신이 문제에 대해 처음 이해하고 접근한 방향대로 해결해 나가기 때문이다.

우리나라의 초등수학교육은 '생활 주변에서 일어난 현상'을 수학적으로 관찰하고 조직하는 경험을 강조한다. 초등학교에서 다루는 주된 자료는 학습자가 현실 상황에서 볼 수 있는 것이므로, 현실과 관련된 문제를 해결하기 위한 수학 교육방법으로 교육과학기술부(2008)에서는 관찰, 귀납, 유추 등의 추론을 통하여 수학적 원리를 발견하도록 하는 것이 중요함을 강조한다. NCTM(2000)도 추론을 통해 수학적 지식을 알고 해결하게 되는 근본이라고 규정하고 학생들로 하여금 수학이 실생활을 의미있게 만드는 중요 수단임을 인식하게 하기 위해서 모든 수학적 활동에 추론을 강조할 것을 제안하면서 '추론으로서 수학학습'을 강조하고 있다. 즉, 문제를 해결하는 과정에서 학생들은 수학적 지식을 서로 연결 지어 그물망을 만들어가고, 수학적 이해에 대한 그물망의 발달은 수학적 감각과 수학적 기억을 연습하게 되는데, 이것이 바로 '수학적 추론'이다. 우리나라 교육과정과 NCTM에서 수학적 사고력을 신장시킬 수 있는 '추론' 부분을 강조하는 것도 이러한 이유에서이다.

학생들의 수학적 능력을 다양한 방법으로 비교・평가하는 국제적인 연구인 TIMSS 2007의 결과 분석에서 김경희 외(2008)는 우리나라가 TIMSS 2003에 비해 알기, 적용하기, 추론하기의 정답률이 모두 유의하게 상승하였지만, 알기와 적용하기 영역에서 1위를 차지한 반면 추론하기 영역에서는 2위를 차지하였으므로 상대적으로 낮은 추론하기 영역의 성취를 향상시키기 위한 체계적 연구도 지속적으로 필요하다고 하였다. 이는 학교에서 기본적인 사실, 절차, 개념에 대한 교육이 충실히 이루어지고 있으나, 구조화된 문제를 주로 접하므로 인해 수학을 학습함에 있어 지식을 문제 해결에 적용하거나 추론으로 문제를 해결하는 데는 익숙하지 않기 때문인 것으로도

* 접수일(2012년 2월 3일), 수정일(2012년 3월 27일), 게재확정일(2012년 5월 21일)
* ZDM분류 : D52
* MSC2000분류 : 97D50
* 주제어 : 비구조화된 문제, 문제 해결, 추론
* 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음 (NRF-2010-327-B00570)
† 교신저자 : mkkim@ewha.ac.kr

볼 수 있다. 또한 최근 국제비교연구에서 학생들이 기본적인 개념과 원리를 충실하게 학습하고 이해하며, 이를 실생활과 관련지을 수 있는 실생활에 배경을 둔 문제를 많이 경험함으로써 교과서에 배운 수학적 지식과 실생활을 관련지을 필요가 있다고 하였다(김경희 외, 2009).

이와 같은 최근의 국내 · 외 수학교육의 방향을 고려할 때, 학생들에게 적절한 상황에서 수학적 지식을 다양하게 활용하여 폭넓은 사고를 할 수 있는 개방형 문제인 비구조화된(ill-structured) 문제를 접하게 하는 것은 학생들의 수학적 문제해결력을 기르는 데 유의미할 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 비구조화된 문제 상황에서 초등학생 그룹별로 어떻게 문제를 해결하는지에 대해 알아보고자 한다. 비구조화된 문제 상황을 접한 후, 학생들은 어떤 문제 해결 과정을 보이고, 문제 이해에 따른 문제 해결이 어떻게 달라지는지, 그리고 해결 과정 속에서 어떤 추론의 유형이 나타나는지를 그룹별로 분석함으로써 향후 수학교육에서 비구조화된 문제의 활용 가능성을 탐색해보고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

수학적 문제 해결은 학습자가 이미 알고 있는 기초적인 수학적 개념, 원리, 법칙을 이해하고 수학의 다양한 내용을 문제 상황의 해결에 이르기 위해 종합적으로 활용하는 과정으로(방승진, 이상원, 황동주, 2002), 수학교육에서 ‘수학적 힘’을 키울 수 있는 중요한 방법으로 여겨지고 있다. 문제 해결에 대한 관심은 우리나라와 미국을 비롯하여 세계 각국에서 수학교육의 목표로 다뤄지고 있다.

문제 해결은 문제의 유형에 따라 학생들의 해결방법이나 성취도의 영향이 다르기 때문에, 효과적인 문제 해결 학습을 지도하기 위해서는 문제의 유형을 고려해야 한다.

최근 국제비교연구에서는 학생들이 기본적인 개념과 원리를 충실하게 학습하고 이해하며, 이를 실생활과 관련지을 수 있는 실생활에 배경을 둔 문제를 많이 경험함으로써 교과서에 배운 수학적 지식과 실생활을 관련지을 필요가 있다고 하였다(김경희 외, 2009). 또한 TIMSS 2011에서는 정형적인 문제 해결을 넘어서서 낯선 상황, 복잡한 맥락, 다단계 문제 해결을 포괄하는 행동을 ‘추론하기’ 영역으로 설정하고, 순수하게 수학적인 문제이거나 실생활 설정에서 나온 비정형적인 문제를 통해 맥락의 참신성이나 상황의 복잡성 또는 수학의 여러 영역에서 도출된 이해와 지식에 의존하여 문제를 해결하고, 여러 가지 방법으로 지식의 전이와 상호작용이 가능하다고 하였다(조지민 외, 2011). 이를 통해서 볼 때, 수학교육에서 비정형화된, 비구조화된 문제의 활용이 문제 해결력 증진에 큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 비구조화된 문제

비구조화된(ill-structured) 문제란 식과 답이 명확하게 주어지는 구조화된 문제와는 달리, 현실상황의 예를 바탕으로 비형식화된, 아직 잘 정의되지 않은 생소한 문제로, 그 특징은 형식적인 측면과 내용적인 측면으로 구분지어 생각해 볼 수 있다.

Jonassen(1997)은 비구조화된 문제의 형식적인 측면에서 다음과 같이 문제의 특징을 설명하고 있다. 비구조화된 문제는 하나 이상의 문제 요소들이 알려지지 않거나 불확실하여 모호하게 정의되거나 불명확한 목적과 제약을 가지며, 문제 해결에 필요한 개념, 규칙, 원리들이 어떻게 조직되는지 불명확하다. 또한 여러 개의 해나 해결방법을 가지거나 해를 전혀 갖지 않으며, 해결을 평가하는 여러 준거를 가지고 조작할 수 있는 것들에 대한 제한이 적고, 문제 상황의 요소는 각각의 맥락에서 각기 다른 중요성을 가지며, 상호작용하기 때문에 전형적인 해결방법을 가지지 않는다. 그리고 사례들 사이의 개념, 규칙, 원리들은 일관성이 없고, 일반적인 규칙이나 원리를 제공하지 않으며 학습자가 문제에 대한 개인적 의견이나 신념을 표현하도록 하고, 문제를 판단 · 설명하는 특징을 가진다. 즉, 비구조화된 문제를 주어진 식과 답이 존재하지 않을 수 있고, 실생활 상황이 문제의 상황이 되며, 학생 스스로 이해하고 탐구해 가는 형식으로 보고 있음을 알 수 있다.

김민경 외(2011)는 Jonassen(1997) 외의 여러 연구들을 비교 분석하여, 비구조화된 문제가 실제성, 복잡성, 개방성의 성격을 지니고 있다고 하였다. 비구조화된 문제는 실제적인 상황 측면을 모방하여 상황에 대한 묘사

가 많아 문제의 목적이 포함되어 있으며 상황에 대한 정보가 많이 제시되어 있는 실제성을 가지며, 문제에서 제시되는 개념 및 내용이 복잡성을 지니고 있어, 다양한 관점에서 바라볼 수 있으며, 다양한 조작이 가능하고, 제한이 없기에 학습자가 끊임없이 문제를 반복·순환적으로 판단해야 하는 개방적인 특징을 가지고 있다.

김은혜·박만구(2011)는 초등 영재학생들이 개방형 문제를 해결하는 과정에서 창의적이고 다양한 해결방법을 찾으려고 노력하며, 자신이 제시한 다양한 문제 해결 방법에 대해서도 기존에 사용한 해결방법과 새로운 해결방법 중 어떤 것이 더 창의적인지 끊임없이 비교하여 선택하려 하였고, 문제 해결 과정에서 수학적 개념이나 지식을 많이 활용하여 스스로 정리하고 구성해 간다고 하였으며, 권오남 외(2005)는 중학생을 대상으로 개방형 문제를 기초로 개발한 프로그램을 적용한 경우 유창성, 융통성, 독창성 측면의 수학적 창의력에서 긍정적 효과가 있음을 밝히고, 개방형 문제가 수학적 창의력의 확산적 사고에 효과적이라고 하였다. 따라서 개방적인 특징을 가진 비구조화된 문제는 수학적 문제해결력 뿐만 아니라 수학적 창의성을 신장시키는 것으로 볼 수 있다.

2. 비구조화된 문제 해결 과정

여러 학자들은 학습자들의 비구조화된 문제의 해결 과정을 밝히고자 많은 노력을 기울여 왔다. Polya(1957)는 ①문제에 대한 이해, ②계획의 작성, ③계획의 실행, ④반성의 4단계로 제시하였고, Jonassen(1997)은 비구조화된 문제 해결 과정을 ①문제공간과 맥락적 제한을 명확히 표명하기, ②대안적인 견해, 입장, 관점을 확인하고 명확히 하기, ③가능한 문제 해결 방법을 생성하기, ④논쟁을 구성하고, 개인적 신념을 명확히 표명함으로써 대안적인 해결방안의 실행 가능성을 평가하기, ⑤문제공간과 해결대안들을 점검하기, ⑥해결책을 실행하고 점검하기, ⑦해결책을 채택하기의 7단계로 제시하였다. 또한 Hong(1998)은 문제에 대한 학습자의 해석이 이뤄지는 ①문제 표상단계, 선수지식과 이전의 경험을 활용하여 해결안을 생성해 내는 ②해결책 진술단계, 해결안에 정당한 근거를 제시함으로 해결안을 평가하는 ③점검 및 평가단계의 3단계로 구분하였다. Ge와 Land(2004)는 비구조화된 문제 해결 단계를 문제를 이해한 것을 나타내는 ①문제 표상단계, 이해한 내용을 바탕으로 한 ②해결안 생성 및 선정하는 단계, 해결한 것을 설명해 내는 해결안에 대한 ③정당화 단계, 마지막으로 ④점검과 평가를 하는 4단계로 구분하였다.

