

인지양식 및 인지발달단계가 수학적 의사소통 능력에 미치는 효과

이 중 회 (이화여자대학교)

황 보 경 (대성중학교)

I. 서 론

A. 연구의 필요성 및 목적

수학은 우리가 사는 세계를 기술하기 위한 도구로서 자연언어를 보충하는 언어라고 할 수 있다. 수학은 관계와 패턴에 관한 언어이고, 경제, 사회 및 과학에서 언어 역할을 할 수 있다. 따라서 수학은 우리 모두가 배워야 할 언어이며, 상호간의 수학적 의사소통은 필수적이라 할 수 있다.

NCTM(1989)은 Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics에서 중학생들은 지적으로, 심리적으로, 사회적으로, 신체적으로 커다란 변화를 겪으면서 보다 추상적으로 사고하고 추론하는 능력이 발달되기 시작하기 때문에 이 때 지필 또는 말로 된 언어를 사용하게 함으로써 수학적 아이디어를 구상하고 검증하며 자신의 사고를 명료화할 수 있게 해야 한다고 수학적 의사소통의 필요성을 강조하였다. 우리 나라의 제7차 교육과정(교육부, 1999)에서도 학생들 상호간의 토론과 협력 학습 활동은 수학적 개념을 바르게 이해하고, 문제를 다양한 방법으로 해결하는 능력을 기르게 한다고 하면서 토론이나 소집단 활동 등 의사소통이 강조된 수업과 그 과정에 대한 평가 등이 이루어져야 함을 강조하였다.

이처럼 수학 교수-학습에서 수학적 의사소통이 강조되면서 수학적 의사소통에 관한 연구는 수학적 의사소통 그 자체에만 초점을 맞추어 왔다. 그러나 수학적 의사소통에서는 개인차가 존재하기 때문에 학습자 변인을 고려해야 하는 것은 중요하다고 할 수 있다.

개인차를 고려해야 한다는 가정 하에 수업 방법 등의 학습 효과에 대한 연구가 이루어져 왔다. 예를 들면, Eliot는 교수계획의 바탕으로서 인지양식 등의 학습자 특성을 활용함으로써 교육의 극대화를 꾀할 수 있다고 하였다(Sheriff & Williams, 1980, 재인용). 우리 나라 제7차 교육과정(교육부, 1999)도 수학의 교수-학습 뿐 아니라 그 평가에까지 해당 학생들의 인지 발달 단계 등 학습 심리적인 요소를 고려하여야 한다고 역설하고 있다. 수학적 의사소통의 측면에서 Curcio(1990)는 수학적 의사소통은 학생들의 경험 및 능력과 연계하여 지도하여야 한다고 강조하면서 의사소통 지도에 있어서의 개별화 교육의 필요성을 지적하였다.

그러나 개인차를 고려한 학습 효과에 대한 연구 이전에 학습자의 개인차가 수학적 의사소통에 어떠한 영향을 미치는지에 관한 연구가 선행되어야 한다고 본다. Moynihan(1994)이 제시한 수학적 의사소통 모델에 의하면, 수학적 의사소통의 중심인 학습자는 인지적·정의적 차원의 학습자이기 때문에 학습자의 인지양식 및 인지발달단계는 수학적 의사소통 능력에 중요한 변인이 될 것으로 예상할 수 있다.

이러한 예상에도 불구하고 우리 나라 학생들을 대상으로 인지양식 및 인지발달단계와 수학적 의사소통과의 관계를 밝힌 연구는 거의 이루어지지 않았다. 따라서 학생 개개인의 인지양식과 인지발달단계에 따른 수학적 의사소통 능력을 알아보는 것은 앞으로 수학적 의사소통을 교수-학습에 적용함에 있어 매우 의미 있는 일이라 할 수 있다.

B. 연구 문제

본 연구에서는 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

1. 쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력은 인지양식과

* 2000년 1월 투고, 2000년 11월 심사 완료.

인지발달단계에 따라 의미 있는 차이가 있는가?

2. 말하기를 통한 수학적 의사소통 능력은 인지양식 및 인지발달단계에 따라 어떤 차이가 있는가?

II. 이론적 배경

A. 수학적 의사소통

김후자(1987)는 의사소통을 유기체가 기호를 통하여 서로 정보나 메시지를 전달하고 수신해서 서로 공통된 의미를 수립하고, 나아가서는 서로의 행동에 영향을 미치는 과정 및 행동이라고 정의하였다. 이 정의에 비추어 볼 때, 의사소통은 결과가 되는 사건이 아니라 진행되고 있는 사고의 과정으로 생각되어야 할 것이다. 즉 의사소통은 지각과 해석의 과정으로 지각은 우리가 받은 자극을 인식하는 정신적 과정이며, 해석은 그 자극을 의미로 구성하는 과정이라 할 수 있다. 이러한 사고과정은 그 능력으로 파악될 수밖에 없으며 Widdowson은 의사소통 능력에 대하여 다음과 같이 말하고 있다. “의사소통 능력이란 기억 속에 존재하는 단어들의 단순한 나열이 아니다. 실제 문장 속의 언어적 요소들의 가치를 실현시키는 전략이자 창조적 과정이며, 말하기이건, 쓰기이건 간에 언어나 규칙을 바르게 공유함으로써 적절한 대화의 참가자가 되는 자질이다. 따라서 의사소통 능력은 전후 관계를 맺는 문맥에서 적절하고 의미 있는 의사소통을 위해 언어 규칙을 사용하는 능력으로, 인지적 요인의 영향을 받는 능력이라 할 수 있다”(Brown, 1980, 재인용). 이에 대해 Piaget도 의사소통 능력을 인지발달영역의 내적 조직과의 관계 속에서 파악해야 한다고 주장하였다. 그는 언어능력과 인지능력간에 상호보충관계가 있으며, ‘평형’ 상태로 나아가는 과정에서 인지능력과 언어능력이 함께 발달하게 된다고 하였다(Mussen 등, 1979, 재인용).

수학적 의사소통 과정에는 여러 요소들이 서로 영향을 미치고 있으며, 학습자 변인을 고려하는 것은 필수적인 일이 될 것이다. Moynihan(1994)은 수학 학습 과정에서 의사소통을 성취하기 위한 학생과 교사의 역할 모델을 제시하였다. 이 모델은 학습자의 역할, 과거와 현재 경험의 역할, 의사소통에 있어서의 인지적이고 정의적인 요소들, 의사소통의 여러 방식, 의사소통 사회의 요소들을 포함하고 있으며 각각의 요소들은 모델 내에서 각자

중요한 몫을 담당하고 있다. 의사소통에 포함되는 가공물(artifact)로는 사고, 지각, 신념, 느낌, 태도, 의견 등이 있으며, 의사소통의 가공물이 일단 창조되면 표현의 필요성이 생기게 된다. 이 때 학생들은 적어도 한 가지 이상의 의사소통 방식을 사용하게 되는데, 듣기, 말하기, 읽기, 쓰기가 그것이며, 이를 본 연구에서 수학적 의사소통 능력이라고 본다. .

