

후기성인학습자를 위한 수리문해 프로그램 개발¹⁾

이 형 주 (한성대학교 교수)
고 호 경 (아주대학교 교수)[†]

본 연구는 후기성인학습자를 위한 수리문해 프로그램 개발 연구이다. 이를 위하여 먼저, 수리문해의 성격을 조명하고 이를 통해 후기성인학습자들을 위한 수리문해 학습 내용을 선정하였다. 또한 선별한 수학 내용을 후기성인학습자들의 경험에 기반한 실생활과 연관 지어 교수학습 자료를 개발하였다. 이러한 수리문해 프로그램을 후기성인학습자들에게 적용한 결과 학습초기 흥미와 같은 정의적 영역의 변화를 동반하며 학습이 지속됨에 따라 수학적 정형화 단계를 거쳐 수학적 정교화가 발현되는 양상을 관찰할 수 있었다. 본 연구는 후기성인들의 경험에 기반하여 후기성인을 위한 산술을 수리문해 측면에서 재정의함으로써, 비형식적인 후기성인학습자들의 문제해결과정을 정교한 수학적 문제해결 해결로 정당화시킬 수 있도록 후기성인학습자의 수학적 정교화에 기여할 수 있었다는 점에서 그 의의가 있다.

I. 들어가는 말

최근 고령화 사회로 노년의 삶의 질 향상은 이제 일반적인 사회 인식으로 자리잡았다. 현대와 같은 지식기반 사회의 노년의 삶의 질 향상은 노년기 교육으로 시작된다. 노년기 교육은 이미 1965년 폴 랑그랑(Paul Lengrand)의 「생애교육론」을 시작으로(UNESCO, 1965) 노년교육의 필요성을 언급해왔다(예, 고호경, 2009). 노년교육은 최근 건강, 취미 등 개인의 특성을 반영하고자 하는 붐이 일어날 만큼 그 연구가 진화되어 학계에서도 활발한 연구가 이루어지고 있다. 최근에는 인공지능, 사물인터넷 등이 현실화 되고 있다. 뿐만 아니라 지식 정보 사회답게 넘쳐나는 정보들은 우리로 하여금 유용한 정보 활용의 중요성을 새삼 깨닫게 한다. 지식기반 사회, 고령화 사회 등의 이슈에서 우리는 노년기 학습자들의 수리지식 활용 증대로 인한 수학교육의 필요성과 마주한다.

본 연구는 노년의 삶의 질 향상이라는 거대 담론 아래 수학교육의 관점에서 노인교육을 바라보고자 한다. 일찍이 고호경(2010)은 실버수학의 자료 개발과 그 효과성에 대한 연구로 노인연구를 진행한 바 있으며, 이정복(2015)은 노인교육의 학제 간 연구의 필요성에 대해 보고한 바 있다. 그러나 후기성인을 대상으로 한 수학교육의 경우, 현 시대적 당위성에도 불구하고 그 연구가 미미한 실정이다.

본 연구는 후기성인학습자의 실질적인 수학학습과 그 체계를 위한 연구로서 다음의 세 가지 전제에서 출발한다. 첫째, 후기성인학습자의 삶을 기반으로 한 수리문해(numeracy)로 경험기반의 실생활 관련 수리활동을 위한 수학교육이다. 둘째, 후기성인학습자에게 필수적인 뇌 기능 향상을 목적으로 한 수학교육이다. 셋째, 현재의 중장년층이 향후 노년세대를 맞이하게 되는 시대적 가변성을 고려한 수학교육이다.

본 연구의 목적은 노인학습자, 즉 후기성인학습자가 수학의 기능적 관점을 중심으로 경험이 반영된 실생활 맥락에 따라 수학 지식의 활용이 가능하도록 돕는 수학프로그램을 개발하는 데 목적이 있다. 본 고에서는 수리

* 접수일(2018년 10월 8일), 심사(수정)일(2018년 10월 30일), 게재 확정일(2018년 11월 24일)

* ZDM 분류 : A20, B6, U1

* MSC2000 분류 : 97A20, 97U99

* 주제어 : 수리문해, 후기성인학습자, 성인수학교육, 경험기반 수학

† 교신저자 : kohoh@ajou.ac.kr

1) 본 연구는 이형주의 박사학위논문 「노인학습자를 위한 수리문해 프로그램 개발 연구」의 일부를 수정, 보완하였음.

문해 프로그램이 후기성인학습자들에게 어떤 변화로 나타나는지 살펴보고, 향후 성인의 경험기반 수학 프로그램 개발 및 교수학습 방안 연구에 기여하고자 한다.

본 연구에서 수리문해(Numeracy)는 Cockcroft(1982)의 수리문해를 두 개의 특성으로 설명한다. 하나는 일상 생활에서 요구되는 수학활동에서의 개인적 능력, 다른 하나는 수학적 용어를 나타내는 그래프, 표, 단위 등과 같은 몇몇 정보들에 대한 적절한 이해력이다. 수리문해는 기능적 수리문해(functional numeracy)를 포함한 수리적 기술의 접근을 위하여 수행 및 실천으로 정의한다. 또한 본 연구의 수리문해는 기본적으로 코크로프트 보고서(1982)와 Evans(2000)가 제시한 의미를 따른다.