<표 1> 학자별 비구조화된 문제 해결 과정

학자 / 단계	Polya (1957)	Jonassen (1997)	Hong (1998)	Ge & Land (2004)
문제 이해	문제에 대한 이해	문제공간 및 맥락적 제한 명확히 표명	문제 표상	문제 표상
		대안적인 견해, 입장, 관점 확인 및 명확히 하기		
전략 탐색 및 실행	계획의 작성	가능한 문제 해결방법 생성	해결책 진술	해결안 생성 및 선정
	계획의 실행	논쟁 구성하고, 개인적 신념을 표명·대안적인 해결방안의 실행가능성 평가		
검토	반성	문제공간과 해결대안 점검	점검 및 평가	정당화
		해결책을 실행·점검		
		해결책 채택		해결책 채택

이들의 문제 해결 과정에서 나타나는 공통적인 요소들을 고려했을 때, <표 1>처럼 비구조화된 문제 상황을 학습자가 어떻게 이해하는지를 볼 수 있는 ①문제 이해 단계, 이해한 내용을 바탕으로 문제를 어떻게 해결할 지에 대한 전략을 선택하는 ②전략 탐색 및 실행 단계, 해결한 과정을 정당화하고 평가해 보는 ③검토 단계의 3단계로 구분 지을 수 있었다.

그런데 비구조화된 문제는 문제 상황 속에 문제를 해결하기 위한 여러 요소들이 담겨 있고, 하나 이상의 문제 요소들이 불확실하여 모호하게 정의되거나 상황맥락으로 주어지기 때문에 문제를 이해하는 것이 가장 중요하다(Hong, 1998). 이는 류시경·박종석(2006)이 비구조화된 문제 상황에서 문제를 해결하기 위한 첫 단계인 문제발견의 과정 중요함을 인식하여 문제발견의 단계를 문제 상황 탐색, 기존 지식 및 경험 표출, 잠정적 문제의 적절성 논의, 다양한 문제 생성, 최선의 문제 선택의 과정으로 구분지어 살펴본 것에서도 확인할 수 있고,

Kintsch와 Greeno(1985)는 문제를 텍스트로 인식하느냐, 상황자체로 인식하느냐에 따라 문제를 이해함이 다르다고 보고, 상황으로 인식하여 지식의 구조를 파악을 하는 것이 문제 해결을 위한 적절한 전략을 구성하여 문제를 해결할 수 있다고 하였다.

문제 이해 단계의 중요성은 지재근·오세열(2000)이 언어로 표현된 대수 문장제를 대수적 구조로 전환하는 과정을 연습하여 문장제에 대한 이해를 높이면 문제 해결력에 있어서 성취수준의 향상에 효과가 있었다고 밝힌 바와 Alice와 Shirel(1999)이 소그룹 내에서의 문제 해결 과정을 분석하면서 문제 상황을 어떻게 이해하는지에 따라 문제 해결이 시작될 수 있는지 없는지, 그리고 문제를 해결하더라도 각기 다른 문제 해결 결과에 이를 수 있음을 보여준 것에서도 확인할 수 있다.

또한 Voss와 Post(1988)는 문제의 개념과 관계를 평가하고, 문제를 일으키는 주요 요인과 제한점들을 분리하고 다양한 과정을 인식하는 과정을 포함한 문제 표상 단계가 잘 이뤄지면 적절한 해결책을 찾아 실행할 수 있다고 하며, 문제 표상 단계의 중요성을 강조한 것과 같은 맥락이다.

이와 같이 문제해결과정에서 문제 이해 단계의 중요성이 강조되면서, 문장제의 해결력을 높이기 위한 측면에서 문제 이해를 돕는 방법에 관한 연구들이 행해져왔다. 차영이(2006)는 초등학교 4학년 학생들을 대상으로 자기주도적으로 의사소통할 수 있는 발문, 즉 학생들의 학습동기를 유발하고 문제해결의 다양한 방법을 구안하고 '무엇이 문제인가'를 이해하기 위한 질문을 제시하고, 교사의 적절한 발문이 학생들로 하여금 문제 상황을 전체적으로 이해하도록 하고 문제의 핵심을 구조적으로 이해하도록 돕는다고 하였다. 또한 전은미(2002)는 초등학교 3학년 학생들을 대상으로 문제 제시 후 어떤 활동 없이 바로 풀기, 생각할 시간 30초의 여유를 준 후 문제 풀기, 소리내어 읽기 활동 후 문제 풀기, 학생이 문제를 설명하게 한 후 문제 풀기, 문제에서 중요하다고 생각되는 낱말에 밑줄 긋고 문제 풀기와 같은 문장제 이해를 돕는 여러 활동을 연습하여 문제 해결력이 높게 나타남을 찾고, 문제를 이해하는 활동 방법에 따라 성공하는 문항들이 다르기 때문에 알맞은 활동을 적용, 연습할 필요가 있음을 제시하였다.

3. 비구조화된 문제 해결에서 나타나는 추론의 유형

문제를 해결하는 과정에서 학생들은 문제에서 제시된 여러 조건들과 수학적 개념들을 상황에 맞게 연결하여 수학적 모델을 만들고, 새로운 명제와 관계를 찾아가는 수학적 추론활동을 하게 된다(조수윤·김진호, 2011). 김선희·김기연(2004)은 수학적 모델링에서 학생들이 현실 모델을 추상화하여 수학적 모델을 만들고 그것을 계산하여 수학적 결과를 낳고 그것을 현실적으로 해석하는 여러 과정이 순환됨에 있어 수학적 추론이 큰 역할을 담당한다고 하였다.

수학적 추론은 기본 개념이나 지식을 기초로 새로운 결론을 이끌거나 기존의 지식을 체계화시키는 수학적 사고의 하나로 2009 개정 교육과정에서 강조하는 수학적인 능력을 신장시키는 데 중요한 요소이다.

수학적 추론은 방법에 따라 귀납(induction), 연역(deduction), 가추(abduction)로(김성도, 1997), 문제의 성격에 따라 비례 추론, 양적 추론, 확률 추론 등으로, 추론의 수준에 따라 증명의 적절한 수준 등으로 분류할 수 있다.

수학적 추론의 유형은 학생들이 문제를 해결하는 과정과 전략에 따라 모방적 추론(imitative reasoning)과 창의적 추론(creative reasoning)으로 구분 지을 수 있다. 모방적 추론은 문제를 해결하는데 있어 연습된 경험이나 익숙한 내용의 기억을 상기시켜 가는 추론으로, 기억된 추론(memorized reasoning)과 알고리즘 추론(algorithmic reasoning)으로 구분된다(Bergqvist, Lithner, Sumpter, 2006; Lithner, 2000)

기억된 추론은 수학적 문제 해결 전략의 선택에 있어 답을 외우고 그것을 회상하는 것으로 전략을 실행하여 문제를 해결하는 과정이 외운 것을 받아 적는 것에 그치고, 이전의 부분을 고려하지 않고 답을 적는 것만 생각하는 한계를 보인다. 알고리즘 추론은 수학적 문제 해결 전략의 선택에 있어 기억된 추론처럼 전체 답을 외우는 것이 아니라, 적절한 해결책이라고 판단되는 것을 선택하여 활용하는 것이다. 즉 과일가게에 있는 모든 과일의 수를 구하는 문제를 해결한 후, 다른 상황이지만 구조는 같은 4학년 학생 수를 구하기 위해 모든 반의 학생 수를 더하는 문제를 해결하는 덧셈 문제를 해결하는데 있어

학습자가 적절한 문제 해결의 알고리즘을 인식하고 선택하여 문제를 해결하는 것을 말한다.

또 다른 추론의 유형인 창의적 추론은 문제에 대한 창의적인 추론을 학습자가 스스로 이끌어 내는 것으로 이 과정은 독창성, 유창성, 타당성, 수학적 기초 4가지 조건이 만족될 때 이루어질 수 있다. 즉, 문제 해결 방법의 추론에 대한 새로운 관계와 순서를 생성하거나 잊고 있던 관계의 연결고리를 생성할 수 있는 독창성(novelty), 문제 상황에 다른 접근이나 적용방법을 인정하지만, 문제 해결의 발전을 막는 고정화된 생각을 가지지 않는 유창성(flexibility), 결론이 왜 참이고 타당한지를 자극하면서 전략의 선택과 실행에서 논증을 지지하는 이유를 제시할 수 있는 타당성(plausibility), 추론에 포함된 본질적인 수학적인 특성을 기반으로 해야 하는 수학적 기초(mathematical foundation)의 모든 조건이 만족되어야 한다. 예를 들어 삼각형의 넓이를 구하는 것을 학습하지 않은 상황에서, 사각형의 넓이 구하는 방법을 활용하여 삼각형의 넓이를 구하거나 썰 찾아냈다면 이는 새로운 방법으로, 다양한 접근을 시도하여, 타당하게 수학적인 근거를 들어 추론을 하였기 때문에 창의적 추론을 해 낸 것이라고 볼 수 있다.

본 연구에서 활용하는 비구조화된 문제의 해결에는 문제 해결 전략이 다양하고 정형화된 풀이 전략이 있지 않기에 추론의 유형인 모방적 추론과 창의적 추론을 중심으로 살펴보고자 한다.

Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 서울의 S초등학교 4학년 한 반의 학생들 중 참여의사를 밝힌 12명을 대상으로 하였다. 이재돈・김호중(2006)이 수준별 이동식 수업에서 각 반에는 수준이 비슷한 학생들끼리 모여 있음으로 인하여 자신감을 가지고 수업에 임할 수 있고 수업에 대한 호기심과 의지가 강화되었다고 밝힌 연구 결과에 기초하여, 개방성, 실제성, 복잡성을 지닌 비구조화된 문제를 해결하는 데에 학습자의 학업 성취도별로 그룹을 구성함으로써 비구조화된 문제의 결과가 어떻게 다르게 나오는지 비교분석하고자 한다. 따라서 이들은 담임교사의 도움을 받아 수학 교과의 학업성취도에 따라 세 그룹으로 나눠 A, B, C 그룹으로 정하였고 그룹별로 2, 5, 5명이 참여하였다. 학업성취도를 기준으로 할 때 A 그룹은 상 수준에 해당하는 그룹이고, B 그룹은 중 수준에, C 그룹은 중하 수준에 해당하는 그룹인데, 참여의사를 밝힌 신청자를 대상으로 연구가 진행되었기에 하 수준에 해당하는 그룹은 구성할 수 없었음을 밝혀둔다. 각 그룹별 학생들은 분석을 위해 임의로 숫자를 부여해 A1, B1, C1 등으로 표시하였고 학생별 특징은 <표 2>와 같다.