본 논문에서는 학습자에 초점을 맞추고 있으며, 학습자는 인지적, 정의적 존재이기 때문에 학습자의 인지양식 및 인지발달단계가 의사소통 능력에 영향을 미칠 것 인가를 확인하고자 하며, 특히 의사소통 능력 중 쓰기와 말하기 능력을 중심으로 이러한 점을 분석하는 것이 본 연구의 내용이다.

B. 인지양식 및 인지발달단계

1. 인지양식

어떤 사물에 대해 지각하거나 지적 활동을 할 때 개인은 일정한 규칙에 따라 자극을 선택하거나 조직할 뿐만 아니라, 자극에 대해 각기 일정한 반응양식을 가지게 되는데, 이러한 반응양식을 일반적으로 인지양식이라 한다(Goldstein 등, 1978). 인지양식은 처리하는 정보의 내용이나 처리 과정에서 어느 측면을 주로 다루느냐에 따라 여러 가지로 정의될 수 있기 때문에 학자들에 따라 각기 다른 정의를 제시하였으나, 이를 종합하여 보면 인지양식이란 개인이 갖고 있는 특수한 상황에 적응하는 인지적 반응 양식으로 볼 수 있다.

인지 양식으로는 Klein이 제안한 지속(持續)성-개변(改變)성(leveling-sharpening)인지양식, Witkin이 주장한 장의존(場依存)성-장독립(場獨立)성(field dependence -field independence)인지양식, Gardner가 제안한 집착(執着)성-융통(融通)성(constricted-flexible)인지양식 등이 있다(정원식, 1994).

그 중에서 장독립적 인지양식과 장의존적 인지양식은 인지적 활동의 내용보다는 방법의 문제이다. 즉, 지각하고, 사고하고, 문제를 해결하고, 학습하고, 다른 사람과 관계를 맺는 방법, 다시 말하면 생활양식이라고 할 수 있다(Witken 등, 1977). 장독립적-장의존적 인지양식은 이러한 개인차를 설명하기 위해 도입된 것으로 개인이

사물을 지각할 때 그 사물을 둘러싼 환경, 즉 장(field)의 영향을 받는 정도를 기준으로 설정된 개념이다. 장의존성이란 외부의 대상물에 보다 의존하는 경향이며, 장독립성이란 내부의 대상물에 보다 의존하는 경향이다. 또한 장의존적 인지양식은 지각과정에서 비교적 전체적인 장 속에서 경험하고 반응하려는 경향성이며, 장독립적 인지양식은 전체적인 장의 영향을 덜 받으며 환경에 보다 분석적으로 작용하려는 반응 경향성이다.

장독립과 장의존적 인지 양식과 언어능력과의 상관성 연구에서 서로 상반된 연구 결과가 제시되고 있어 일관된 결론의 증거가 나타나지 않고 있다. Gardner 등(1960)은 장독립-장의존은 언어 능력 검사와는 관련이 없다고 하였으며, Bieri 등(1958)은 장독립-장의존적 검사인 EFT(Embedded Figures Test)에서의 점수와 언어 하위 검사에서는 관련이 없다고 보고했다. 이와는 달리, Crandall 과 Sinkeldan(1964)은 장독립-장의존적 인지 양식과 언어 이해력 요인과 유의미한 관계가 있음을 밝히고, 또한 Witkin 등(1962)도 이러한 결과를 지지하고 있다(임선하, 1984 재인용).

수학적 아이디어를 듣고, 읽고, 쓰고, 말하는 수학적 의사소통에는 일상적 언어 및 수학적 언어가 포함되어 있다. 일반적으로 수학적 언어는 일상적 언어의 논리와 구조 위에서 구성되며, 수학적 지식의 세계와 학생들의 일상적 언어를 연결시켜 주는 구실을 한다(NCTM, 1989). 이렇게 볼 때, 인지 양식과 수학적 의사소통 능력과의 관련성을 살펴보는 것은 의미가 있다고 할 수 있다.

2. 인지발달단계

인간이 타고난 가장 큰 능력 중 하나는 지식을 획득하는 것이다. 그러나 지식의 획득은 동시에 일어나는 것도, 태어나면서 모두 동시에 획득되는 것도 아니다. 알아가는 과정은 발달의 단계를 거치면서 이루어진다. 각 단계는 다음 단계를 촉진시키며, 두 단계가 겹쳐지면서 다음 단계로 옮겨가게 된다. Piaget에 의하면, 학습과 이해에 대한 아동들의 수용 능력은 대체로 그들의 특수한 발달 단계에 의하여 결정되어 진다(Wordsworth, 1989). 여기에서 인지란 알게 하고 정보를 창출하게 하는 등의 모든 정신적 과정, 즉 지각, 사고, 기억, 학습, 문제해결 등을 포함한 말이다. 인지발달의 각 단계는 앞서 말한 바

와 같이 아동의 중요한 행동 양식을 나타내는 조작에 의해서 구별되어지는데, Piaget는 아동의 지적 발달 단계를 그 조작적 특징에 따라 감각 운동기(0-2세), 전 조작기(2-7세), 구체적 조작기(7-11세), 형식적 조작기(11세 이상)의 4단계로 구분하였다. 한편, 각 인지 발달 단계에 따라 언어적 측면에서 그 특징이 있다. Piaget에 따르면, 전조작기에서는 자기 중심적인 언어를 사용하고, 구체적 조작기에서는 자기 중심적에서 벗어나서 언어가 소통적인 된다. 구체적 조작기에서는 복잡한 언어 문제, 가설적 문제를 다룰 수는 없지만, 형식적 조작기에서는 과거 현재 미래에 관한 것과 가설적 언어 문제까지 다룰 수 있게 된다. 따라서 인지 발달 단계와 수학적 의사소통 능력과 상관 관계를 밝히는 것은 의미가 있다고 할 수 있다.

III. 연구 방법 및 절차

A. 연구 방법의 개요

본 연구는 학생들의 인지양식 및 인지발달단계가 수학적 의사소통 능력에 영향을 미치는지를 밝히려는 것이다. 연구를 실행하기 위해 중학교 1학년 학생들을 대상으로 인지양식 및 인지발달단계를 알아보는 검사를 실시하였다. 또한 쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력도 평가하였다. 인지양식 검사를 실시하여 학생들을 장독립적 인지양식의 집단과 장의존적 인지양식의 집단으로 나누고, 인지발달단계 검사를 실시하여 학생들을 형식적 조작단계의 집단과 구체적 조작단계의 집단으로 분류하였다.

SPSS window용 프로그램을 사용하여 장독립적-장의존적 인지양식 및 형식적-구체적 인지발달단계가 쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력에 미치는 효과를 분석하였다. 또한 장독립적-장의존적 인지양식과 형식적-구체적 인지발달단계 사이의 상호작용 효과가 있는지도 분석하였다.

말하기를 통한 수학적 의사소통 능력이 인지양식 및 인지발달단계에 따라 어떤 차이를 보이는지를 알아보기 위하여 장독립적이며 형식적 단계, 장독립적이며 구체적 단계, 장의존적이며 형식적 단계, 장의존적이며 구체적 단계에 속하는 학생들을 각각 2명씩 선발하였다. 이들을 2개 조로 나누어 협동학습으로 개방형 문제를 해결하도록 하고 그 과정을 비디오로 촬영하여 분석하였다.