II. 이론적 배경

1. 성인의 수리문해

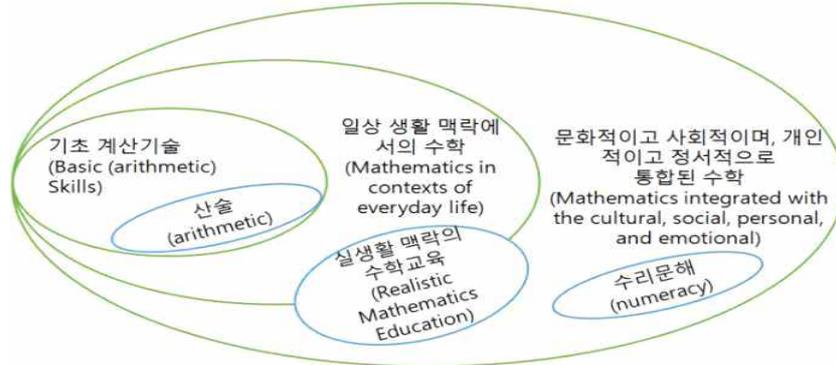
수리문해(numeracy)는 문해(literacy)와 같은 맥락에서 '수리분야에서의 문해'를 의미한다. 수리문해는 1959년 잉글랜드의 크로우더보고서(Crowther report)로 시작되며, 수리문해를 구성하는 기초적 요소는 수, 돈, 백분율, 계산기의 사용, 그래프의 표현, 공간 개념, 비율, 통계가 포함된다(Coben, 2006). 이 보고서는 사실상 성인의 수리문해를 성인수학으로 공포하였으며(Coben, 2006), 성인의 기본수학교육과정 가이드(Evans, 1983)는 수리문해를 기본 골자로 구성한 성인수학 연구가 지속되고 있다. 영국에서는 성인 삶에 기초한 표준적인 문해력과 수리력을 향상을 위한 전략적 접근으로, 성인수학핵심교육과정(adult numeracy core curriculum)(DfES, 2001)을 구성한다(Coben, 2006).

1990년대 성인수학 교육과정이 시작되면서, 2000년대에 비로소 성인 삶을 토대로 한 산술적 기술이 정의되었다. 코크로프트 보고서(1982)는 성인의 일상에서 요구되는 수리적 활동을 사실상 성인수학으로 공문화하였다. 이후 성인을 위한 수리적 활동은 수학의 기능적 관점을 중심으로 연구와 활동을 지속하던 중, 2004년 기능수학(functional mathematics)이 영국에 등장했다(Smith, 2004).

기능수학은 수학의 기능적 관점을 가진 수학적 활동이다(Smith, 2004). 새로운 주제인 기능수학은 성인의 수리문해와의 관계를 규명하고자 했던 영국에서조차도 그 정체성이 모호하기도 하였다(Coben, 2006). 그러나 유네스코(UNESCO)는 수리문해(numeracy)라는 용어를 국제 분류 표준화 교육(UNESCO, 1997)과 함께 기본적인 수준에서 읽고 쓰는 능력을 수리능력과 연결하고 있으며, 산술 능력 중 기능적인 측면에서 흔히 사용하고 있었다.

Manly & Tout(2001, p81)은 성인의 문해력과 실생활 기반의 수학기술(adult numeracy & mathematics skills)을 연구하였다. 이 연구는 지식과 기술의 '다양한 상황에서 수학적 요구를 효과적으로 관리하기 위한 필수 항목'이라는 전제로, 다음의 다섯 가지 필수 요소에서 시작된다. 내용은 ①일상생활, 사회적 생활과 같은 현실적 맥락에서 상황이나 문제의 관리, ②수학적 해석, 소통 상황에 반응, ③수량과 번호, 모양에 대한 패턴, 데이터 및 확률, 일상에서의 모든 수학적 정보, ④숫자와 기호, 식, 물체와 사진, 그래프, 도표, 다이어그램과 지도 등의 수학적 정보의 표상, ⑤맥락에서의 문해력, 수학적(통계적)지식과 이해, 수학의 문제해결 능력 등을 포함한 기본지식과 추론의 가능하다. 이 다섯 가지 필수 요소는 앞서 발간되었던 Evans(1983)의 성인기본수학교육과정 가이드(adult basic education mathematics curriculum guide)에도 잘 나타나 있다.

그러나 수리문해와 수학 사이의 관계는 단순하지 않다. 이는 성인이 성인의 삶을 기반으로 한 수리적 문해와 실질적인 수학기술을 포함한 성인의 수학학습을 개념화 하는 과정이라 할 수 있다. 이 과정의 수학기술은 산술(arithmetic)로 접근할 수 있는데, Wedge 외(1999)는 이 작업을 재정의 하고자 하였다. 이러한 견해는 [그림 II-1]과 같이 수리문해는 산술을 비롯하여, 일상생활에서의 수학을 포함한다(Hoogland, 2011).



[그림 II-1] 수리적이고 기능적인 수학의 개념 발전(Hoogland, 2011, p.5)

기능수학의 개념을 규명하고자 한 연구자들의 노력에도 불구하고, 성인의 수학과 산술, 수리문해의 관계는 그 경계가 모호한 것이 사실이다. 이 관계의 모든 이론은 교육 뿐 아니라 전문 분야에 중첩되어 있다는 사실 또한 인식해야 할 필요가 있다(FitzSimons et al, 2003). 성인의 수학과 산술, 수리문해의 관계를 규명하기 위하여 산술의 기술적 측면과 기능적 측면으로 나누어 접근해야 할 필요가 있다(Evans, 2000).

예를 들어 산술의 기술적 측면과 관련하여 두 자리 수의 곱셈이 곱셈 알고리즘의 사용을 오류 없이 수행해 나가는 것으로 정의할 수 있는데, 학습자에게 수학기술과 그 맥락을 이해하는 것 모두 필수적이라는 점을 강조했다(Glenn, 1978, Evans, 2000에서 재인용). 여기에서 맥락은 대부분 모호하다. 반면, 기능적 측면에서의 맥락은 수학적 맥락의 범위에서 적용 가능하다. 그들은 직업 교육과 같은 성인의 생활 범주에서 수학을 배우는 것에 기초하며, ‘전이’로서의 수리적 기술을 가르치는 것은 ‘같은 수학적 내용을 가진 다른 맥락’의 가능성을 의미한다(Rees & Barr, 1984).