<표 2> 연구대상자의 특징

그룹		학생별 특징
A	A1	・문제 상황에 몰입하는데 시간이 오래 걸리는 편이지만 문제 이해 및 문제 해결력이 높으며 암산능력이 뛰어남
	A2	・자신이 해야 할 일을 묵묵히 해 내며, 문제 해결 과정에서의 전략을 구조화하여 적용하며 필요한 내용을 기록할 줄 앎
B	B1	・차분하고 침착한 편으로 자기 주장이 강하지는 않으나 자신의 생각이 분명하고, 문제이해력이 좋음
	B2	・모든 일에 적극적으로 임하며, 자신의 생각을 분명하게 표현하고 타인의 생각도 잘 수용하나 잦은 실수를 함
	B3	・자신의 주장이 강해, 의견을 굽히지 않은 경우가 많으나 자신이 없는 부분에서는 상당히 소극적인 모습을 보임
	B4	・활발하여 친구들과 잘 어울리지만, 수업내용에 많은 흥미를 보이지 않음
	B5	・묵묵히 자신의 일을 해 가며, 수학적 사고력이 높지 으나 자신이 해결한 문제에 대한 자부심이 강하여 인정을 받고 싶어함
C	C1	・자신의 의견을 말하지 않으며 모둠토의에서 기록만 하나 정보의 중요성에 대한 판단없이 모두 적으려고 함.
	C2	・문제 해결에 주도적이지 않으나 모둠원 내에서 중요한 역할을 종종 함
	C3	・활발한 성격으로, 친구들과 자연스럽게 문제해결에 참여함.
	C4	・리더십이 강하며, 문제 해결 토의에서 큰 역할을 하며, 논리적으로 풀이과정을 설명할 수 있음
	C5	・문제 이해하는데 시간이 오래 걸리며, 친구들의 도움으로 문제를 차근차근 이해하며 의존적임

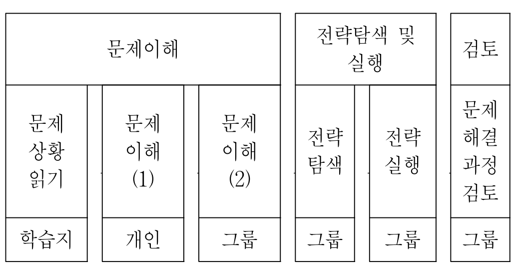
2. 연구과제

본 연구에서 활용한 연구과제는 비구조화된 문제의 형식적, 내용적 특성을 고려하여 개발되었고, 박사과정생 3인의 검토를 받았다. ‘어린이 북카페가 생겼어요!’라는 주제로 주어진 정보를 활용하여 회원으로 가입하는 것이 비회원으로 북카페를 이용하는 것보다 이익이 되도록 회원가격을 결정하는 과제로 ①북카페에 갈 수 있는 요일, ②회원의 금액의 두 가지 요소를 변인으로 하여 문제를 해결해야 한다. 자세한 문제 상황은 <붙임 1>과 같다.

3. 자료수집

연구대상자들이 비구조화된 문제 해결에 참여하는 동안 각 그룹별 지도교사(박사과정생 2인과 담임교사 1인)가 배치되어 연구 실험 전에 진행방식에 대한 설명 및 논의를 충분히 한 후 실험을 실시하였다. 전체 문제 해결은 학습자가 주도적으로 이뤄졌고, 교사는 문제 상황을 제시하고, 필요시에 적절한 질문을 하여 문제해결을 촉진시켜주는 역할을 하였다. 각 그룹별 진행 속도는 차이가 있었으나 기본적인 진행은 <표 1>에서 제시한 3단계에 기초하여 <그림 1>처럼 비구조화된 문제 해결 절차에 따라 이뤄졌다.

그룹별 학생들의 활동 모습은 비디오와 녹음기를 이용하여 촬영과 녹음하였고, 지도교사의 관찰자료 및 학생들의 활동지를 수집하여 분석하였다.



<그림 1> 비구조화된 문제 해결 절차

4. 분석방법

본 연구에서는 그룹별 비구조화된 문제의 해결 결과가 어떻게 다른지 알아보기 위해서 <표 1>에서 제시한 3단계에 따라 그룹별 문제 해결 과정을 분석하였다. 문제이해 단계에서는 문제해결 과정 속에서 학생들이 문제에 제시된 요소와 문제의 구조를 정확하게 인식하고 있는 지를 기준으로 분석하였다. 전략탐색 및 실행 단계에서는 요소들을 바탕으로 어떻게 문제를 해결하는 지에 대한 전략을 선택하는 것을, 검토 단계에서는 문제 해결 후, 해결한 과정을 정당화하고 다른 조건의 문제를 어떻게 해결하는 지를 분석하였다.

또한 문제 해결 과정 속에서 나타나는 추론 유형을 알아보기 위해 학생들의 해결과정과 전략에 따라 어떠한 추론의 형태를 보이는 지에 대해 분석하고자 Lithner(2000)가 제시한 추론의 유형을 기준으로 삼았다. Lithner는 추론의 유형을 모방적 추론과 창의적 추론의 유형으로 제시하였고, 모방적 추론은 기억된 추론과 알고리즘 추론으로 세분화하였다. 또한 창의적 추론은 독창성, 유창성, 타당성, 수학적 기초의 4가지 조건을 기준이 모두 충족되었을 경우에 이뤄질 수 있다고 제시하였고, 본 연구에서도 이와 같은 방법을 기준으로 하여 분석하였다.

<표 3> 분석방법

문제 해결 과정	추론의 유형
· 문제이해 · 전략탐색 및 실행 · 검토	· 모방적 추론(기억된 추론, 알고리즘 추론) · 창의적 추론

Ⅳ. 연구결과

1. A 그룹의 문제 해결

가. A 그룹의 비구조화된 문제 해결 과정

1) 문제이해

A 그룹의 두 학생들은 비구조화된 문제 상황을 읽은 후 [장면 1]과 같은 대화를 나누었다.

①문제 이해 단계, 이해한 내용을 바탕으로 문제를 어떻게 해결할 지에 대한 전략을 선택하는 ②전략 탐색 및 실행 단계, 해결한 과정을 정당화하고 평가해 보는 ③검토 단계의 3단계로 구분 지을 수 있었다.

[장면 1]
A1: 아..문제가 뭐라는지 모르겠어요. 지난주보다 어려워요.
T: 문제를 풀려면 어떻게 해야 할 것 같아?
A1: 필요없는 게 너무 많아요.
A2: 빼고 정리하자
T: 그렇지. 필요있는 것 만 빼서 정리하면 되겠지. 각자 한 다음에 둘이 한 것을 합치면 되겠지.
A1: 근데 과연 여긴 일요일은 할까요 안할까요?
T: 그러게
A1: 그게 이상하다.

[장면 1]을 보면, 처음에 문제 상황을 접한 후, A 그룹의 학생들은 문제 해결에 필요한 개념, 규칙, 원리들이 어떻게 조직되는지가 불확실하고 하나 이상의 문제 요소들이 모호하게 정의되고, 여러 개의 답과 해결 전략을 가질 수 있다는 비구조화된 문제가 갖는 특성을 인식하였다. 그 과정에서 문제를 해결하기 위해서 고려해야 할 요소 ①북카페에 갈 수 있는 요일과 ②회원의 금액 두 가지를 정해야 문제가 해결될 수 있음을 찾아냈다. 또한 복잡한 문제 상황 속에 제시된 문제 해결에 필요한 요소들을 정리해야 할 필요성도 느끼고 있음을 알 수 있다. 이는 복잡성을 띄고 있는 비구조화 문제에서 문제 상황의 구조를 이해하고 문제 해결의 실마리를 찾은 것으로 볼 수 있다. 즉 A 그룹의 학생들은 문제 상황에 내제되어 있는 여러 요소들을 연결 지어 문제 해결을 위해 알아야 하는 요소들을 정확하게 인지하였고, 각 요소의 정보를 알아내기 위해 어떤 것들 활용해야 하는 지를 파악하고 있었다. 문제 상황을 보다 구체적으로 이해하고 있는 모습이 [장면 2]와 같이 나타났다.

[장면 2]
T: 아니야. 그걸 찾으려면 어디에 관심을 두고 봐야 할까
A2: 가입비, 입장료, 문 여는 시간
T: 그렇지 매일 오전 9시에부터 오후 5시까지이고
A2: 공휴일과 매달 첫 번째 월요일은 운영하지 않는대요.
T: 스케줄을 보고 뭘 결정해야 해?
A2: 뭘 결정해야 하느냐고요?
T: 응, 이 스케줄 표를 왜 줬을 것 같아.
A2: 언제 가는지 정하려고
T: 그렇지. 언제 가는지를 정해야 하지. 그럼 언제갈 수 있을 것 같아?
A1: 월요일
A2: (화요일을 가리키며) 여기는 30분 동안만 갈 수 있고
A1: 목요일, 토요일

또한 [장면 2]를 보면, 문제 상황을 이해하는 단계에서 문제 해결에 필요한 요소들 2가지를 각각 어떻게 문제 해결에 활용할 것인지를 문제 해결 전략을 탐색하는 모습이 함께 나타났다. 문제 해결에 필요한 요소들을 어떻게 활용할 것인지 문제 해결 전략을 탐색하는 모습은 [장면 3]과 [장면 4]처럼 계속적으로 나타났다. [장면 3]과 [장면 4]를 보면, 문제 해결에 필요한 요소인 ②회원의 금액을 어떻게 변화시켜 문제를 해결할 지 의논하는 과정에서 논리적인 근거에 바탕을 두는 것이 아니라 문제 상황과 비슷하게 생활에서 경험하였던 것들에 기초하여 문제를 이해하고 문제 이해에 필요한 요소를 전략과 연결시키는데 도움을 주는 것으로 보이는 특징이 나타났다.

[장면 3]
A1: 근데 몇% 할인이에요?
T: 이제 그걸 네가 찾아야지.
A1: 그걸 어떻게 알아요. 관련된 정보가 없어요.
T: 그걸 찾아야지.
A2: 그냥 90% 할인이라고 해요.(살짝 웃음)

[장면 4]
A2: 근데 50% 세일하면 600원인데,
T: 어, 근데 600원이라고 했을 때, 회원이 정말 이익인지 생각해 봐야지.
근데 50%세일이라는 건, 뭔가 근거가 있는 거야 그냥 찍은 거야.
A2: 근거 있어요. 히히~(웃으면서)
T: 근거 어떤 거?
A1: 거의 다 50% 하니깐
T: 누가 50%를 해?
A1: 그럼 30%, 50, 70

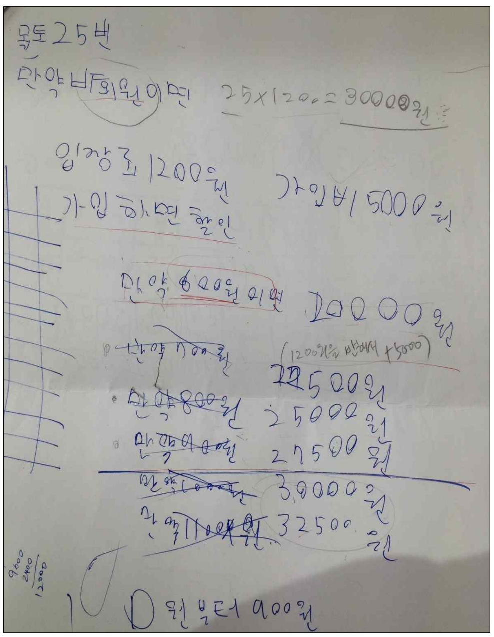
2) 전략탐색 및 실행

이후, A 그룹의 학생들은 문제 해결에 필요한 각 요소를 변인화시켜 문제 해결을 직접 실행하였다. ①북카페에 갈 수 있는 요일과 ②회원의 금액을 어떻게 변인화

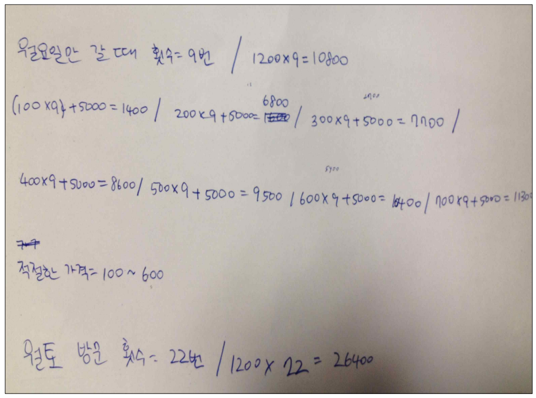
시키는지를 중심으로 문제 해결 과정을 살펴보고자 한다.