B. 연구대상

본 연구를 위하여 서울시의 남자 중학교인 D중학교 1학년 학급 중 6개의 학급, 216명을 연구 대상으로 선정하였다. 그러나 이들 중 언어 장애나 그 외의 장애를 가진 학생 및 개인적인 사유가 있는 학생들은 제외되었다. 따라서 처음의 검사부터 마지막의 검사까지 모두 다 받은 학생은 181명이었다. 본 연구에서 중학교 1학년 학생들을 대상으로 선정한 이유는 중학교 1학년 학생들이 구체적 조작기에서 형식적 조작기로의 전이 단계에 있다고 보기 때문이다.

C. 실험 도구 및 채점 기준

1. 집단잠입도형검사

본 연구에서는 피험자의 인지양식으로서의 장독립성-장의존성을 측정하기 위한 도구로 집단잠입도형검사(Group Embedded Figures Test)를 사용하였다. 이 검사도 EFT(Embedded Figures Test)와 마찬가지로 복잡한 맥락에서 내적 준거를 이용해 주위의 방해물 극복할 수 있는 능력을 측정하는 것이다. 본 연구에 사용된 GEFT는 중학생에서 성인에 이르기까지의 광범위한 연령층에 속하는 개인의 장독립적-장의존적 인지양식을 집단적으로 측정할 목적으로 원래 Distefano(1969)가 제작한 검사를 전윤식과 장혁표가 공동으로 우리나라 실정에 맞게 제작한 것이다(전윤식·장혁표, 1996). 전체의 검사는 각각 16문항으로 된 제 I 부와 제 II 부로 구성되어 있다. 각 문항은 단순한 기하학적 도형이 잠입되어 있는 복합도형이며 그 복합도형 내에 잠입된 단순도형을 찾아내는 것이 피검자의 과제이다.

전윤식 등(1996)은 Disfeno의 검사를 바탕으로 그들이 제작한 집단잠입도형검사의 타당도와 신뢰도를 산출하였는데, 먼저 RFT(Rod and Frame Test)와의 상관계수가 .65였음을 확인하고 본 검사가 충분한 것은 아니나 어느 정도의 타당도는 있는 것으로 해석하였다.

또한 Spearman-Brown 공식으로 반분신뢰도를 계산한 결과 .92를 얻었으며, Kuder-Richardson 공식으로 계산한 문항간 내적 합치도는 .82였다.

본 검사를 실시하기에 앞서 각 학급 담임 교사에게 검사 방법에 대하여 자세히 설명하였으며, 담임 교사가

각 담당 학급에서 같은 시간에 동시 실시토록 하였다. 10분의 시간동안 제 I 부를 풀게 하고 이어서 다시 10분 동안 제 II 부를 풀도록 하였다. 검사가 끝난 후 채점을 한 후, 인지양식의 장독립성, 장의존성은 절대적인 구분 이 아닌 상대적인 것이므로 백분위 50 이상을 장독립적인 학습자로 50 미만을 장의존적인 학습자로 구분하였다.

2. 형식적 조작적 논리 테스트

형식적 조작적 논리 테스트(Formal Operational Reasoning Test)는 형식적 조작적 논리 능력을 측정하는 지필 테스트이다. FORT 테스트는 구체적 조작 수준과 형식적 조작 수준에 있는 학생들을 추출하기 위해 만들어졌고, 이 테스트는 세 개의 하위 테스트(조합, 논리 명제, 비율)로 이루어졌다. 조합에 대한 테스트는 4개의 요소를 가지고 가능한 16개의 조합을 만들어 내는 능력을 평가하기 위해 고안되어졌다. 4개의 요소는 한 면에 문자가 있고 (A, B, C, D 중 어느 하나), 다른 면에 숫자(3, 4, 9, 12 중 어느 하나)가 있는 4장의 카드를 의미한다. 답란은 4개의 빈칸에 20개의 열을 포함하고 있다. 학생들의 올바른 대응에 1점을 주도록 하며, 반복된 것은 무시하였다. 16개로 구성된 논리 명제 테스트는 전술한 말에 짝을 지어 결론을 유도하는 데 대한 능력을 테스트하기 위해 사용되어졌다. 학생이 필요한 결론을 유도하지 못했을 경우에는 “결론을 내릴 수 없다”라고 쓰도록 하였다. 올바른 대응을 할 경우에 1점씩 주도록 한다. 비례식에 대한 하위 테스트는 8개의 항목으로 비례와 반비례에 대한 이해를 평가하기 위해 사용되었다. 각 유형별로 4개의 문항이 주어졌다. 각 비례식 안의 4개의 요소는 논리 명제 하위 테스트와 조합 테스트에서 사용된 문자와 숫자로 이루어져 있다. 학생들은 일어날 수 있는 답의 하나를 씌으로써 각각의 설명에 대해 ‘증가한다, 감소한다, 일정하다’에서 답을 고르도록 하였다. 각 정답에 대해서 2점씩 주었다. 본 검사를 실시하기에 앞서 담임 교사에게 검사 방법에 대해 자세히 설명했으며, 담임 교사가 각 담당 학급에서 같은 시간에 동시 실시토록 하였다.

테스트의 신뢰도는 조합, 논리, 비례식 하위 테스트 각각에 대하여 .80, .75, .52이다(Lew, 1989). Lew(1989)에 의하면, 세 개의 하위 검사 중 2개 이상의 하위 검사에서 60%를 맞추면 형식적 조작 수준으로 보고 그렇지 않은 경우를 구체적 조작 수준으로 보았고, 본 연구에서도

이 기준에 따라 수준을 구별하였다.

3. 쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력 검사

학생들의 쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력은 Malone & Miller(1993)의 논문을 참고하여 만든 수학적 용어 검사로 측정하였다. 수학적 용어 검사지에 제시된 수학적 용어에 대하여 학생들이 각자가 알고 있는 내용을 될 수 있는 한 상세히 쓰기를 통하여 설명하도록 한 것이다. 이 과정에서 학생들이 그 용어를 적절히 설명하기 위하여 구체적인 예를 들거나 그림을 그려 표현하는 것도 모두 포함하였다. 수학적 용어 검사는 2회에 걸쳐 실시하였는데 1회에 15문항, 2회에 10문항을 검사하였다. 실시 시간은 1회, 2회 모두 30분씩으로 하였다. 본 검사를 실시하기에 앞서 담임 교사에게 검사 방법에 대해 자세히 설명하였으며, 담임 교사가 각 담당 학급에서 같은 시간에 동시 실시하도록 하였다. 수학적 용어 검사에 쓰인 용어는 중학교 1학년을 담당하고 있는 동료 수학교사 2명의 의견을 참고하여 선별하였다. 선별 기준은 중학교 1학년 학생들이 기본적으로 이해하고, 활용할 수 있어야 하는 용어로 정하였다. 본 검사는 개방형 평가로 실시함으로써 학생들의 쓰기를 통한 의사소통 능력을 측정할 수 있도록 하였다.

쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력을 알아보기 위한 수학적 용어 검사에 포함된 용어는 <표 1>과 같다.

<표 1> 쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력 검사

1회	2회
집합, ACB, 십진법, 소수, 소인수분해, 약수, 배수, 정수, 유리수, 절대값, 계수, 변수, 상수, 방정식, 해	합수, 직선, 선분, $\overline{AB} \perp \overline{CD}$, $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$, 각, 원, 부피, A(3,7)

쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력은 Cai등이 제시한 인지 평가 도구(QCAI)의 일반적인 총괄 평가과정 중 의사소통수준(김선희, 1998, 재인용)을 토대로 채점하였다.