Evans(2000, p12)는 수학의 기능적(functional numeracy)측면에 대해 ‘그들은 문자를 함께 다루기 위해 실생활 상황에서 문자 능력 뿐 아니라 수리적 작용을 사용하는 것이 가능하다는 것을 강조하기 위하여 수리문해를 원한다’고 하였다. 이는 수학이 소통의 용도로 사용되는 방법을 나타낸 것으로서 설명과 예측 등을 모두 함축한다는 것을 의미한다. 또한 일상생활에서 수와 관련한 평가치(esti-mation)와 근사치(approximation)가 허용되는 숫자와 같은 감각적인 느낌들을 강조하였다.

수학의 기능적인 측면에 대한 정의는 우리가 고찰해야할 내용을 반영한다.

첫째, 일상생활에서 이루어지는 감각적인 평가치와 근사치는 수리기술에 태도와 같은 개인 역량으로 자신감과 수학적 친밀도를 고려해야 한다. 둘째, 성인의 수리활동은 수행적이며 실천적이다. 이는 개인의 삶의 맥락에서 이루어진다. 셋째, 그들의 산술의 개념은 수리기술과 더불어 산술의 맥락을 포함한다. 그리고 이러한 맥락은 수학을 소통의 용도로 사용하는 데 있어 내재적으로 매우 중요하다.

Evans(2000, p10)는 코크로프트가 수학교육 분야에서 수리문해(numeracy) 영역을 공문화하는데 성공했다고 보고한다. 그 근거로 수리문해(numeracy)라는 용어를 명확히 정의하였으며, 위원회의 관점이 수리기술이 사용되는 맥락을 수학적 활동의 본질로 제시하고, 이것이 수학적 활동에 유의미하다는 사실에 기의하였다. 또한 수학에서의 ‘소통(transfer)’은 ‘수리문해 기술(numerical skills)’의 접근만큼 단순하지 않은 문제로서 이를 위하여 수리문해(numeracy)를 정중히 제한한다고 밝혔다.

2. 경험기반의 실생활 수학

수학 교육자들은 경험기반의 실생활 수학에 지속적인 관심을 두고 고찰하였다. Ernest(1991)는 학습자들의 실생활 맥락에서의 경험을 중시하였으며, 수학의 해석적 측면을 강조하였다. 그는 수학을 사회적 관점에서의 해석을 중시하였다. 수학이 오류를 허용하지 않는 객관적 지식으로 가정한다면, 수학은 사회적 책임을 갖지 않기 때문에 사회적 맥락에서 해석되지 않을 것이기 때문이다. 그러나 Ernest(1991)는 수학이 사회적 구성물이라는 전제에서 정의된다면 수학은 사회적 탐구의 과정으로 볼 수 있어 수학이 함축하고 있는 가치에 직면한다고 주장하였다. 이수진·황우형(2009)은 인간의 사고는 그 사고가 발생하는 맥락에 제한된다고 보고, 인지 활동에 대한 맥락적 요소를 강조하였다.

Lindman(1926, 김동진·강대중 역, 2013, p.6., p.17)은 성인교육에서 가장 중요한 것은 경험이며, 경험은 발달하는 지성을 획득하는 수단이라 정의하였다. 이렇듯 성인교육에서 경험의 중요성은 늘 강조되어 왔다. 이처럼 경험을 통한 학습을 경험학습으로 정의하여 연구한 학자들도 있다. 김한별 외(2010, p8)는 경험학습이란 말 그대로 경험에 의한, 경험을 통한 학습이라 하였으며, 경험은 우리 일상에서 흔히 접할 수 있는 만큼 매우 포괄적인 의미를 담는다고 보고하였다. 또한 경험은 시간적으로 우리의 생애발달 전 단계에 녹아 있으며, 지속적으로 발생하고, 공간적으로 우리 일상에서 존재하는 모든 영역에서 언제든 접할 수 있다고 하였다.

일반 사람들은 다양하고도 반복적인 경험을 통하여 이를 성찰하고 그 결과로 새로운 지식을 구성한다(Merriam 외, 2007). 이는 구성주의적 접근으로 대상은 학습자의 경험을 통한 유의미한 결과의 생성 과정에 있다고 보았다(Merriam 외, 2007).

Kolb(1976)와 Kolb(1981, 1984, 제인용 Tennant, M., 2006, p.87)는 '경험을 통한 학습양식'을 분류하여 접근 방법을 개발하였고, Tennant(2006, p.87)는 그의 저서 「Psychology and Adult Learning」에서 Kolb의 학습양식(Learning style)을 제시하기도 하였다. 그는 학습을 구체적 경험, 관찰, 가설의 공식화, 몇몇 이론의 반응, 그리고 마지막으로 수행을 통한 이론의 실험에서 이들은 모든 학습은 적어도 두 차원의 갈등이 존재한다고 보고하였다. 그 중 하나는 구체적 경험과 추상적 개념화가 동시에 발생하고, 반복적인 수행에서 반영적 관찰이 일어나 이상적인 학습자는 양 차원을 수용할 수 있는 역량을 가진다(Tennant, M., 2006, p.87)고 보고한 바 있다.

Choi와 Hannafin(1995), Young(1993)과 같은 인지에 대하여 연구한 학자들 또한 경험을 기반으로 실생활 맥락에서 이루어지는 학습의 유의미성을 논하였다. 이들은 학습자들이 그들의 경험을 기반으로 습득하여 이론 학습 결과물들은 그들의 경험과 분리될 수 없다고 설명한다. 이들 지식은 학습자가 실생활 맥락에서 상호작용할 기회를 가지며, 경험에서 같은 주제를 체화하는 것으로 획득된다고 하였다. 또한 정보 처리에 있어 지식은 단순히 기억하기보다 맥락에서 사고하는 것 등을 강조하였다.

Ernest(1991)는 수학이 사회적 맥락에서 이해될 때, 학습자들로 하여금 유의미한 경험 맥락에서 수학적 지식을 습득할 수 있도록 하는 것이 중요하다고 하였다.