[장면 5]는 A 그룹의 A1이 <그림 2>와 같이 실행한 방법을 작성하고 설명하는 과정이 나타난 대화이다.

[장면 5]
A1: 한 번 갈 때 이용료죠?
T: 그렇지.
A1: 600원?
T: 600원? 그래 한 번 해보자. 만약 600원이면 이라고 써봐. 그래야 나중에 비교할 수 있지?
(A1은 교사의 안내대로 '만약 600원이면'이라고 쓰고 암산하고 결과인 20000원이라고 씀)
T: 20000원이 나와? 어떻게?
A1: 1200원 반 하면 600원이고, (30000원을 가리키며 그걸 ÷2 한다는 듯한 표정을 보임)
T: 그냥 반만 하는 거야?
A1: 그리고 가입비 5000원을 더했어요. 600원은 너무 싸니까
T: 그럼 얼마로 할래?
(A1은 만약 700원, 만약 800원, 만약 900원, 만약 1000원, 만약 1100원이라고 쓰고 이건 계산기로 계산해야 한다고 함)



<그림 2> A 그룹 A1의 문제 해결 과정



<그림 3> A 그룹 A2의 문제 해결 과정

[장면 6]은 A 그룹의 A2가 <그림 3>과 같이 실행한 방법을 작성하고 설명하는 과정이 나타난 대화이다.

[장면 6]
A2: 나누기 2해요 (풀이과정에 (1200÷2)+5000이라고 쓴 것을 가리키며)
T: 왜 나누기 2했어? 이건 뭐야?
A2: 그냥...히히히.. 세일하자나요. 50%세일하면 나누기 2가 되잖아요.
T: 일단 50% 찍어 본거야?
A2: 네...히히히
T: 근데 어떻게 5600원이 됐어?
A2: ((1200÷2)+5000=5600을 가리키며) 이거 이렇게 계산하면 600원이고 5600원인데...., 그리고 곱하기 33해요
T: 왜 33을 곱해?
A2: 33번가니깐
T: 그런데 가입비를 갈 때마다 내는 거야?
A2: 아. 맞다. 히히히
*A2는 600×33을 핸드폰 계산기를 이용하여 계산한다.

<그림 2>와 <그림 3>을 보면, ① 북카페에 갈 수 있는 요일을 정한 후에, ② 회원의 금액을 변인화 시켜 문제 해결을 실행하고 있는 공통적인 모습이 나타나는 것을 볼 수 있다. 다만 A1과 A2는 문제 해결에 필요한 ① 북카페에 갈 수 있는 요일을 정할 때, 각자 가야 하는 날을 월,목,토 3일과 목, 토 2일로 다르게 변인화하여 문제를 해결하였다. 이를 통해 학생들은 문제 해결에 필요한 요소를 어떻게 변인화 시키는 지에 따라 문제 해결 결과가 달라질 수 있음을 인지하여 가능한 모든 방법대

로 변인화하여 문제 해결을 실행한 것으로 볼 수 있다.

이후, A 그룹의 학생들은 요소들을 가능한 모든 방법대로 변인화 시켜 문제 해결을 실행하였고, 그들이 실행했던 문제 해결을 정리하여 아래의 <표 4>와 같다. 이와 같이 A 그룹의 학생들이 요소를 변인화 한 것에 따라 가능한 문제 해결 과정을 첫 번째에 시도한 전략대로 다른 경우에도 적용한 것을 볼 때, A 그룹의 학생들은 문제 해결에 활용한 전략상의 구조를 파악하여 다른 상황에도 전이시킨 것으로 볼 수 있고 이는 문제 상황에 대한 이해도가 높은 것으로 분석된다.

3) 검토

문제 해결을 마친 후, A 그룹의 학생들은 <표 4>의 내용을 바탕으로 최종 답을 제시하려고 하였다. 학생들은 회원의 금액으로 가능한 범위를 비교하여 모든 경우에 적용 가능한 공통적 금액을 100~400원의 범주라 했고, 최대금액으로 본다면 400원이 적절한 금액이라고 하였다. 이 때 교사가 모든 경우에 적용 가능한 금액을 고르지 않고 조건별로 가능한 금액의 범주를 제시하는 방향으로 문제 해결 결과를 제시하는 방법을 제안해도, A 그룹의 학생들은 이유 없이 아니라고 답하며 무조건 400원이어야 한다고 하였다. 이는 정답과 문제 해결 전략이 한 개 이상일 수 있는 비구조화된 문제의 특성을 인식하지 못한 것으로 보이며, 정해진 정답을 찾아내는 것에 익숙해진 환경의 영향의 때문인 것으로 분석된다.

<표 4> A 그룹의 문제 해결 결과

조건		세 달간 이용 횟수(번)	가능한 회원의 금액 범위(원)
일주일에 사흘 가는 경우	월 목 토	33	100~1000
일주일에 이틀 가는 경우	목 토	25	100~900
	월 토	22	100~900
	월 목	20	100~500
일주일에 하루 가는 경우	월	9	100~600
	목	12	100~400
	토	13	100~800

나. A 그룹의 비구조화된 문제 해결 과정에서 나타나는 추론의 유형

A 그룹의 학생들은 문제를 해결하기 위해 고려해야 하는 2가지의 요소를 고려하여 문제 해결을 하는 모습을 보였다. ①북카페에 갈 수 있는 요일을 우선적으로 선정을 한 후, 세 달 동안 갈 수 있는 날을 계산하여 ②회원의 금액을 얼마로 정해야 하는 지를 순차적으로 해결하였다. 그리고 A그룹의 학생들은 간단한 계산과정을 통해 회원의 금액을 정하였다. 학생들은 각 경우에 대한 회원 값에 세 달 동안 가야하는 날을 곱한 후 가입비를 더해야 하는 기본 식을 정한 후, 모든 경우를 대입하여, 적절한 회원 가격을 찾아내는 방법을 활용하였고, <그림 2>나 <그림 3>처럼 몇몇의 값을 계산으로 알아본 후, 규칙을 추측하여 계산을 하지 않고도 그 다음 값을 알아내는 모습을 보였다. 이는 학생들이 어떤 식에서 하나의 다른 값이 일정하게 변하면, 결과 값도 달라진다는 연산의 알고리즘을 이해하고 있고, 기억된 추론의 형태가 아닌 알고리즘 추론의 형태로 문제를 해결하였음을 알 수 있다.

또한 A 그룹 학생들은 <표 4>처럼 ①북카페에 갈 수 있는 요일에 따라 ②회원의 금액이 달라짐을 인지하고, 각 경우에 적절한 회원의 금액을 알아보았다. 물론 모든 경우에 해당하는 답으로 정리를 하기는 했지만, 학생들은 하나의 경우만을 고려하지 않고, 가능한 모든 경우를 생각하려고 하였다. 이는 문제를 해결하기 위한 다양한 조건들을 고려한 유창성, 각 경우에 해당하는 값을 추론하고 전체적인 것으로 확장하여 생각한 독창성, 전략을 활용하는 데 있어 타당한 이유를 들어 설명한 타당성, 수학적인 내용에 근거를 둔 수학적 기초의 창의적 추론의 요소를 만족시키고 있는 것으로 보아 A 그룹의 학생들은 창의적 추론을 하고 있음을 확인할 수 있다.

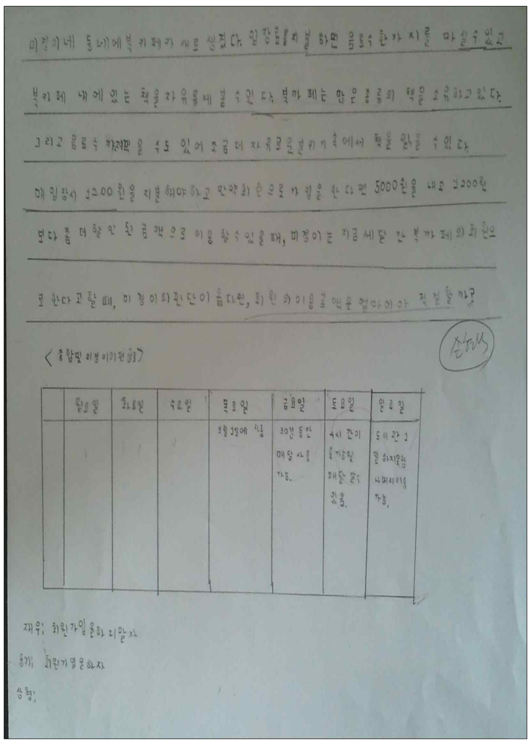
2. B 그룹의 문제 해결

가. B 그룹의 비구조화된 문제 해결 과정

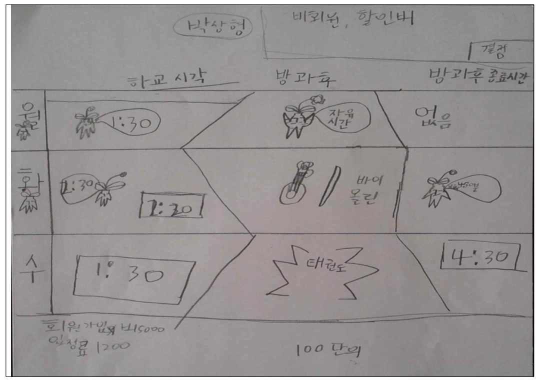
1) 문제이해

B 그룹의 두 학생들은 비구조화된 문제 상황을 읽은 후 토의를 하였는데, 비구조화의 문제 상황이 너무 길다 보니 문제 해결을 어떻게 시작해야 할지 어렵게 느끼는

경향이 있었다. 개인별 문제 이해를 정리한 후, 그룹별 토의를 시작했을 때, B1만이 문제에서 해결해야 할 사항이 무엇인지 정확하게 이해하고 있었다. [장면 7]에 나타난 것처럼 B1이외의 학생들은 회원가입을 할 것인지, 말 것인지 만을 선택하는 문제 해결의 핵심적이지 않은 사항에 중점을 두고 있었으며 무엇을 구해야 하는 것인지 이해하지 못하였다. 이는 문제를 해결하기 위해 문제 상황 속에 내제되어 있는 여러 가지들의 요소를 함께 연결지어 생각하지 못하고, 문제에서 나타난 몇몇의 텍스트나, 회원가입을 할 것인지 말 것인지에 대한 하나의 현상에 주목하여 생각하였기 때문이라고 볼 수 있다. 이러한 모습은 B 그룹 학생들이 그룹별 토의를 진행하기 전 각자 문제 이해를 나타낸 <그림 4>와 <그림 5>에도 나타난다.