4. 말하기를 통한 의사소통 능력

말하기를 통한 수학적 의사소통 능력과 인지양식 및 인지발달단계와의 관계를 알아보기 위하여 10개의 개방

형(Open-ended) 문제를 소집단 협동학습을 통하여 해결하도록 하였다. 소집단은 각각 다른 인지양식-인지발달단계의 조합으로 이루어진 4명의 학생들로 구성하였다. 즉, 장독립적-형식적 단계, 장독립적-구체적 단계, 장의존적-형식적 단계, 장의존적-구체적 단계에 있는 4명의 학생들을 하나의 소집단으로 하였다. 소집단은 2개로 하였으며, 각각의 소집단은 말하기를 통한 의사소통을 통하여 개방형 문제를 해결하였다. 소집단 활동에 참여한 8명의 학생은 모두 수준별 이동 수업 상·중·하 학급 중 중반에 속하는 학생들로 구성하였다.

2개 소집단의 문제 해결과정을 비디오로 촬영하여 사후에 Haines & Izard(1994)의 의사소통 기술과 Pirie & Schwarzenberger(1988)의 수학 토론의 요소를 토대로 김선희(1998)가 만든 비디오 분석 기록표를 바탕으로 그 프로토콜을 분석하였다.

프로토콜을 분석함으로써 말하기를 통한 수학적 의사소통 능력이 인지양식 및 인지발달단계에 따라 어떤 특징을 보이는지 알아보았다. 학생들이 소집단 협동학습을 통하여 해결한 개방형 문제는 <부록 1>과 같다.

D. 자료처리

연구문제 1. 2. 3을 분석하기 위한 작업으로 SPSS/win을 이용하여 분산분석을 실시하였다. 그리고 연구문제 4를 검증하기 위하여 학생들의 소집단 협동학습 과정을 비디오로 촬영하여 그 프로토콜을 분석하였다.

IV. 연구 결과 및 해석

A. 인지양식 및 인지발달단계가 쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력에 미치는 효과

연구 대상의 학생 중 집단참여도형검사를 실시하여 장의존적이라고 밝혀진 학생은 116명이었고, 장독립적이라고 밝혀진 학생은 65명이었다. 또한 형식적 조작적 논리 테스트를 실시하여 형식적 조작단계에 있다고 밝혀진 학생은 40명이었고 구체적 조작단계에 있다고 밝혀진 학생은 141명이었다. 이들을 처치집단별로 나누어 살펴보면 <표 2>와 같다.

<표 2> 처치집단별 학생 수

구분		인지발달단계	
		형식적	구체적
인지양식	장독립	19	46
	장의존	21	95

쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력에 대한 장독립적-장의존적 인지양식 및 형식적-구체적 인지발달단계의 효과 및 인지양식과 인지발달단계의 상호작용 효과가 있는지를 알아보기 위하여 실시한 분산 분석(ANOVA) 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3> 인지양식 및 인지발달단계가 쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력에 미치는 효과

변량원	SS	DF	MS	F
주효과				
V1(인지양식)	7520.963	1	7520.963	24.206***
V2(인지발달단계)	1664.413	1	1664.413	5.357*
상호작용효과				
V1*V2	1299.688	1	1299.688	4.183*
잔여오차	54994.562	177	310.704	
전체	75144.199	180	417.468	

*** P<.001

* P<.05

앞의 분산 분석표에 따르면 인지양식과 인지발달단계 간에 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다(F=4.183, P<.05). 따라서 형식적-장독립, 형식적-장의존, 구체적-장독립, 구체적-장의존 등 4집단의 효과를 상세히 비교하기 위하여 사후검정(scheffe)을 실시하였다. 그 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4>에 의하면 쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력에서 장의존적인 학생들은 형식적-구체적 인지발달단계에 따라 유의미한 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다. 그리고 장독립적 학생들은 장의존적 학생들보다 뚜렷하지는 않지만 형식적-구체적 인지 발달 단계에 따라 어느 정도 차이를 보이고 있다고 볼 수 있다.

또한 구체적 인지발달단계에 속하는 학생들은 장독립적-장의존적 인지양식에 따라 수학적 의사소통 능력에서 의미 있는 차이를 보인 것으로 나타났으며, 형식적 조작기에서는 장독립-장의존적 인지 양식에 따라 의미 있는 차이가 없는 것으로 나타났다.

쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력은 기억 속에 존재하는 단어 중 자신이 표현하고자 하는 내용에 맞는 것을 분리해 내고, 그것들을 새로운 구조로 조직하여 표현하는 활동이기 때문에 구체적 조작기에서는 장독립과 장의존에 따라 유의미한 차이를 보인다고 할 수 있다.

반면에 형식적 조작기 학생들은 모든 류의 문제를 다룰 수 있고, 문제 내용에 의존하지 않기 때문에 쓰기를

<표 4> 형식적-장독립, 형식적-장의존, 구체적-장독립, 구체적-장의존 등 4개의 집단간 비교

구분		평균 차
구체적-장의존적	구체적-장독립적	-13.9875(*)
	형식적-장의존적	-22.3467(*)
	형식적-장독립적	-23.2105(*)
구체적-장독립적	구체적-장의존적	13.9875(*)
	형식적-장의존적	-8.3592
	형식적-장독립적	-9.2231
형식적-장의존적	구체적-장의존적	22.3467(*)
	구체적-장독립적	8.3592
	형식적-장독립적	-.8638
형식적-장독립적	구체적-장의존적	23.2105(*)
	구체적-장독립적	9.2231
	형식적-장의존적	.8638

* : 평균 차가 .05 수준에서 유의미함을 의미함.

통한 수학적 의사소통에서는 장독립-장의존과 관련이 없는 결과가 나타났다고 본다.

B. 인지양식 및 인지발달단계가 말하기를 통한 수학적 의사소통 능력에 미치는 효과

1. 장독립적-형식적 그룹

장독립적-형식적 그룹은 네 개의 그룹(장독립적-형식적, 장독립적-구체적, 장의존적-형식적, 장의존적-구체적) 중 가장 적극적이며 능동적으로, 그리고 창의적으로 소집단 협동학습에 참여하였다.

우선 문제를 상세히 읽었으며, 문제가 요구한 내용을 파악한 다음에는 과제가 요구하는 내용을 확인시키려는 표현을 많이 했다. 문제해결 과정이나 문제해결 결과에 대한 설명을 명백하게 해 냈고, 동료들의 주의를 끄는 초점이 되는 표현들을 많이 했다.

용어나 어휘의 선택도 일상적 언어 수준에 머무르지

않고 대체적으로 수학적 언어를 사용했으며 그 전달 정도도 명확했다.

시기 적절하게 구체적인 예를 사용하는 능력도 보여 주었다. 다른 학생들이 사용하는 적절하지 못한 표현을 지적하여 수정해 주는 경우도 있었다. 단순히 답을 찾기 내기 위한 말들 뿐 아니라 보다 넓은 범위로 일반화시키는 표현이라든지 문제해결 과정을 반성하는 반성적 사고를 드러내는 표현을 사용했다.