위의 '의미 있는 맥락'이란 '실제적 맥락'을 의미하며, 실제적 맥락에서의 학습은 Dewey가 보고한 내재적 가치와 수단적 가치로 나뉜다. Dewey(1916)는 교과에 내재적 가치 여부가 수단적 가치의 타당성을 결정하는 기준이 되며, 교육의 근본적인 역할은 교과들의 지식이 잘 연결되도록 길을 열어주는 것이라 하였다.

강홍규(2005)는 Dewey와 Freudenthal의 관계를 언급하였다. 강홍규(2005)에 따르면, Dewey는 경험적 성장이 점진적인 조직화를 통하여 이루어진다고 보았다. 또한 Freudenthal은 현실적 맥락을 포함하여 수학적화가 이루어져야 하며, 학생의 현실적 맥락과 밀접한 관련을 맺고 있는 수학적 내용에서 형식화가 시작되어야 한다(정영옥, 1997; 강홍규, 2005)고 하였다.

Freudenthal(1991) 또한 수학적화가 일상생활을 수학적화하는 것으로 시작해야 하며, 학생들에게 제공되는 맥락은 매우 단순명료해야 한다고 하였다. 이를 위하여 수학적 본질에 초점을 두고 수학적 내용을 조직화해 나가야 한다고 주장했다. Freudenthal(1991)은 수리문제가 일반적인 문해와 대응되어 왔지만, 이는 근본적으로 의사소통에 요구되는 역량이라는 점에서 크게 다르지 않으며, 의사소통을 위하여 '모두를 위한 수학'이라는 점을 고려하여

협동학습을 통한 서로간의 소통을 통하여 배움이 강화된다고 주장하였다(Freudenthal, 1991; Illeris, 2003, 2004). 이들은 협동학습이 성인 삶의 연습이며, 이에 모든 사람을 위한 수학은 경험이 반영된 수학이 필요하다는 것을 의미한다고 보고하였다.

위와 같은 관점에서 본 연구는 후기성인학습자의 경험을 반영하기 위하여 학습자에게 친숙한 소재를 활용하여 수학적 상황을 구성하였다. 따라서 본 연구에서는 학습자의 경험을 바탕으로 구성된 수학적 상황을 경험기반의 실생활 수학이라 정의한다. 이것은 Evans, Jeff(2000)의 기능적 수리능력(functional numeracy)을 지칭한 수학적/실천적 수학(practical math)을 의미한다. 또한 Evans, John(1983)의 생활수학(PA)과 기초수학(PF), 그리고 FitzSimons et al.(2003)과 그 맥을 같이 한다.

III. 연구방법

1. 연구방법

본 연구는 후기성인을 대상으로 한 참여관찰 수업의 방법론적 지표를 확보하기 위하여 노인교육프로그램에 대한 메타분석 결과(이형주, 2017)를 활용하였다. 본 연구의 연구대상자는 만 65세 이상의 학습자로, 한글과 숫자를 읽고 쓰는 데 큰 무리가 없으며 거동에 불편함이 없는 학습자로 한정하였다. 또한 30분 이상 수학 학습이 가능한 학습자를 연구대상자로 한정하였다. 본 연구는 교수실험을 통하여 획득된 학습자들의 특성을 고려하여 개발된 초기 수리문해 프로그램으로 참여관찰 수업을 진행하였다. 참여관찰 수업은 모둠수업의 형태로, 2015년 말부터 2016년 초에 걸쳐 실시하였다. 본 수업은 약 6개월에 걸쳐 20차시로 진행되었다. 그 중 지필프로그램 수업이 12차시, 스마트 프로그램 수업이 8차시로 진행되었다.

<표 III-1> 연구절차

문헌연구	이론적 배경	수리문해
		경험기반의 실생활 수학
⇓		
프로그램 개발	프로그램 개발	초기 콘텐츠 개발
		교수실험 및 학습자 요구분석
	수리문해 프로그램 초기 개발	
	프로그램 적용	참여관찰 수업
⇓		
수정반영	프로그램 수정보완	학습자들의 변화 양상 관찰
⇓		
최종개발	수리문해프로그램 개발	

2. 분석도구

분석도구는 후기성인학습자들의 개인별 변화 양상을 살펴보기 위하여, K-mmse 사전 사후 결과와 Muir 외(2008)를 기반으로 수학적 정교화를 파악하는 등 인지적 변화를 분석하였다.

Muir 외(2008)는 학습자의 수학기해결 과정이 얼마나 정교화 되고 있는지 문제해결 행동 패턴을 중심으로 관찰하여 변화 양상에 따라 수학적 정교화를 보고하였다. Muir 외(2008)는 문제해결에 접근하는 학습자들의 행동 패턴을 소박한(naive), 정형적인(routine), 정교한(sophisticated) 문제해결행동 3개의 범주로 나누고, 각각의 특성들을 관찰하여 보고한 바 있다. 이와 같은 분석도구를 활용하고, 학습자들의 개인별 경향을 파악하여 인지적 변화를 분석하였다<표 III-2>.