<그림 4> 문제 상황을 이해한 B 그룹 B1의 문제 해결 과정



<그림 5> 문제 상황을 제대로 이해하지 못한 B 그룹 B3의 문제 해결 과정

[장면 7]

T: 자, 이제 우리 같이 생각해보자. 문제에서 이해한 것이 무엇인지를 같이 나눠보고, 같이 해결방법을 생각해 보도록 하자. 발표자 이외의 친구들은 친구가 이해한 것이 맞는지 아닌지를 생각해보고, 서로 같이 이야기 나눠보는 것으로 하자.

B3: 난... 북카페를 갈 수 있는 날을 그렸는데(<그림 5>참조), 갈 수 있는 날이 2번밖에 안돼. 이건 회원가입을 하는 것이 손해라고 생각해. 그래서 회원가입을 하지 않은 것이 좋은 것 같아. 읽어봐.

T: B3의 의견에 물어볼 사항이나 궁금한 것, 혹은 내가 이해한 것과 다른 의견을 한 번 말해 보세요.

B1: 30분 있는 날도 갈 수 있지 않을까?

B3: 근데, 그런 날에는 쉬는 게 더 나은 방법이 아닐까?

B2: 비회원으로 이용하는 것이 더 이익이라고 생각하는데.

B1: 문제는 그게 아닌데……

B2: 이잉?

B1: 회원으로 이미 가입을 한 거잖아. 그러니깐 이익인지를 봐야지.

B2: (문제확인 후) 할인된 금액으로 이용하는 것이네. 그러니깐...회원가입이 된거네...

B3: 비회원이 이익인데……

B2: 아니지.

B1: 회원가입을 하기로 하고 이용하는 것을 보는 거니까(문제지를 보여주며)

B3: (문제지 확인 후) 그렇네

(중략)

B3: 너의 의견은? 그러니깐 회원가입을 할거야 말거야?
B1: 회원가입을 해가지고...이용금액을 생각해 봐야지.
B3: 너는 회원가입 하는 거네? 니가 생각하는 것이 뭐가 이익이냐고

<그림 4>를 작성한 B1은 문제 상황에 포함된 조건을 글과 표로 정리하였는데, 그 안에 문제 해결에 필요한 요소들이 모두 포함되어 있고 ①북카페에 갈 수 있는 요일의 요소를 구분하여 정리하여 요소를 변인화 시키기 위해 노력한 것을 볼 때, 문제의 상황을 잘 이해하고 있는 것으로 분석된다. 하지만 <그림 5>를 작성한 B3은 문제 상황에 글로 제시된 내용을 그림으로 바꿔서만 표현했을 뿐 변인화 시키지 못한 것은 문제의 상황을 잘 이해하지 못한 것으로 분석된다. B1을 제외한 B 그룹의 학생들은 문제 상황을 제대로 이해하지 못하였는데, 이는 B 집단의 학생들은 문제 상황을 읽은 후, 문제를 해결하기 위해서 고려해야 할 요소 ①북카페에 갈 수 있는 요일, ②회원의 금액의 두 가지를 찾아내지 못한 부분에서 나타났다.

2) 전략탐색 및 실행

교사의 안내와 도움으로 B 그룹의 학생은 문제 해결의 실마리를 찾게 되어 [장면 8]처럼 문제 해결을 시작할 수 있었다.

[장면 8]
T: 그럼 가격을 먼저 알아본 후에, 판단이 옳은지를 알아봐야 하나요? 아니면 판단이 옳은지 가정을 하고 따져본 후에 가격을 알아봐야 하나요?
B3: 판단이 옳을 때와 옳지 않을 때를 따져보고, 이것을 비교해 봐요.
T: 문제에서 요구하는 것이 옳을 때와 옳지 않을 때를 다 비교해 봐야 하는 건가요? 문제에서 그것을 말하고 있나요?
B3: 미경이가 회원가입을 했네요. 그러니깐 회원가입을 하지 않을 경우는 따져보지 않아도 되요.
T: 회원가입을 한 경우 이용금액이 얼마일 때가 이익인지를 알아보는 거예요.
자, 그럼 이것을 알아보기 위해 어떻게 해야 할 지 함께 생각해 보자.

이후, 문제 해결에 필요한 요소들을 변인화 시키기 위해 전략과 함께 탐색하는 모습이 [장면 9], [장면 10]에 나타났다. 그런데 두 장면의 대화를 보면, 교사의 도움으로 문제 상황을 이해하는 것으로 보이다가도 문제해결에 필요한 요소들을 변인화 시키기 위해 탐색하는 과정을 보면 어떻게 변인화 시키는지를 잘 모르는 듯이 보인다. 이는 문제 상황에 대한 이해가 부족하기 때문으로 분석된다.

[장면 9]
B2: 음.. 월부터 토요일까지 이용시간을 생각해 보았는데..
B3: 30분을 이용하는 날에도 갈 수 있잖아.
B2: 그런데.. 그런 날은 1200원을 내야 하는데 아깝다는 거지..
B3: 맞아.. 겨우 30분 이용하는데.. 안 가는 것이 훨씬 나은 것 같아요..
B2: 그래서 회원가입을 해야 하는 것인지...
B4: 왜?
B2: 회원가입을 하면 이용시간이 30분이어도 가격이 할인이 되잖아.

[장면 10]
B1: 회원이 이용한 금액과 비회원이 이용한 금액이 달라해 해요.
T: 어떻게?
B1: 회원 금액이 좀 싸야지요..
T: 그럼 비회원의 이용금액은 얼마죠?
B4: 1200원이요..
T: 그럼 회원 가격은 얼마일까?
B2: 1200원 아래에요..
T: 그럼 회원가격이 얼마인지는 어떻게 알 수 있을까?
B1: 100단위가 100부터 900까지에요?
T: 100씩 띄워 셀 수 있는 단위라는 거야. 10과 1의 자리는 생각하지 않는 거야.
B3: 그럼 100부터 1100까지 가능한 거잖아..
B2: 아니지.. 맞다..
B3: 왜 아니래.. 맞는데..
B2: 100원은 절대 아니야..
T: 왜?
B2: 그건.. 좀.. (다시.. 침묵..)
T: 그럼.. 얘들아.. 우리 정해보자. 일주일에 몇 번 이용할래?
(정리해 놓은 학습지를..문제를 다시 본다)
B1: 3일 가자..
B3: 30분 가는데 1200원을 낭비해야 할 필요가 없으

니까..
B1: 그럼.. 월요일, 수요일, 토요일에 가자.
B4: 수요일은 낭비지..
B2: 아니지.
B4: 방과후 시간은 아닌데..
B1: 아니지.. 우리.. 3일가자..
T: 왜?
B4: 1200원씩 내는데.. 30분이용하면 시간이 아까우니까요..
T: 그럼 3일 이용하는 것으로 생각한다면.. 계산이 가능할까?
B3: 월목토 말고는 안가는 거잖아.. 근데.. 쉬는 날도 있잖아..
B1: 어떻게 풀 지 생각해 보자.
B3: 쉬는 날은 안가는 날이 있으니까.. 그것으로 금액을 계산할 수 있지.. 가는 날은 1200이니까.. 월, 목,토 말고 안가는 날이니까... 그러니까.. 쉬는 날을 계산해서.. 안가는 날로 생각하고, 계산하면 되지 않을까?

그리고 B 그룹의 학생들은 일주일에 사흘 가는 경우로 문제 해결을 실행하였는데, 그 과정을 적어보면 아래와 같다.

가는 횟수: 34일
비회원시 이용금액: 34×1200=40800원
회원의 이용금액을 구하기 위해서는:
40800-5000=35800
35800÷34=1052⋯32

여기서 B 그룹의 학생들은 몫으로 나온 1052를 문제 상황과 연결 지어 답을 하지 못했다. 이렇게 대수적인 방법으로 계산을 하였을 때 답을 구하지 못했지만, [장면 11]에 나타난 것처럼 이후에 가능한 회원의 금액을 일일이 대입하여 총 드는 비용으로 답을 구하여 문제의 조건과 대비시켜 보는 전략으로 바꾸어 가능한 답을 찾아냈다.

[장면 11]
B1: 그럼 1200에서 1052를 빼야 하네.
T: 그렇게 계산해야 하는 건가? 이게 뭘 의미할까?
B2: 할인되는 가격이요
B3: 이 금액이 맞을지 안 맞을지요.
T: 입장료를 100까지만 생각하라는 이야기는 10단위 아래는 생각하지 말라는 거에요. 이 가격을 아예 생각하지 말라는 게 아니에요
B2: 그럼 1100원이요. 그럼... 5000, 5000, 5000을 적고...이익이 안 되는 경우를 탈락시켜요.
5000 곱하기 1100하면 되는데
T: 곱하는 거에요?
B3: 5000원은 가입비야.
B2: 그럼 34에 1100원을 곱해. (계산을 통해 37400원을 찾음)
B1: 손해네요
T: 왜?
B1: 여기에 5000원을 더하면 42400원이니까요
B2: 이렇게 계속 계산을 해가면 이익인지 알 수 있어요.
B1, B2: (B1, B2가 1000원의 경우를 계산함) 이익이 아니에요
B1: 900원이 되면 이익이 되긴 해요. 그럼 900원 이하면 이익이 되요

3) 검토

이후, 교사는 일주일 이용횟수를 이틀로 하여 문제를 해결해 보도록 하였고, 해결책을 제시한 B1을 제외한 학생들은 문제를 해결하지 못하였다. 이는 B 그룹의 학생들이 문제 해결에 필요한 요소를 변인화 시키면서 변화에 따라 가능한 문제 해결 과정을 첫 번째에 시도한 전략대로 다른 경우에도 적용하지 못한 것이고, 문제 해결이 실행되지 못했다는 것은 문제 이해가 제대로 되지 않았음을 의미하는 것으로 볼 수 있다.