그러나 동료들의 의견이나 동의를 구하기보다는 자신의 생각을 강력히 주장하는 경향이 강했다. 따라서 동료들의 의견을 경청하는 태도가 다소 부족했고, 동료들의 설명이나 말에 이해했다거나 동의한다는 표현은 거의 하지 않았다.

<표 5>는 장독립적-형식적 학생 “수”의 말하기를 통한 수학적 의사소통 능력을 관찰한 결과이다.

2. 장독립적-구체적 그룹

<표 5> 장독립적-형식적 학생 “수”의 말하기를 통한 수학적 의사소통 능력 관찰 결과

	높다	높은 편이다	낮은 편이다	낮다	나타나지 않았다
1. 청중과의 관계-관심을 차지하고 유지; 눈 맞추기; 부드러운 언어 구사		√			
2. 듣는 자세-말하는 사람의 이야기에 호응하고, 끼여들지 않고, 이해했다는 표시를 드러냄		√			
3. 도움을 기꺼이 요청하고 받아 줌		√			
4. 예와 보조물의 적절한 사용	√				
5. 문제와 그 결과에 대한 명백한 설명	√				
6. 무엇에 관해 말하는가 *초점이 되는 과제나 구체적 대상 *어떤 것을 이해하지 못하고 있다는 것을 알고 있으며 그것에 대해 말함 *약간의 이해를 하고 있으며 그것에 대해 말함	문제가 요구하는 내용을 정확히 파악하고 있음을 드러냄 문3 아, 그런데 우리 지금 그냥 찾는 게 아니라 조건에 맞는 문제를 만들어야 되는 거야. 문8 시작점보다도 좌표를 먼저 정해야겠어.				
7. 언어의 수준은 어떠한가 *적절한 언어가 부족 *일상 언어 *수학적 언어	수학적 언어를 올바르게 사용함 문3 그래, 지수가 1인 거. 문5 각의 이등분선 작도하면 돼.				
8. 어떤 종류의 말을 하는가 *다른 동료와 결합되는 말 *무엇을 할지 또는 어떻게 할 지에 대한 조작적인 말 *과제를 확장하여 시도하거나 설명하는 반성적인 말	무엇을 해야 할지 결정하는 말을 함 문10 이렇게 하지 말고 안 되는 것부터 우선 다 찾아 놓자. 잘못된 점을 지적하는 말을 함 문1 어? 길이 없다. 뭐야? 합정이 있는 것 같아. 다시 생각해 보자.				

장독립적-구체적 그룹의 학생은 문제에 대해 대체적으로 이해했으며 자신의 이해를 올바르게 표현했다. 문제를 해결하기 위하여 해야 할 일들이 무엇인지를 결정하는 말들을 했다. 즉 문제해결 과정을 계획하는 표현을 많이 했다. 또한 자신의 입장이나 자신의 이해를 강력히 주장하고 이에 대한 동의를 구하려는 표현을 자주 사용하는 것을 볼 수 있었다.

수학적 언어를 올바르게 사용했고, 일상언어와의 배합도 적절했다. 동료들의 부적절한 표현들을 빨리 파악하고 대응하는 경향을 보였다.

장독립적-형식적 그룹의 학생에 비해서는 문제 해결 과정에 대한 반성적 사고나 문제에서 그림이나 예를 통해 보여준 구체적인 상황으로부터 일반적인 상황으로 일반화시키는 데 있어 다소 부족하기는 했으나, 소집단 협동학습에 주도적으로 참여했다. 구체적인 경우에 한해서는 매우 능동적으로 참여하며 자신의 생각이나 문제해결의 과정을 능숙하게 표현하는 능력을 보였다. 상황에 알맞은 예도 적절히 제시하였다.

그러나 이 그룹에서도 장독립적-형식적 그룹에서의

마찬가지로 동료들의 의견을 받아들이기보다는 자신의 말을 많이 하려고 했다. 자신의 생각을 표현하는 데에 더 주력하는 경향을 보였다.

다음 <표 6>은 장독립적-구체적 학생인 “민”의 말하기를 통한 수학적 의사소통 능력을 관찰한 결과이다.

3. 장의존적-형식적 그룹

장의존적-형식적 그룹의 학생은 대체적으로 볼 때 소집단 협동학습에 소극적으로 참여하였다. 협동하여 문제를 해결해야 한다는 의식을 많이 하지 못하는 듯이 보였고, 전체적인 흐름을 파악하기보다는 주도적인 동료들의 의견에 많이 흔들리면서 단편적인 부분에 집중하는 경향을 보였다.

말을 많이 하지 않고 자신이 생각하는 것이 있어도 자신 있게 표현하지 않았다. 매우 작은 목소리로 말하거나 끝을 흐리는 경우도 많았다. 문제에 대해서나 해결 과정에 대해서나 그 초점을 파악하지 못하고 있음을 종종 드러냈다.

언어의 사용에서는 수학적 용어를 사용하는 경우에는

<표 6> 장독립적-구체적 학생 “민”의 말하기를 통한 수학적 의사소통 능력 관찰 결과

	높다	높은 편이다	낮은 편이다	낮다	나타나지 않았다
1. 청중과의 관계-관심을 차지하고 유지; 눈 맞추기; 부드러운 언어 구사			√		
2. 듣는 자세-말하는 사람의 이야기에 호응하고, 끼여들지 않고, 이해했다는 표시를 드러냄				√	
3. 도움을 기꺼이 요청하고 받아 줌			√		
4. 예와 보조물의 적절한 사용		√			
5. 문제와 그 결과에 대한 명백한 설명		√			
6. 무엇에 관해 말하는가 *초점이 되는 과제나 구체적 대상 *어떤 것을 이해하지 못하고 있다는 것을 알고 있으며 그것에 대해 말함 *약간의 이해를 하고 있으며 그것에 대해 말함	자신이 이해한 것을 확인하는 말을 함 문1 이 쪽으로 가야돼. 이 쪽으로 가자. 자신의 이해에 확신을 가지며 동의를 구하는 표현을 함 문10 문제 봐. 숫자 나온 부분 부피 구하라지 않아. 맞죠, 선생님.				
7. 언어의 수준은 어떠한가 *적절한 언어가 부족 *일상 언어 *수학적 언어	대체적으로 수학적 언어를 사용함 문3 여기에는 등호가 없잖아?				
8. 어떤 종류의 말을 하는가 *다른 동료와 결합되는 말 *무엇을 할지 또는 어떻게 할지에 대한 조작적인 말 *과제를 확장하여 시도하거나 설명하는 반성적인 말	무엇을 할지를 결정하는 말들을 함 문1 그림 내가 그림 1의 우유의 부피 구할께. 누가 그림 2의 우유 부피 좀 구해 보아.				

비교적 정확하게 사용하였으나 종종 수학적 용어보다는 이것, 저것, 이렇게, 저렇게 등의 지시대명사를 사용하거나 손가락으로 가리켜서 표현하는 경우가 많았다.

자신의 생각을 피력하기 보다 동료들의 의견에 동의하는 정도의 발언을 많이 했다.

확신을 가지고 동의를 구하려는 물음보다는 자신이 없기 때문에 자신의 주장이 옳은지를 확인하려는 차원의 물음을 많이 던지는 것을 볼 수 있었다.