<표 III-2> 인지적 변화 분석기준

분석 기준	분석방법	
K-mmse	K-mmse 사전·사후 총점 비교	
노인 경도인지장애 선별 평가지	노인 경도인지 장애를 위한 선별 평가 사전·사후결과	
Muir 외(2008) 문제해결에 접근하는 학습자들의 행동 특징	소박한(naive) 문제 해결 행동	<ul style="list-style-type: none"> 경험했던 유사한 문제 해결이 어려움 수 조작하기에서 하나 또는 두 개의 전략에만 의존 대답을 재빨리 하는 것과 자신감을 동일시 메타인지 사고가 쓰거나 의사소통으로 나타나지 않는 경향
	정형적인(routine) 문제 해결 행동	<ul style="list-style-type: none"> 자신감 부족을 표현 하나의 전략이 작동하지 않을 때 전략을 바꾸지 않으며, 한 가지 방법에 집중
	정교한(sophisticated) 문제 해결 행동	<ul style="list-style-type: none"> 문제를 해결하기 위한 다양한 방법을 확인하며, 문제 해결 능력에 자신감을 나타내는 경향 수학적 구조에 따라 유사한 문제를 확인할 수 있으며, 쓰기와 의사소통 모두에서 높은 점수

IV. 수리문해 프로그램 설계 및 개발

1. 선행연구의 반영

본 연구는 후기성인학습자를 위한 수리문해 프로그램 개발 연구로서 이론적 기반을 위한 선행연구 결과를 본 연구에 반영하고자 하였다. 첫째, 수학의 기능적 관점에서 후기성인세대를 위한 산술로서의 성인의 수리문해를 재정의 하였다. 이에 산술의 기원과 그 의미를 파악하고, 선행연구를 통하여 후기성인학습자에게 필수적으로 요구되는 수학적 소양으로 계산력, 수학적 표상, 수학적 표현 및 의사소통, 수학적 연결을 도출하였다.

둘째, 본 연구는 후기성인학습자와 초·중등학생들과의 가장 큰 차이점으로 후기성인학습자의 경험을 꼽았다. 이에 경험을 중심으로 한 경험과 학습을 제시하고자 하였다. 교육은 경험의 계속적인 재구성(Dewey, 1938)으로, 후기성인학습자의 선행 경험을 기반으로 수학 활동이 이루어지는 환경에서 지속적으로 연합과 조절의 과정을 거치게 되어 수학적 활동은 축적되며, 통합된다. 이에 본 연구의 연구대상자인 후기성인의 다양한 경험으로 구성된 실생활 맥락의 학습소재는 후기성인학습자들의 경험에 중점을 두었다.

셋째, 후기성인학습자를 대상으로 한 수학적 연구의 부재로 본 연구의 설계가 다소 미흡하여, 이를 보완하고자 노인교육에 대한 메타분석(이형주, 2017) 결과인 연구 대상과 연구방법, 즉 연구대상의 표집, 지역 및 기관, 측정 도구, 실험 수업 시간 및 기간 등을 본 연구에 적용하여 설계하였다.

2. 교수실험을 통한 학습자 요구분석

Schoenfeld(2000)는 교수실험이 교육 프로그램에서 학습자들의 문제해결 과정을 면밀히 관찰하여 학습 도구로서의 타당성을 확보할 수 있고, 교수학습 현상에 이론적 근거를 두어 기술할 수 있다는 점에 교육적 의의가 있다고 보고하였다. 이와 같이 교수실험은 교육현장에서 나타나는 복잡한 교육현상을 설명하는 데 적용 가능한 연구방법으로 다양한 교육 현상을 해석할 때 사용한다(Lesh & Clarke, 2000).

본 연구에서 교수실험은 후기성인학습자들의 경험을 바탕으로 한 수학적 활동을 상호작용을 통하여 실제적 맥락을 연구하는 것으로 이루어졌다. 이는 후기성인학습자들의 비형식적 문제해결 과정을 정교한 수학적 과정으로 정당화시킬 수 있도록 한 것이며, 본 프로그램은 이를 반영함으로써 후기성인학습자의 수학적 정교화에 기여하였다.

위 교수실험에서 후기성인학습자들은 다음의 특성을 나타냈다. 인지적 측면에서 학습자들이 낮설어하는 계산식, 기호, 수학 활동 등이 나타났으며, 학습자들의 경험이 반영된 상황에서는 다른 양상을 보였다. 예를 들면, 수 읽기 단원에서 258을 읽기를 수행한다. 258을 읽기 어려운 경우 258원으로 화폐단위를 활용한 실생활 맥락을 제공하였다. 학습자들은 258을 읽을 때 주저하거나 읽기를 꺼려하거나 아예 읽기 못하는 경우가 많았으나, 화폐단위 258원을 같이 제시해 주었을 때는 이백 오십 팔원을 읽는 데 무리가 없었다. 이러한 현상은 학습자의 경험에서 비롯된 비형식적 학습이 수학의 형식적 절차와의 차이점을 보인 것이다.

이와 같이 후기성인학습자들이 계산하는 과정에 있어 경험에 따라 축적된 수학적 활동을 확인할 수 있었다. 정적 측면에서는 후기성인학습자들의 강한 학습 욕구를 나타냈으나, 신체적 특성에 따른 압필력과 운필력이 약하였고, 눈의 피로도를 호소로 이에 따른 프로그램의 개발이 시급하였다.

3. 교수-학습 설계

참여관찰 수업에 참여한 후기성인학습자들은 학습 효과를 극대화하기 위하여 학습자 요구분석에 따라 경험기반의 학습 소재를 활용하고, 서로의 상호작용을 위한 모둠을 통하여 협동학습, 또래교수학습을 유도하였다. 본 연구에서는 이러한 교수-학습 과정에서 나타나는 학습자들의 반응이나 관찰되는 모든 변화들에 대하여 교육현장에서 활용할 수 있도록 하였다.