나. B 그룹의 비구조화된 문제 해결 과정에서 나타나는 추론의 유형

B 그룹의 학생들은 문제 해결을 위한 2가지의 요소를 고려하여 문제를 해결하였으나, [장면 9]처럼 A 그룹과 달리 교사의 도움을 받아 진행되었다. 학생들은 ①북카페에 가는 횟수를 결정한 후, 문제 해결을 실행하는 과정에서 비회원가격을 기준으로 적절한 ②회원의 가격을 결정하려고 시도하였으나 나눗셈 후 몫을 가격으로 결정하는 과정에서 100단위로 어떻게 나타내야 하는 지를 고려하지 못하여 문제를 해결하지 못하고 회원가격을 목록화하는 방법으로 문제를 해결하였다. 그 후 결정한 회원의 가격과 몫을 비교하여 어떻게 몫을 회원 가격으로 결정해야 하는 지를 물었을 때, [장면 11]처럼 10의 자리와 1의 자리의 값을 어떻게 어림해야 하는 지에 대한 판단

을 하지 못하여 회원가격을 임의로 결정하여 요일을 곱한 값과 비회원가격의 비교를 통해 바르게 어림했는지의 여부를 확인하였다. 이 과정에서 B그룹의 학생들은 기억된 추론이 아닌 알고리즘 추론의 추론 유형을 활용하였으나, 문제 해결 과정에서 필요한 부분적인 수학적 지식에 대한 개념적인 이해가 부족하여 적절한 상황에 적용을 하지 못하고 있으며, 음을 확인할 수 있다. 문제 해결 후, 북카페에 가는 요일을 변화시켰을 경우 적절한 회원의 금액이 어떻게 될 것인지에 결론에 대한 타당한 이유를 제시하지 못하고 있다. 또한 교사의 추가적인 물음에 B 그룹의 학생 중 단 1명의 학생만이 답을 하였고, 교사가 물어본 경우 외의 변인화 시키는 경우에 대해서는 고려하지 않아 문제를 일반화시키지는 못하고 있는 것으로 보아 창의적 추론을 하고 있지 못함을 확인할 수 있다.

3. C 그룹의 문제 해결

가. C 그룹의 비구조화된 문제 해결 과정

1) 문제이해

C 그룹의 학생들은 문제 상황을 읽은 후, [장면 12]처럼 A 그룹의 학생들과 마찬가지로 복잡한 문제 상황 속에 제시된 문제 해결에 필요한 요소들을 정리해야 할 필요성을 느끼고 있음을 알 수 있다.

[장면 12]
T: 여기에 중요한 조건을 보기 좋게 정리해보자.
C1: (문제의 앞부분을 가리키며) 맞아요. 쓸데없는 게 너무 많아요.
T: 그렇지? 그래! 이것만 있으면 되겠다! 하도록 적어보자.

C 그룹의 학생들이 개별적으로 문제 상황을 어떻게 이해하고 있는지 [장면 13]에 잘 나타나 있는데, 문제 상황에 제시된 정보들에 초점을 두고 문제 해결에 필요한 요소들을 문제 해결과 관련지으려는 모습이 보인다. 그런데 C 그룹의 개인별 문제 이해하기 단계에서는 문제 상황에서 제시된 정보들에 초점을 두고 그 정보들을 변인화 시키는데 노력을 하였고, 여기서 나타나는 해석이 지극히 주관적이었고 억지스러운 면이 보여 관찰자의 입장에서는 타당성을 얻기 어려웠다. 이는 C 그룹의 학생들이 문제 상황을 제대로 이해하지 못하여서 나타난 현상으로 분석된다.

이후, C 그룹의 학생들은 다른 그룹들과는 달리 [장면 13]에서처럼 앞으로 어떻게 문제 해결을 실행할 것인지 자신의 계획을 이야기하였다.

[장면 13]
T: 어떻게 35번이 나왔지?
C4: 셌어요.
T: 어떻게 셌어?
C1: 공휴일이랑 매달 첫째 월요일은 빼고, 갈 수 있는 횟수를 세어 보았더니 35번이 나왔고요, 비회원일 때 내는 돈이 4만 2천원이 나왔어요. 근데, 만약에 아주 만약에 회원이 됐을 때 같은 가격이라면 4만 2천원에서 5천원을 빼고 3만7천원이니까 거기서 35를 나누면 돼요.
(중략)
C4: 일주일에 회원으로 가입했을 때 몇 원을 내고, 회원가입하지 않았을 때 몇 원을 내는지 계산을 해서 가입하지 않았을 때보다 가입했을 때 더 싼지 봐요.
C2: 3달 동안 모두 가는 날을 세고 그 수를 생각하고 비회원 입장료로 입장할 때 가는 날을 곱하고, 회원일 때 입장료하고 세 달 동안 가는 날을 곱해서 나온 수들을 비교해요.

2) 전략탐색 및 실행

C 그룹의 학생들은 개별적으로 문제 상황을 이해한 것에 기초하여 문제 해결에 필요한 요소들을 변인화 시키기 위한 토의를 진행하는데, [장면 14]에 나타난 것처럼 문제 상황에 제시된 정보들을 활용하여 문제 상황을 이해한 것에 기초하여 문제 해결 전략을 탐색하다가도 문제 상황과 상관없이 변인화 시키기도 하여 문제 이해가 제대로 이루어진 것으로 볼 수 없다.

[장면 14]
T: 미경이의 스케줄을 봐. 그러면 우리 일주일에 몇 번 갈 지부터 정해볼까?
C2: 다수결로 합시다.
C1, C4: 3번
C1: 다수결 말고 의견을 말해보자.
T: 그래 이유를 말해봐. 왜 3번인지.
C1: 난 4번을 갈거야.
T: 4번?(놀라며,)
C1: 월요일에는 1시 30분부터 5시까지 시간 많고 목요일도 시간이 많고 토요일도 시간이 있고 그리

고 양가 조모님 댁 방문은 저녁에 가면 되고요. 주말 농장은 오전 조금 늦게 가면 돼요.

C5: 저는 2번이요. 월요일하고 일요일이요. 월요일은 1시 반부터 자유시간이니까 월요일에 가고요 일요일에는 방문은 그 다음날해도 되구요. 주말농장은 다음 주에 가면 돼요.

T: 근데 월요일에 휴관하는 날을 1주일에 한번 만 가게 되는데?

C1: 근데 C5야, 양가 조모님 댁 방문은 다음날에 간다고?

C5: 방문은 밤에 하고 주말농장은 새벽에 가요.

C2: 저는 2번이요 목요일하고 토요일이요. 월요일에는 안하는 날이 있으니까요 그 날엔 놀구요, 목, 토는 시간 남으니까 그 때 가면 돼요.

C4: 저는 월요일하고 목요일하고 토요일이요.

C3: 월, 토,

T: 그럼 이제 우리 의견 다 애기 했지? 너희들끼리 정해봐.

C2: 최고 4번이었고 최고로 적은 게 2번이었지? 그럼 가운데인 3번?

C5: 4번해~ 아니, 아니 3번

C1: 딱 중간으로 3번.

C5: 월,목,토,일. 그냥 시간 날 때마다 가면 안 돼?

C2: 시간 날 때 마다 가기에는 돈이 너무 많이 들잖아.

C5: 방문하는 건 사정이 있다고 하고 늦게가면 되지.

C1: 일요일도 돼지 않냐.

C5: 토요일은 너무 시간이 없어. (문제에 나온 표를 혼동함.)

C2: 무슨 1시부터 5시까지 시간 있는데.

C5: 월,목,토 해

C2: 금요일도 할 수 있잖아. 30분이라도.

C5: 가는데 30분일 수도 있잖아.

C2: 그러니까 월,목,토,일 중에서 하루를 빼자.

C1: 그래 일요일 빼자.

C2: 그래.

T: 일요일은 왜 갑자기 뺐어?

C1 ,C2,: 일요일은 조금 애매해요.

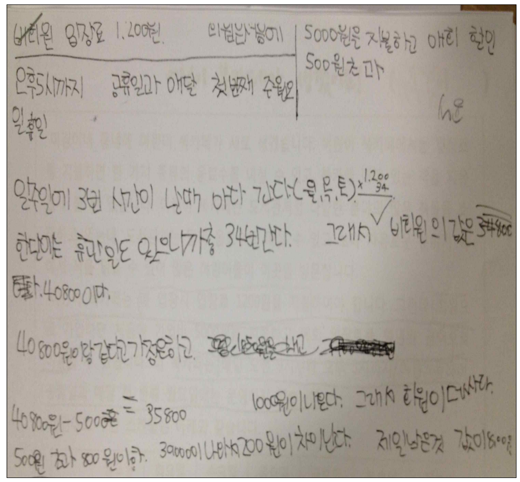
T: 뭐가 애매했는데?

C2: 시간이 남을 때도 있고, 안남을 때도 있어서요.

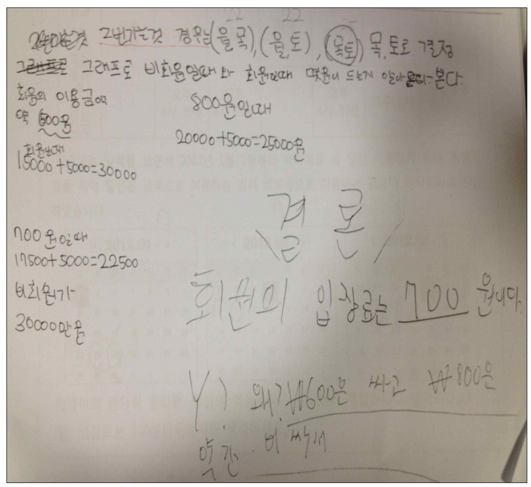
C1: 늦잠 자서 늦게 갈 수도 있어요.

C 그룹의 학생들은 A 그룹의 학생들처럼 문제를 해결하기 위해 고려해야 할 요소 ①북카페에 갈 수 있는 요일, ②회원의 금액의 두 가지 조건을 변화시키며 일주일에 사흘 가는 경우와 일주일에 이틀 가는 경우 중 한 가지 경우로 나누어 문제 해결을 시도하였다. 그런데 A 그룹이 변인의 변화량을 기준으로 목록화하여 문제를 해결하려 한 것과는 달리, <그림 6>처럼 B 그룹과 같은 대수적 방법을 사용하였다.

그런데 <그림 7>은 C 그룹의 학생들이 문제 해결에 필요한 요소를 변인화 시킬 때 어떤 근거에 의해 변화시킨 것이 아니라 임의로 정하여 계산하여 결과를 구한 것을 볼 수 있다.