그러나 장의존적이며 구체적 그룹에 속하는 학생들에 비해서는 단편적인 부분에 한정되긴 해도 참여 의욕을 보였으며, 단편적인 부분에 대해서는 답을 이야기하기도 하였다. 또한 문제의 해결과정에 주도적, 능동적으로 참여하지는 못하였지만 주도적인 학생들의 의견에 동의하며 문제 해결 과정을 이해해 나가고 있음을 표현하기도 하였다.

<표 7>은 장의존적-형식적인 학생 “성”의 말하기를 통한 의사소통 능력을 관찰한 결과이다.

4. 장의존적-구체적 그룹

장의존적-구체적 그룹의 학생은 장독립적-형식적, 장독립적-구체적, 장의존적-형식적, 장의존적-구체적 등 4개의 그룹 중 가장 소극적인 자세를 보였다. 알고 있거나 이해를 했다는 표현도 많이 하지 않았으며, 모르는 것에 대해서도 그 때 그 때 표현하지 않았다. 즉 자신의 입장에 대한 표현과 동료들의 의견에 대한 수용 등 상호 의사소통을 제대로 행하지 못했다.

문제의 내용 파악이나 풀이 과정 등 모든 경우에 스스로 깊게 생각하여 핵심을 찾으려고 노력하지 않고 동료들의 설명이나 안내를 기다리곤 했다. 그리고는 별 생각 없이 동조하는 표현을 자주 사용했다. 수학적 언어도 적절히 사용하지 못하였다. 이것, 저것, 이렇게, 저렇게 등의 지시대명사를 많이 사용하였고, 손가락으로 가리키며 이야기하는 경우가 많았다.

스스로 규칙을 발견한 경우에 있어서도 제대로 그 규칙을 설명해 내지 못하여 해결점에 이르지 못하고, 당황

<표 7> 장의존적-형식적 학생 “성”의 말하기를 통한 수학적 의사소통 능력 관찰 결과

	높다	높은 편이다	낮은 편이다	낮다	나타나지 않았다
1. 청중과의 관계-관심을 차지하고 유지; 눈 맞추기; 부드러운 언어 구사			√		
2. 듣는 자세-말하는 사람의 이야기에 호응하고, 끼여들지 않고, 이해했다는 표시를 드러냄		√			
3. 도움을 기꺼이 요청하고 받아 줌				√	
4. 예와 보조물의 적절한 사용			√		
5. 문제와 그 결과에 대한 명백한 설명			√		
6. 무엇에 관해 말하는가 *초점이 되는 과제나 구체적 대상 *어떤 것을 이해하지 못하고 있다는 것을 알고 있으며 그것에 대해 말함 *약간의 이해를 하고 있으며 그것에 대해 말함	문제의 의미를 파악하지 못하고 있음을 드러냄 문2 그룹에 정사각형이 세 개 있잖아? 그러니까 세 번만 더하는 거 아니야? 문7 직접 그리지 않아도 되는 거지? 그냥 배달할 수 있는지 안되는지만 말하면 되는 거지?				
7. 언어의 수준은 어떠한가 *적절한 언어가 부족 *일상 언어 *수학적 언어	정확한 수학적 언어를 사용하기 보다 손으로 가리키면서 이야기하는 경우가 많음 문2 (정사각형의 가로, 세로를 가리키며) 이렇게 곱하는 거니까 $x \times x$ 3번 하는 거.				
8. 어떤 종류의 말을 하는가 *다른 동료와 결합되는 말 *무엇을 할지 또는 어떻게 할지에 대한 조작적인 말 *과제를 확장하여 시도하거나 설명하는 반성적인 말	동료의 의견에 동의하는 표현을 많이 함 문2 이하동문이요. 문4 맞다. 길이 말이 맞는 거 같애.				

하며 계속적으로 모순된 발언을 하였다. 따라서 방법을 발견해도 문제 해결 과정에 적용하지 못하는 경우가 많았다.

또한 동료들의 의견을 제대로 이해하지 못하면서도 동료의 주장이 강한 경우에는 그대로 호응하고 따라가려는 경향을 보였다.

문제점이 될 만한 것을 발견했을 때에도 소극적이고 수동적인 자세로 고개를 가웃거리거나 애매하다는 표정을 짓거나 혼자서 우물쭈물 중얼거릴 뿐 자신의 생각을 동료들에게 말로써 잘 전달하지 못했다.

<표 8>은 장의존적-구체적인 학생인 “영”의 말하기를 통한 의사소통 능력을 관찰한 결과이다.

이상과 같은 결과를 종합하여 볼 때, 인지 발달 단계와 인지 양식이 수학적 말하기 능력에 영향을 미친다고 할 수 있다. 형식적 조작기와 구체적 조작기 모두 장독립과 장의존에 따라 다른 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다.

쓰기를 통한 의사소통 능력에서는 형식적-장의존적 집단과 구체적-장독립 집단간에 유의미한 차이를 보이고 있지 않고 있다. 그러나 말하기에서는 형식적-장의존적 학생과 구체적-장독립적 학생간에 다음과 같은 뚜렷한 차이를 보이고 있다.

형식적-장의존적 학생은 예와 보조물을 사용에 있어서 적절히 사용하지 못하는 편이나, 구체적-장독립인 학생은 예와 보조물의 사용에 있어서 적절히 사용하는 편이다. 또한 형식적-장의존적 학생은 정확한 수학적 언어를 사용하기보다는 손으로 가리키면서 이야기하는 경우가 많은 반면, 구체적-장독립적 학생은 대체로 수학적 언어를 사용하는 경향이 있다. 장의존적인 사람은 이해하는 방법을 강조하기 위해서 외부적인 경험의 자극을 더 허용하고, 장독립적인 사람은 내부 지향적이고 외적인 자극을 무시하기도 하는(김남균, 1998) 점에 비추어 볼 때, 말하기를 통한 의사소통 능력에서는 협동학습에서의 집단 지향적인 분위기 때문에 형식적-장의존적인

<표 8> 장의존적-구체적 학생 “영”의 말하기를 통한 수학적 의사소통 능력 관찰 결과

	높다	높은 편이다	낮은 편이다	낮다	나타나지 않았다
1. 청중과의 관계-관심을 차지하고 유지; 눈 맞추기; 부드러운 언어 구사				√	
2. 듣는 자세-말하는 사람의 이야기에 호응하고, 끼여들지 않고, 이해했다는 표시를 드러냄				√	
3. 도움을 기꺼이 요청하고 받아 줌				√	
4. 예와 보조물의 적절한 사용			√		
5. 문제와 그 결과에 대한 명백한 설명				√	
6. 무엇에 관해 말하는가 *초점이 되는 과제나 구체적 대상 *어떤 것을 이해하지 못하고 있다는 것을 알고 있으며 그것에 대해 말함 *약간의 이해를 하고 있으며 그것에 대해 말함	과제가 제시하는 내용을 이해하지 못함을 드러내는 말을 함 문1 도대체 뭐 하는 거야? 문5 뭘 수직이등분하냐?				
7. 언어의 수준은 어떠한가 *적절한 언어가 부족 *일상 언어 *수학적 언어	필요한 곳에 적절한 수학적 용어를 활용하지 못함 문3 일차식이 그거잖아. 하나 있는거. 문5 반보다 크게 해서 이렇게, 이렇게 하는 거.				
8. 어떤 종류의 말을 하는가 *다른 동료와 결합되는 말 *무엇을 할지 또는 어떻게 할지에 대한 조작적인 말 *과제를 확장하여 시도하거나 설명하는 반성적인 말	동료의 말을 그대로 인정하는 표현을 함 문1 그래, 안되네 관계를 생각하지 못하고 구체적인 것에만 주의를 집중함 문8 그림 2에는 길이가 안 나와 있는데?				