<표 IV-1> 수리문해 프로그램에서 제시된 경험기반의 실생활 학습 소재

단계		학습 소재
지필 프로그램	1단계	과일, 시계, 전자시계, 휴대폰, 야채그림, 시계, 전자시계, 홍시, 송편, 동전지갑, 현금, 마당놀이 등
	2단계	평생학교, 노인학교, 가을축제, 시장, 시루떡, 송편, 녹두전, 향아리, 나무 되(뒷박), 지하철 노선표, 고속철도, 전기요금 고지서, 의료비 청구서 등
	3단계	생활용품, 서랍장, 홍시, 약과, 과일, 꽃, 두루마리휴지, 각 티슈 등
스마트 프로그램 (2단계/10단계 단순 계산활동)	1단계	과일, 야채그림, 휴대폰, 시계, 전자시계
	3단계	송편, 홍시, 동전지갑, 현금, 마당놀이
	4단계	꽃, 제습제, 과일, 약과, 서랍장, 두루마리휴지, 각 티슈
	5단계	송편, 시루떡, 녹두전, 시장, 향아리, 뒷박
	6단계	시간, 계절, 감, 사과, 지도, 날씨예보
	7단계	통장, 각종 고지서 및 청구서, 고속철도, 지하철 노선표,
	8단계	지하철 배차 시간표, 요가, 스포츠댄스
9단계	분리수거, 상차림, 옷 입히기, 건강주스	

가. 경험기반의 학습 소재

수리문해 프로그램 개발 연구는 후기성인학습자에게 필요한 각각의 개념과 관련하여 학습자들에게 경험적으로 또 수학적으로 실제적인 맥락을 구성하는 것으로부터 시작된다. 이에 연구자는 수학 개념이 학습자들의 경험과 일상생활의 맥락에서 무엇을 의미하는지 예상하고 선정한다. 이들 맥락에서 수학적 원칙을 점진적으로 수학 화해 나갈 수 있는 프로그램을 구성한다.

본 연구는 후기성인학습자의 특성을 고려한 수리문해 프로그램 개발 연구로서, 후기성인학습자의 경험을 반영한 실생활 소재로 본 프로그램을 구성하였다.

후기성인학습자들은 시장, 병원 등 생활 곳곳에서 비형식적 학습을 통한 수학적 활동을 수행해왔다. 이러한 학습자들의 실생활 경험에서 이루어지는 수학 활동을 반영하여 <표 IV-1>과 같은 소재들을 활용하였다.

나. 상호작용을 위한 협동학습 및 또래교수 반영

교수실험에서 후기성인학습자의 상호작용은 협동학습과 또래교수의 형태로 나타났다. 후기성인학습자들은 이들 협동학습과 또래교수 과정을 통하여 문제해결을 수행하거나 학습능력의 조금 더 좋은 학습자가 그렇지 않은 학습자를 독려했다. 이 과정에서 학습자들의 학습능력 및 수학학습에 대한 인식, 흥미 등이 점차 발전되는 경향을 보였다. 협동학습은 협동적 학습 구조로서 상대방의 입장에서 아이디어를 얻을 수 있고, 상대방의 주장에 대하여 관심을 갖게 됨으로서 새로운 인지적 분석을 자극할 수 있다는 장점이 있다(정문성, 1996). 또한 학습능력이 낮은 집단에서 학습태도 형성에 더욱 효과적이다(하종화, 1993). 협동학습에 관하여 Slavin(1981)은 학생들이 소집단으로 협동학습을 경험할 때 인지적 영역 및 정서적 영역에 효과가 있다고 보고한 바 있다.

Topping(1987)은 또래교수를 '학생 상호간에 연습, 반복, 개념 설명을 수행함으로써 학업적 성취와 사회적 능력을 모두 촉진시킬 수 있는 교수체계'라 정의하였다. 본 연구에서 활용된 또래교수학습은 또래교수 경험을 통하여 책임감과 자부심, 그리고 성취감이 증대되어 자아개념의 향상에 긍정적인 영향을 미치는 교수방법이다(여현숙, 1992; 오양교, 1993; Labbo & Teale, 1990).

4. 수리문해 프로그램 개발 내용

2009개정교육과정으로 2011년 수학과 교육과정은 후기성인학습자를 위한 수학프로그램의 교육목표와 큰 범주에서 추구하는 바를 같다. 그러나 초·중등학생들과 달리 후기성인학습자의 경우 긴 세월동안 축적된 경험을 바탕으로 학습이 이루어지기 때문에, 학습자로 하여금 스스로의 학습효과를 극대화할 수 있도록 프로그램을 설정할 필요가 있다. 위 배경을 바탕으로 후기성인학습자를 위한 프로그램은 교육과학기술부(2011)의 수학과 교육과정과 Evans(1983)의 성인을 위한 기본수학 교육과정 가이드를 중심으로 개발하였다. 또한 본 프로그램 개발은 앞서 제시한 바와 같이 성인의 수리문해 구성에 필수적인 다섯 가지 요소(Marly & Tout, 2001)를 포함하여 구성하였으며, 수리문해(numeracy)로 재 정의하였다.

후기성인학습자를 위한 프로그램 개발은 현 초등수학교육과정 3-4학년군 범주 안에서 후기성인학습자에게 필요한 콘텐츠를 중심으로 이루어졌다. 이는 후기성인수학과정인 초등학교 수학교과교육과정을 넘지 않는 수준에서 노인학습자에게 필요한 항목(Evans, 1983)을 중심으로 구성되었다는 것을 의미한다.

또한 '성인의 수리문해 구성을 위한 다섯 가지 필수요소'와 수학과 초등학교 교육과정 및 성인수학 교육과정 가이드의 PF(personal math fundamentals)를 연계하여 수리문해 프로그램 영역을 선정하였다. 이렇게 선정된 영역과 실생활 소재를 활용한 성인수학 교육과정 가이드의 PA(personal math applications)를 연계하여 콘텐츠를 구성하였다. 위 과정은 다음과 같다.

<표 IV-2> 성인수학기초교육과정 가이드(Evans, 1983)

일반적 기초수학 (PF) personal math fundamentals	일반적 생활 수학 (PA) personal math applications	
PF1: 수	PA1: 은행 계좌	PA8: 주택 리모델링
PF2: 소수	PA2: 예산	PA9: 보험
PF3: 분수	PA3: 현금 거래	PA10: 월급
PF4: 측정	PA4: 소비자상, 소비자금융	PA11: 수입에 대한 세금
PF5: 백분율	PA5: 주택	PA12: 자산에 대한 세금
PF6: 표, 그래프와 도표	PA6: 여행	PA13: 자산에 대한 설계
PF7: 계산	PA7: 운송, 교통	

본 수리문해 프로그램 개발의 주안점은 첫째, 기본적인 수학 활동도 최소한의 수학적 위계를 고려하였다. 후기성인학습자의 수학 활동에서 반드시 필요한 사칙연산과 필수적인 수학적 활동을 우선적으로 고려하였다.