<그림 6> C 그룹의 문제 해결 과정1

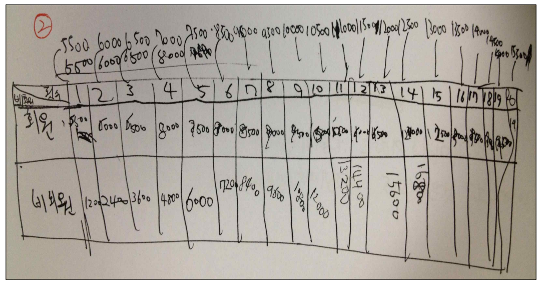


<그림 7> C 그룹의 문제 해결 과정2

그 이후에는 <그림 8>처럼 문제 해결에 필요한 요소들은 변인화 시키기 위해 <그림 7>보다 체계적으로 목

록화하여 문제 해결을 실행하였다. 그런데 [장면 15]에 나타난 것처럼 교사의 도움으로 문제 해결을 실행한 것이다.

[장면 15]
T: 그럼 우리 다른 경우도 생각해볼까? 몇 번 가는 경우 생각해볼까?
C1: 2번이요.
T: 2번을 어떻게 가는 게 좋을까?
C4: 월목
C5, C2: 목토
C1: 월목, 월토, 목토, 월일, 토일, 목일 경우의 수를 다 적어보자.
C5: 월목, 목토,
C2: 일요일은 빼자. 목토
T: 정했구나. 그럼 우리 달력을 볼까?
C1: 목토야 제일 효과적이야. 왜냐면 최대한 많이 가는게 좋잖아. 최대한 많이 가는게 이익이야.
C2: 왜 최대한 많이 가는게 이익이야?
C1: 선생님, 최대한 많이 가는 게 이익이에요, 적게 가는 게 이익이에요?
T: 너희가 생각하기 나름이지요~
C4: 최대한 많이 가는 게 이익이지.
C2: 많이 가는 게 좋을 것도 없잖아.
T: 그럼 역할을 나누어서 각 경우에 몇 번 가는지를 달력 보고 세어보자. (교사가 역할을 나누어줌.)
(월목 22번, 월토 22번, 목토 25번으로 나옴)
C2: 목토가 가장 많아요. 월요일이 안껴있거든요.
T: 그러면 언제 언제 가는 거로 정할까?
C1, C2: 목토요.
T: 그 다음엔 계산을 해보자. 아까 한 방법 말고 다른 방법으로 해볼까?
C2: 딱히
T: 너희 다양하게 문제푸는 방법 알잖아. 그림그리기 등등
C2: 그림은 좀.
C1: 표만들기
(중략)
T: 회원가를 대략적으로 얼마라고 해야할까? 아까보다 더 싸야할까 더 비싸야 할까?
C1: 더 싸야하지요.
T: 그럼 얼마?
C4: 500원이요.
C1: 그래 그럼 500원이라고 하자.



<그림 8> C 그룹의 문제 해결 과정3

<그림 6>, <그림 7>, <그림 8>을 근거로 볼 때, C 그룹의 학생들은 문제 상황을 이해하기는 했지만 이해한 것을 바탕으로 해결 전략을 탐색하여 실행으로 완벽히 옮기지 못한 것으로 보인다. 이는 C 그룹의 학생들이 스스로 문제 상황을 이해한 것이 아니라 C 그룹을 지도했던 교사가 다른 그룹을 지도한 교사들과 비교했을 때 문제 해결을 도울 때 안내한 바가 많기 때문인 것으로 분석된다.

3) 검토

문제를 해결한 후, 그에 대한 이유를 찾아보는 활동에서 학생들은, 문제 상황이 제대로 이해가 되지 않아 [장면 16]에서처럼 문제 상황과 관련지어 적절히 답을 제시하지 못한 것으로 분석된다.

[장면 16]
T: 그러면 결론을 내리자.
(골똘히 생각..)
...
C2: 700원.
T: 이유는?
C2: 800원은 비싼 것 같고 600원은 싼 거 같아서..
C1: 600원은 주인입장에서 손해가 될 것 같고, 800원은 회원들한테 이익이 적게 되어요.

나. C 그룹의 비구조화된 문제 해결 과정에서 나타나는 추론의 유형

C 그룹의 학생들 역시 B 그룹의 학생들과 마찬가지로 교사의 도움을 받아 2가지의 요소를 고려하여 문제를

해결하였다. <그림 6>처럼 문제 해결 과정 속에서 학생들은 ①북카페에 가는 횟수를 결정한 후, 비회원가격을 기준으로 ②회원의 가격을 결정하려는 대수적인 접근을 하였지만, 적절한 회원 가격을 결정하는데 있어서는 회원 가격을 기준으로 목록화하여 확인하는 방법을 활용하였다. 즉, 알고리즘을 활용한 대수적 접근 이후, 회원의 가격을 결정하는 방법까지의 과정에 대한 인식을 하지 못하였음을 알 수 있다. 또한 문제를 해결한 후, 추후 교사가 다른 조건일 경우의 회원 가격을 결정해 보도록 요구했을 때, <그림 8>처럼 표를 활용하여 문제를 해결하려고 했으나, 모든 경우를 나타남에 있어, 간단하게 정리될 수 있는 값을 앞의 계산과정을 활용하여 추측하지 못하였고, 간단한 계산과정조차도 잦은 실수가 있음을 확인할 수 있었다. 즉, 기억된 추론의 형태가 아닌 학생들은 알고리즘을 활용하여 문제를 해결하는 알고리즘 추론의 형태로 나타나지만, 불완전한 형태의 추론이 나타남을 확인할 수 있다. 또한 [장면 16]처럼 문제 상황과 관련지어 답에 대한 타당한 근거를 제시하지 못하였기에 창의적 추론을 했다고 판단할 수 없다.

4. 그룹 간의 차이

A, B, C 세 그룹의 비구조화된 문제 해결 단계에서 공통적으로 나타난 특징은 다음과 같다. 첫째 단계는 문제 상황을 읽은 후 문제 상황을 인식하고 이해하는 단계이다. 이 단계에서는 비구조화된 문제의 특성을 인식하는 특징이 나타났는데, 문제 해결을 돕기 위해 문제 상황을 알아보기 쉽게 정리해야 할 필요성을 느끼고 비구조화된 문제의 특성상 문제 상황에서 알아야 할 필요한 정보들을 변인화 시킬 필요가 있음을 찾아내었다. 둘째 단계는 앞 단계에서 찾아낸 필요한 정보들을 변인화 시키기 위해 어떻게 조작할 것인지를 탐색하고 그것을 실행시켰다. 첫째 단계에서 문제 상황을 제대로 이해한 그룹일수록 변인화 시킬 방법을 쉽게 찾아낼 수 있었고, 탐색과 실행이 선형적인 순서로 이루어지는 것이 아니라 순환적으로 이루어지면서 문제 상황에 대한 이해가 깊어지는 것을 알 수 있었다. 셋째 단계는 문제 상황과 관련지어 문제 해결 결과를 제시하며 개인별, 그룹별로 문제 해결 과정을 평가하였다.

일반적인 문제 해결의 단계와 차이가 없는 것으로 보이지만, 비구조화된 문제의 특성을 고려하면 첫째 단계에서 문제 상황을 인식하고 이해하는 정도가 문제 상황의 정보들을 변인화 시킬 근거를 문제 상황 속에서 찾아내느냐 찾아내지 못하느냐로 이어지는 둘째 단계에 영향을 미쳐 변인의 변화에 따라 문제 해결 전략 실행의 다양화가 가능한가, 셋째 단계에서 변인 변화에 따라 결과를 제시할 수 있는가에 영향을 미침을 볼 수 있었다. 본 연구의 대상이었던 세 그룹 중에서 A 그룹만이 문제 상황을 제대로 이해하여 문제 상황에서 제시한 정보들을 변인화 시켜 변인이 변함에 따라 다양하게 전략을 실행할 수 있었고, 문제 상황을 제대로 이해하지 못했던 B, C 그룹은 변인 변화에 따른 한, 두 가지의 해결 전략을 실행하는 한계를 보였다.

비구조화된 문제를 해결하는 데 있어서 문제 이해 단계가 중요함을 알 수 있다. A 그룹의 학생들은 학생들 스스로 문제를 이해하여서 문제 해결 결과가 문제 상황에서 제시하는 정보들의 변인 변화에 따라 다양하게 나타났다. B 그룹의 학생들은 문제 상황 속에 내제되어 있는 여러 가지 요소들을 함께 연결지어 생각하지 못하고, 문제에 나타난 몇몇의 텍스트나 하나의 현상에만 주목하여 문제를 이해하였다. 그래서 교사의 안내에 따라 한 가지 조건으로 문제 해결을 시도한 후 다른 조건으로 문제 해결을 시도해보도록 했을 때 해결하지 못했다. C 그룹의 학생들은 문제해결에 필요한 요소를 정리할 필요성을 느끼기는 했으나 문제 상황에 제시된 정보들에서 변인화시켜야 하는 것들을 주관적이고 억지스럽게 나타내어 B그룹의 학생들과 마찬가지로 문제 이해가 스스로 이루어지지 않고 교사의 안내에 따라 이루어졌다. 그래서 결국 문제 해결 계획을 세운대로 실행되지 못하고 결과를 문제 상황과 결부지어 제시하지 못하였다. 복잡성을 띄고 있는 비구조화된 문제 상황을 잘 이해하는 학생일수록 문제 해결에 필요한 요소를 골라내고 그에 따른 해결 전략을 세워 다양한 답을 찾기 위해 문제 해결을 실행할 수 있는 것으로 분석된다. 세 그룹의 문제 이해와 문제 해결 과정, 결과 제시와 관련지어 보면, 문제 이해의 단계가 비구조화된 문제의 해결 결과에 큰 영향을 끼치는 것으로 분석된다.

또한 그룹별로 추론의 유형에 차이가 나타남을 확인

할 수 있었다. 모든 그룹에서 문제를 해결하는데 있어 북카페에 가는 횟수를 결정한 후, 적절한 회원가격을 결정하는 순서로 문제를 해결하였으나, 그 해결 과정에 있어서는 차이를 보였다. A 그룹의 경우, 요일에 대한 변수에 따른 회원가격을 목록화하여 간단한 계산과정을 거쳐 문제를 해결하였으며, 더 나아가 모든 경우에 대한 적절한 회원의 금액을 찾아 알고리즘 추론과 창의적 추론의 추론 유형을 모두 보여주었다. 이에 비하여 B 그룹과 C 그룹은 A 그룹과 달리 북카페에 가는 요일을 정하는데 많은 시간을 보냈고, 해결방법을 대수적으로 접근하는 알고리즘 추론의 추론유형을 보이지만, 계산과정에서 개념적 지식의 부족으로 인한 어려움을 겪었다. 그리고 요일에 대한 변수를 일반화시키지 못하고, 특별한 경우의 회원의 금액만을 결정하는 모습을 보였다.

V. 결론 및 시사점

본 연구는 국내외적으로 최근 수학교육에서 강조되고 있는 수학적 문제 해결력을 신장시키기 위한 하나의 방법으로 비구조화된 문제를 개발하여 적용한 후, 비구조화된 문제 해결은 어떤 과정으로 이루어지고 그 과정에서 나타나는 추론의 유형을 분석하고자 하였다. 연구 결과에 기초하여 다음과 같은 결론 및 시사점을 찾아보았다.