학생보다는 구체적-장독립적인 학생이 더 적극적이고 정확한 수학적 언어를 사용함을 알 수 있었다.

V. 결론

수학적 의사소통 능력은 실제 문장 속의 언어적 요소들의 가치를 실현시키는 전략이자 창조적 과정이며, 말하기이건, 쓰기가건 간에 언어나 규칙을 바르게 공유함으로써 적절한 대화의 참가자가 되기 위한 자질이다. 이 과정의 주체는 바로 학습자이며 이 학습자는 인지적, 정의적 실체이다. 본 연구에서는 학습자의 장독립적-장의존적 인지양식 및 형식적-구체적 인지발달단계가 수학적 의사소통 능력에 미치는 효과를 알아보고자 하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 장독립적-장의존적 인지양식 및 형식적-구체적 인지발달단계의 상호작용 효과가 나타났다($F=4.183$, $P<.05$). 장독립적-형식적 그룹이 가장 점수가 높았고 장독립적-구체적, 장의존적-형식적, 장의존적-구체적 그룹 순으로 나타났다. 특히 scheffe 검정을 실시한 결과 쓰기를 통한 수학적 의사소통 능력에서 장의존적인 학생들은 형식적-구체적 인지발달단계에 따라 유의미한 차이를 나타내고 있음이 발견되었다. 그리고 장독립적 학생들은 장의존적 학생들 보다 뚜렷하지는 않지만 형식적-구체적 인지 발달 단계에 따라 어느 정도 차이를 보이고 있다고 할 수 있다. 또한 구체적 인지발달단계에 속하는 학생들의 경우 장독립적-장의존적 인지양식에 따라 수학적 의사소통 능력에서 의미 있는 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다. 그리고 형식적 단계에서는 장독립적, 장의존적 인지 양식에 따라 의미 있는 차이를 보이지 않았다.

둘째, 말하기를 통한 수학적 의사소통 능력을 알아보기 위하여 실시한 소집단 협동학습에 대한 프로토콜을 분석한 결과, 장독립적-장의존적 인지양식에 따라 말하기를 통한 수학적 의사소통 능력에 차이를 나타내었다.

장독립적인 학생은 능동적이며 창의적으로 소집단 협동학습에 참여하였다. 과제의 초점을 정확히 이해하고 표현하였다. 풀이 과정에 대해서도 명확하게 설명할 수 있었다. 동료들의 의견을 관심을 갖고 듣는다거나, 호응하는 반응보다는 자신의 생각을 주장하는 표현을 많이 하였다. 대부분 정확한 수학적 언어를 사용하였다. 반면, 장의존적인 학생은 능동적으로 참여하지 못하고 수동적

인 태도를 보였다. 모호한 표현을 많이 하였으며, 수학적 언어 사용도 부족한 점이 많았다. 동료들의 의견에 무조건적으로 동의하거나, 자신의 생각에 동의를 구하려는 표현 등을 많이 하였다. 자신의 생각이나 과제의 내용에 대하여 제대로 표현해 내지 못하였다.

이상과 같은 연구 결과를 종합하여 볼 때 쓰기를 통한 의사소통 능력에는 구체적-형식적 인지 발달 단계가 크게 영향을 미친다고 할 수 있는 반면, 말하기를 통한 의사소통 능력에 있어서는 장독립적-장의존적 인지 양식이 더욱 영향을 미친다고 볼 수 있다.

본 연구를 통하여 수학적 의사소통 지도에 있어서 학생들의 인지양식 및 인지발달단계를 고려해야 한다는 결론을 얻을 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 수학적 의사소통 능력 향상을 위해 학생들의 인지 양식 및 인지 발달 단계를 고려하여 지도할 때 구체적인 지도 방법에 대한 연구가 시도되어야 하고, 이것은 이후의 연구 과제가 될 것이다.

참 고 문 헌

- 교육부 (1999). 중학교 교육과정 해설(III)-수학, 과학, 기술, 가정.
- 김남균 (1998). 집단구성방법과 인지양식에 따른 수학과 소집단 협동학습의 효과 분석 : 초등학교 6학년을 중심으로, 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김선희 (1998). 의사소통 지도가 수학 학습에 미치는 효과, 이화여자대학교 석사학위논문.
- 김후자 (1987). 의사소통론, 수문사.
- 임선하 (1984). 학습자의 인지양식과 자료의 제시형태가 개념획득에 미치는 효과, 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 전윤식·장혁표 (1996). 집단참여도형검사, 코리안 테스트 센터.
- 정원식 (1994). 인간과 교육, 교육과학사.
- Brown, H. D. (1980). 외국어 교수 학습의 원리, 신성철 역, 1996, 한신문화사.
- Curcio, F. R. (1990). Mathematics as communication: using a language-experience approach in the elementary grades, In T. Cooney, C. R. Hirsch(Ed.), *Teaching and Learning Mathematics in the 1990s*.

- 1990 Yearbook pp.69-75, VA:NCTM.
- Goldstein, K. M. & Blackman, S. (1978). *Cognitive style-five approaches and relevant research*. N.Y.:John Wiley & Son.
- Guyer, B. L. & Friedman, M. P. (1975). Hemispheric processing and cognitive styles in learning-disabled and normal children. *Child Development*, 46, pp.658-668.
- Lew, H. C. (1989). *Interaction between Piagetian cognitive levels and teaching methods for problem solving in mathematics with Korean eighth graders*. Doctoral Dissertation of the Temple University.
- Malone, J. & Miller, D. (1993). Communicating mathematical terms in writing:some influential variables. In M. Stephens etc. (Eds.), *Communicating mathematics: perspectives from classroom practice and current research* pp.177-190, The Australian Council for Educational Research.
- Moynihan, C. M. (1994). *A model and study of the role of communication in the mathematics learning process*, Ph.D., Boston University.
- Mussen, P. M.; Conger, J. J. & Kagan, J. (1979). 발달 심리학. 전윤식, 제석봉(공편). 1984, 학문사.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *수학과정과정 평가의 새로운 방향*, 구광조, 오병승, 류희찬(공역), 1992, 서울: 경문사.
- Sheriff, D. E. & Williams, J. A. (1980). Field-dependence/Field-independence and instructional development. ERIC NO. ED196 421.
- Witkin, H. A.; Moore, C. A.; Oltman, P. K.; Goodenough, D. R. & Friedman, F. (1977). Role of the field-dependent and field-independent cognitive styles in academic evolution: a longitudinal study, *Journal of Educational Psychology*, 69, pp.197-210.
- Wordsworth, B. J. (1989). *피아제의 인지적, 정의적 발달* 성옥련, 김수정, 이지연(공역). 1995, 중앙적성출판사.