둘째, 후기성인학습자의 특성을 고려하여 경험을 기반으로 한 실생활 수학프로그램을 구성하였다. 수리문해 프로그램은 후기성인학습자들에게 수학적 접근을 용이하게 하고, 수학적 활용을 실제적으로 인식하게 하며, 상황 판단 및 문제해결력 향상을 도모한다.

셋째, Evans(1983)가 <Adult basic education mathematics curriculum guide>에서 제시한 교육과정 중 개인을 위한 수학교육과정의 틀은 성인을 위한 수학프로그램으로서, 성인이 일상생활을 수행하는 데 적용할 만한 항목들을 제시하고 있다. 본 수리문해 프로그램은 <표 IV-2>의 일반적 생활수학(PA) 중 후기성인학습자가 일상생활을 수행하는 데 적용할 수 있을 만한 항목들을 매핑과정에 적용하였다[그림 IV-1].

학년 군 영역	학년 군의 영역과 PF 영역에서 수리문해 프로그램의 영역 추출							수리문해 프로그램 콘텐츠로 활용된 부분의 연계과정							
	PF1: 수	PF2: 소수	PF3: 분수	PF4: 측정	PF5: 백분율	PF6: 그래프와 도표	PF7: 계산	PA1: 은행 계좌	PA2: 예산	PA3: 소비자상, 소비자금융, 세금	PA4: 요리, 건강	PA5: 주택, 주택 리모델링	PA6: 여행	PA7: 운송, 교통	PA8: 동호회 활동
수와 연산	◎		◎					◎	◎	◎	◎		◎		
도형				◎							◎	◎			
측정	◎		◎	◎							◎				
규칙성							◎								◎
확률과 통계	◎							◎	◎	◎	◎		◎	◎	◎
					◎	◎	◎				◎	◎	◎	◎	◎

[그림 IV-1] 수리문해 프로그램 개발을 위한 수학 영역과 실생활 소재의 매핑 과정

수리문해 프로그램 개발을 위한 수학적 영역과 실생활 소재의 매핑은 후기성인학습자를 고려하여 세금, 이자 계산 등의 복잡한 계산과정은 배제하였다. 또한 Manly와 Tout(2001)의 성인의 수리문해 구성을 위한 필수요소를 반영하고, 성인의 경험을 반영한 콘텐츠에 초점을 두었다. 이에 신체활동, 요리, 동호회 등의 소재를 추가로

구성하는 등 후기성인학습자들이 맥락을 이해하기 쉬운 소재를 활용하였다. 이는 후기성인학습자로 하여금 경험을 통한 수학적 개념을 인지하는 데 보다 단순한 문제해결 사고 과정을 요하여 보다 명료한 맥락에서 수학적 활동을 유도하였다. 최종 커리큘럼은 다음과 같다<표 IV-3>.

<표 IV-3> 수리문해 프로그램 최종 커리큘럼

구분	단계	커리큘럼 구성	주요활동	활동목표
지필 프로 그램	1단계	수, 계산, 도형	간단한 수 알기, 기본도형 활동	간단한 수를 알고 계산할 수 있다.
	2단계	수, 계산, 계산기의 사용과 혼합계산, 표와 도표, 측정	수 읽기, 통장, 영수증 읽기, 도표와 그래프 만들기, 수의 범위 활용하기, 길이·거리·무게 단위 읽기	일상생활에서 계산기, 도표 등을 활용하여 간단한 계산을 할 수 있다.
	3단계	계산, 혼합계산, 표와 그래프, 도형과 측정	곱셈과 나눗셈, 혼합계산, 표와 그래프를 활용한 정보 찾기 및 자료의 해석, 일상생활에서 도형 찾기	간단한 혼합계산, 자료를 해석할 수 있다.
스마트 프로 그램	1단계	수 개념 알기	스마트 기기에서 숫자 누르기, 수와 양의 개념, 시각 알아보기	수와 양의 개념을 인지하고, 시각을 알 수 있다.
	2단계	간단한 수의 덧셈·뺄셈	게임을 통하여 덧셈, 뺄셈 익히기, O·X 퀴즈	간단한 계산을 할 수 있다.
	3단계	덧셈·뺄셈의 활용	덧셈과 뺄셈 연습	덧셈과 뺄셈을 할 수 있다.
	4단계	곱셈의 개념 및 곱셈	곱셈의 개념 및 곱셈의 활용	곱셈구구를 알고, 곱셈을 활용할 수 있다.
	5단계	나눗셈의 개념 및 나눗셈	나눗셈의 개념 및 나눗셈의 활용	나눗셈을 알고, 나눗셈을 활용할 수 있다.
	6단계	규칙 찾기	그림과 수, 규칙의 추론	수·사물의 규칙을 알 수 있다.
	7단계	일상생활에서의 수학	일상생활에서 필요한 정보 인지 및 정보의 활용	일상생활에서 필요한 정보를 제공되는 자료를 파악하고, 이해할 수 있다.
	8단계	그래프	다양한 그래프에서 나타내는 정보의 해석 및 활용	그래프를 이해하고, 활용할 수 있다.
	9단계	경우의 수	옷 입히기, 분리수거, 상차림, 주스 만들기, 길 찾기 상황에서 경우의 수를 파악	경우의 수를 알 수 있다.
	10단계	사칙연산	사칙연산의 훈련	사칙연산을 원활히 수행할 수 있다.