첫째, 그룹별 비구조화된 문제 해결 과정을 비교한 결과, 문제 상황에 대한 이해도가 높을수록 문제 상황을 텍스트가 아니라 상황자체로 받아들이는 경향이 있었으며, 문제 해결에 필요한 문제 상황의 요소들을 변인화하여 다양한 결과를 도출시켰다. 이에 비해 문제 상황의 복잡성을 잘 이해하지 못한 그룹은 다양한 문제 해결의 결과를 도출하지 못했고, 문제 해결의 결과와 문제 상황을 관련지어 해석하지 못하였다. 이는 비구조화된 문제의 특성을 고려해 보았을 때, 문제 상황에 대한 이해 정도가 문제 해결의 결과에 영향을 미치는 것과 연결지어 생각할 수 있다. 즉, 문제 해결 과정에서 문제 이해의 단계가 문제 해결의 결과에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 따라서 문제 해결력 증진을 목표로 비구조화된 문제를 수학 수업에 활용할 때에는 문제 상황을 이해하도록 돕는 방법을 찾았던 기존의 연구들에 기초하여, 문장제와는 달리 개방성, 복잡성, 실제성을 지닌 비구조화된 문제 상황을 잘 이해할 수 있도록 도울 수 있는 방안에 관한 후속 연구가 필요하다.

둘째, 비구조화된 문제 해결 과정에서 나타나는 추론의 유형을 분석한 결과, 문제 상황을 잘 이해한 그룹은 알고리즘 추론과 창의적 추론의 유형을 모두 보여준 것과 달리, 문제 상황을 잘 이해 못한 그룹일수록 알고리즘의 추론 유형만 보여주는 한계를 나타내었다. 이는 Bergqvist, Lithner와 Sumpter(2008)가 개념적 이해가 부족한 학생들은 문제 해결 과정에서 창의적 추론을 시도하지 않았다고 하며, 개념적 이해와 창의적 추론의 출현 여부가 서로 관련되었다고 밝힌 것과 같은 결과로 볼 수 있겠다. 따라서 비구조화된 문제 상황을 잘 이해하지 못하고 다양한 해결 결과를 내지 못하는 학생들에게는 문제 상황과 관련된 수학의 개념적 지식의 이해에 도움을 주어 궁극적으로 문제 해결력을 증진시킬 수 있도록 지도해야 할 것이다.

셋째, 비구조화된 문제를 해결함으로써 학생들은 수학적 추론과 의사소통을 경험하게 되며, 궁극적으로 문제 해결력을 포함한 수학적 힘의 신장에 기여할 것으로 기대된다. 이제까지는 앞서 밝힌 바와 같이 김은혜・박만구(2011)의 연구처럼 영재학생들을 대상으로 하는 수업에서 주로 개방형 문제를 활용하고 그것의 유용성과 가치를 확인한 연구들이 주로 이루어졌었다. 따라서 개방성의 특징을 지닌 비구조화된 문제를 일반 학생들을 대상으로 하는 초등학교 수학교실에서 활용할 수 있는 구체적인 방안을 연구하여 수학적 힘을 신장시킬 수 있는 노력이 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

교육과학기술부 (2008). 초등학교 교사용지도서 수학 4-1. 서울: 두산동아.

권오남・박정숙・박지현・조영미 (2005). 개방형 문제 중심의 프로그램이 수학적 창의력에 미치는 효과. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 44(2), 307-323.

김경희・김수진・김남희・박선용・김지영・박효희・정송 (2008). 수학・과학 성취도 추이변화 국제비교연구 -TIMSS 2007 결과보고서(연구보고 RRE 2008-3-3). 서울: 한국교육과정평가원.

김경희・김수진・김미영・김선희・강민경・박효희・정송 (2009). PISA와 TIMSS 상위국과 우리나라의 교육과정 및 성취 특성 비교 분석(연구보고 RRE 2009-7-2). 서울: 한국교육과정평가원.

김민경・이지영・홍지연・김은경 (2011). 초등학교 수학 교과서에서 나타난 '문제'의 비구조성(Ill-structured)에 관한 연구. 학습자중심교과교육연구, 11(2), 1-21.

김선희・김기연 (2004). 수학적 모델링 과정에 포함된 추론의 유형 및 역할 분석, 대한수학교육학회지 <학교수학>, 6(2), 283-299.

김성도 (1997). 기호와 추론-퍼스의 가추법을 중심으로. 한국기호학회(편). 삶과 기호, 351-379. 서울: 문학과 지성사

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

류시경・박종석 (2006). 낮게 구조화된 과학적 문제 상황에서 고등학생들의 문제발견 활동 분석. 한국과학교육학회지, 26(6), 765-774.

박경미・김동원 (2011). 우리나라 수학교육의 문제점 진단을 위한 조사연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 50(1), 89-102.

방승진・이상원・황동주 (2002). 초등학교 수학 문제 해결 교육에 관한 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 14, 1-25.

이재돈・김호중 (2006). 수준별 이동식 수업이 문제 해결력 신장에 미치는 영향. 교육연구, 2(1), 71-97.

전은미 (2002). 아동의 수학 문장제 이해 방법과 문제 해결 능력 사이의 관계 연구. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

조수윤・김진호 (2011). 구성주의 수학 수업이 추론 능력에 미치는 영향-초등학교 3학년 나눗셈을 중심으로-. 한국수학교육학회지 시리즈 C <초등수학교육>, 14(2), 165-185.

조지민・김수진・이상하・김미영・옥현진・임해미・박연복・이민희・한희진・손수경 (2011). 2011년 국제 학업성취도 평가연구(PISA/TIMSS): TIMSS 2011 본검사 시행보고서(연구보고 RRE 2011-4-1). 서울: 한국교육과정평가원.

지재근・오세열 (2000). 문장제에 대한 이해 정도가 문제해결력 신장에 미치는 영향에 대한 연구-중학교 방정식과 부등식 단원을 중심으로. 한국학교수학회논문집, 3(1), 189-200.

차영이 (2006). 문장제 이해를 강조한 발문이 문제 해결력에 미치는 영향. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

Alice, F. A., & Shirel, Y. F. (1999). Mathematical reasoning during small group problem solving, In NCTM, *Developing mathematical reasoning in Grades K-12* (pp.115-126). Reston, VA: Author.

Bergqvist, T., Lithner, J., & Sumpter, L. (2008). Upper secondary students' task reasoning. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology,* 39(1), 1-12.

Ge, X., & Land, S. M. (2004). A conceptual framework for scaffolding ill-structured problem-solving process using question prompts and peer interactions. *Educational Technology Research and Development,* 52(2), 5-22.

Hong, N. S. (1998). *The relationship between well-structured and ill-structured problem solving in multimedia simulation.* The Pennsylvania State University.

Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-Structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development,* 45(1), 65-94.

Kintsch, N., & Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problem. *Psychological Review,* 92(1), 109-129

Lithner, J. (2000). Mathematical reasoning in task solving. *Educational Studies in Mathematics,* 41, 165-190.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics.* Reston, VA: Author.

Polya, G. (1957). *How to solve it; A new aspect of mathematical method (2nd Ed).* Princeton, NJ:

Princeton University Press. 우정호 역(2002). 어떻게 문제를 풀 것인가: 수학적 사고방법. 서울:교우사.

Voss, J. F., & Post, T. A. (1988). On the solving of ill-structured problems. In M. T. H. Chi, R. Glaser & M. J. Farr (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 261-285). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

An Analysis on the 4th Graders' Ill-Structured Problem Solving and Reasoning

Kim, Min Kyeong †
Ewha Womans University, Korea
E-mail : mkkim@ewha.ac.kr

Heo, Ji Yeon
Ewha Womans University, Korea
E-mail : walnamh@nate.com

Cho, Mi Kyung
Ewha Womans University, Korea
E-mail : cmk0530@hanmail.net

Park, Yun Mi
Ewha Womans University, Korea
E-mai l: yunmi.park08@gmail.com

This study examines the use of ill-structured problem to help the 4th graders' problem solving and reasoning. It appears that children with good understanding of problem situation tend to accept the situation as itself rather than just as texts and produce various results with extraction of meaningful variables from situation. In addition, children with better understanding of problem situation show AR (algorithmic reasoning) and CR (creative reasoning) while children with poor understanding of problem situation show just AR (algorithmic reasoning) on their reasoning type.

* ZDM Classification : D52
* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D50
* Key Words : ill-structured problem, problem solving, reasoning
* This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2010-327-B00570).

† Corresponding author

<붙임 1>

미경이는 동네에 새로 생긴 어린이 북카페 광고지를 보았습니다. 어린이 북카페에서는 입장료를 지불하면 한 가지 종류의 음료수를 마실 수 있고, 북카페 내에 있는 책을 자유롭게 볼 수 있습니다. 어린이 북카페는 도서관처럼 다양한 분야의 많은 책들을 소장하고 있지만, 도서관과는 달리 음료수도 마실 수 있고 보다 자유로운 분위기 속에서 책을 읽을 수 있어 많은 어린이들이 이곳을 방문합니다.

어린이 북카페는 매 입장시 입장료 1200원을 지불하여야 합니다. 그런데 회원으로 가입하면 처음에 가입비 5000원을 지불하고 매회 입장료를 할인된 금액으로 이용할 수 있습니다. 이 북카페는 매일 오전 9시부터 오후 5시까지 이용가능하며, 공휴일과 매달 첫 번째 월요일에는 운영하지 않습니다.

미경이의 주간 스케줄은 아래와 같습니다.

<table>
<tr><th></th><th>월요일</th><th>화요일</th><th>수요일</th><th>목요일</th><th>금요일</th><th>토요일</th><th>일요일</th></tr>
<tr><td>하교 시각</td><td>오후 1시 30분</td><td>오후 2시 20분</td><td>오후 1시 30분</td><td>오후 2시 20분</td><td>오후 1시 30분</td><td>오전 11시 30분</td><td rowspan="3">양가 조부모님댁 방문
및
주말농장</td></tr>
<tr><td>방과 후 교실</td><td>자유시간</td><td>바이올린</td><td>태권도</td><td>자유시간</td><td>도자기</td><td>수영</td></tr>
<tr><td>방과 후 교실 종료시각</td><td></td><td>오후 4시 30분</td><td>오후 4시 30분</td><td></td><td>오후 4시 30분</td><td>오후 1시</td></tr>
</table>

미경이는 2011년 10월 1일부터 12월 31일까지 세 달간 이용하기 위해 회원가입을 하여 할인된 금액으로 이용하는 것이 자신에게 이익이라고 판단하였습니다. 미경이의 판단이 옳다면, 회원의 이용금액은 얼마여야 할까요? (단, 입장료는 100원단위까지만 생각하세요.)