Analyzing Effects of Cognitive Styles and Developmental Stages on Mathematical Communication Ability

Lee, Chong Hee

Dept. of Mathematics Education, College of Education, Ewha Womans University, 11-1 Daehyun-Dong, Seodaemun-Gu,
Seoul, Korea, 120-750. E-mail: jonghee@mm.ewha.ac.kr

Hwang, Bo-kyung

Daejung Middle School, san 53-1 Eunpung-gu Galhyun-dong, Seoul, Korea,
E-mail: h7117@shinbiro.com

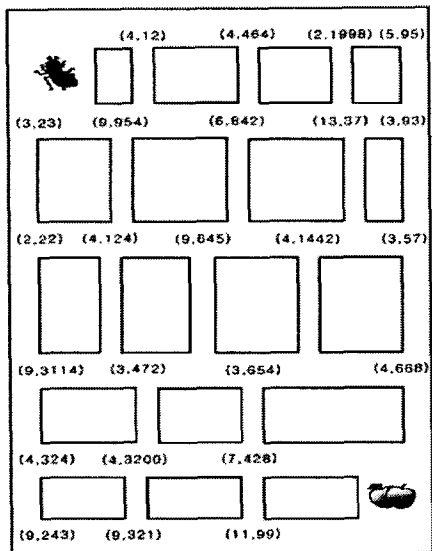
The main purpose of this study is to find out how each students' different cognitive styles and cognitive developmental stages influence their mathematical communication capabilities. Our results are as follows:

First, there was an interaction effect between cognitive styles and cognitive developmental stages. Students in the independent-formal group get good marks in written ability. Students' cognitive developmental stages influence their writing abilities.

Second, There is a little difference in oral communication ability depending on cognitive styles. Students in the field-independent group participated in more actively and creatively, and showed competency in expressions and speaking skills and students' cognitives styles influence their speaking abilities.

<부록 1> 개방형 문제

1. 개미는 ()안의 두 수가 서로 배수와 약수인 관계가 되는 곳을 지나 사과가 있는 곳으로 갈 수 있다. 개미가 가는 길을 찾아보자.



2. 한 변의 길이가 xcm인 9개의 정사각형을 다음 그림과 같이 대각선의 교점에 한 꼭지점이 겹치도록 늘어놓았을 때 전체의 넓이를 x를 사용하여 나타내보자.



3. $-2a^2$, 3 , $-7x$, $\frac{a}{3}$, $-\frac{3}{4}$, $-\frac{3}{x}$, $\frac{3a^2}{4}$ 을 가지고 다음의 조건에 맞는 문제를 만들어 보자.

- (1) 일차식 (2) 이차식 (3) 항이 세 개인 식

4. 할머니는 현규와 수현이와 혁준이에게 전화로 찬장에 맛있는 빵이 있으니 학교에 갔다오면 공평하게 나누어 먹으라고 하셨다.

축구를 하다가 혁준이가 제일 먼저 왔기 때문에 전체의 3분의 1을 먹었다. 다음에 농구를 하다가 온 수현이는 혁준이가 먹은 줄 모르고 나머지의 3분의 1을 먹었다.

마지막으로 컴퓨터를 치다가 들어온 현규도 역시 앞의 두 사람이 먹은 줄 모르고 나머지의 3분의 1을 먹고 8개를 남겨 두었다. 나중에 아이들이 잘못 먹은 것을 안 할머니는 “공평하게 먹어야지! 잘못되었구나!” 하시며 남아 있는 8개를 처음 먹은 것을 포함하여 공평하게 나누어 주셨다. 빵은 모두 몇 개였으며, 또 누가 몇 개씩 더 먹으면 될까?

5. 다음 크기의 각을 작도하는 방법을 설명하시오.

- (1) 90° (2) 45° (3) 135° (4) 60° (5) 15°

6. 한 변의 길이가 1인 정사각형 타일로 흰색과 검은색의 두 종류가 있다. 이 타일들을 가지고 다음 그림과 같은 모양의 정사각형을 만들어 나가려고 한다. 물음에 답해보자.

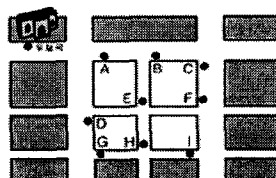


(1) 만들어진 정사각형의 한 변의 길이에 따라 사용되어진 검은색 타일의 개수를 알아보기 위하여 다음 표를 써 넣어보자.

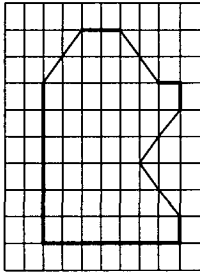
정사각형의 한변의 길이	3	5	7	9	11	...	15
검은색 타일의 개수	5						

(2) 만들어진 정사각형의 한 변의 길이가 n일 때, 사용되어진 검은색 타일의 개수는 몇 개인지 n의 식으로 나타내어보자.

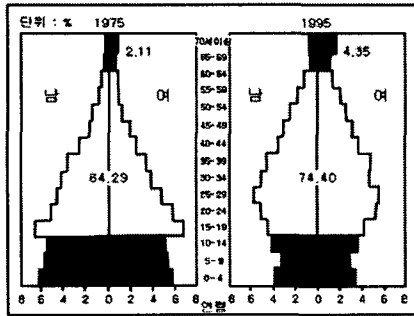
7. 우편 배달부 아저씨가 편지 9통을 가지고 떠났는데, 배달 지점은 그림에 표시한 바와 같다. 아저씨는 우체국에서 떠나 편지를 다 배달하고 다시 우체국으로 돌아온다. 아저씨가 같은 길을 두 번 걷지 않고 9통의 편지를 다 배달할 수 있을까?



8. 다음 그림을 다른 친구에게 상세히 설명해 주어서 그 친구가 똑같은 그림을 그리게 할 수 있을까? 힘을 합쳐 설명해보자.

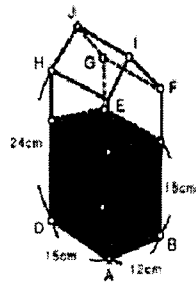


9. 다음 그래프는 1975년과 1995년에 발표된 우리나라의 인구 피라미드이다. 이 그래프를 보고 짐작되는 것을 있는 대로 골라보자.

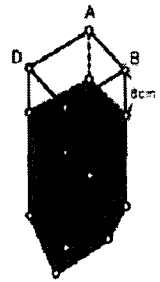


- (1) 여자의 평균 수명이 남자보다 길다.
- (2) 1975년 이후로 인구정책에 따라 출산율이 저하되고 있다.
- (3) 우리나라는 아직까지 남아 선호 사상이 팽배해 있다.
- (4) 1970년대 초에 baby-boom이 일어났었다.
- (5) 사망률이 줄어들면서 정부 차원에서의 노인대책이 필요하다.

10. 다음 그림1과 같이 우유팩에 18cm의 높이까지 물을 채웠다. 이것을 그림2와 같이 거꾸로 하여 수면이 ABCD의 평면과 평행이 되게 두었더니, 우유가 들어 있지 않은 부분의 높이가 8cm가 되었다. 이 우유팩의 삼각형 모양으로 솟아오른 부분의 부피를 구하면?



<그림 1>



<그림 2>