V. 수리문해 프로그램의 적용 반응 예시

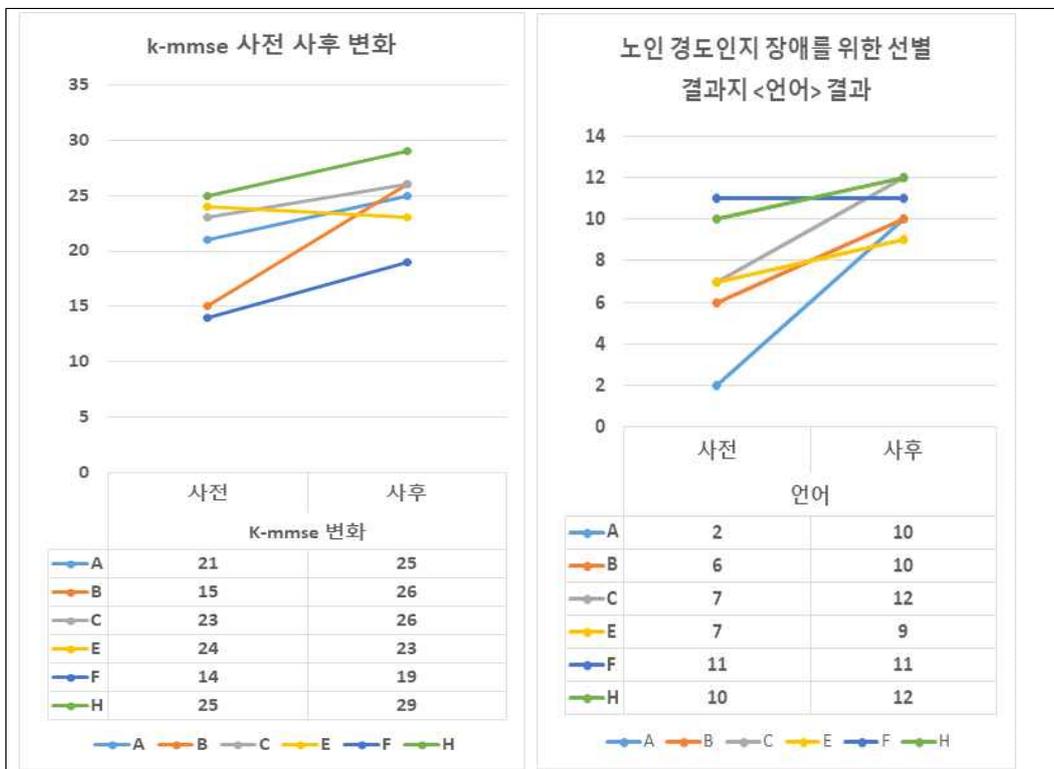
본 수리문해 프로그램 개발과정에서 후기성인학습자들에게 적용한 학습자들의 변화는 인지적 변화와 정의적 변화 모두 관찰할 수 있었다. 본 연구에서 후기성인학습자는 노인학습자를 의미하며, 연구대상자인 만 65세 이상의 학습자로 한정하였다.

1. 인지적 변화 양상

가. 학습결과 및 K-MMSE에 따른 인지적 변화

다음은 학습자들의 인지검사결과를 나타낸 것으로, [그림 V-1, 좌]는 k-mmse 총점에 대한 사전 사후 결과를 나타낸 것이다. k-mmse(mini mental state examination -Korean)검사는 간이 정신상태 검사도구 한국판으로서 주로 치매를 검사할 때 사용하는 검사지이다. [그림 V-1, 우]는 노인경도인지 장애를 위한 선별 평가지의 언어파트 사전 사후 결과를 나타낸 것으로서, 노인의 경도인지를 나타내기 위한 평가지이다.

학습자들은 대부분 인지적 측면에서 긍정적인 변화를 보였으며, 특히 언어부분에서 큰 변화를 보였다.



[그림 V-1] 학습자별 인지적 변화(좌: k-mmse 결과, 우: 노인경도인지 장애를 위한 선별 언어 결과)

나. 학습자별 수학적 정교화의 발현 예시

학습자B는 학습 초기에 비하여 학습이 진행됨에 따라 수학적 측면의 사고활동이 정교화 되는 과정을 보였다. 학습 초기 학습자B는 자신의 기억력이 좋은 점을 자부하였으나, 새로 배우는 내용에 대해서는 자신이 없음을 호소하였다. 또한 학습자B는 계산과정에서 고민이 깊어지거나 질문을 하는 등의 모습도 보였다. 그러나 학습이 진행되면서 점차 학습자B는 협동학습을 통하여 동료학습자와 또래교수의 역할을 하였다. 이 과정에서 학습자B는 동료 학습자에게 자신의 문제해결 과정을 예로 들어가며, 자세하고 정교하게 교수자의 역할을 하는 모습을 볼 수 있었다. 학습자B는 문제해결 과정에서 때때로 어려움을 겪는 모습을 보였는데, 이러한 경우 동료학습자에게

도움을 요청하며 같이 문제를 해결해 나가는 모습도 볼 수 있었다.

학습자B는 수리문제 프로그램을 통한 수학학습이 진행됨에 따라 수학적 의사소통은 물론 수학적 표상에 따른 단위, 기호 등에도 정교화를 보였다. 또한 문제에서 제시한 의미를 명확히 파악하였으며, 노인학습자들에게는 비교적 생소한 단어인 강수량, 수심, 아라비아 숫자와 같은 단어나 단위를 나타내는 밀리미터, kg 등의 사용도 가능하게 됨을 볼 수 있었다<표 V-1>.

<표 V-1> 학습 진행에 따른 학습자B의 변화

학습 진행에 따른 학습자B의 변화	
11535	아니 이거 종류를 읽어 봐야해. 읽어봐서 키로그래미 많은 걸 써야해.
11546	이거를 여기다가 쓰라고. 응 요거를. 요게 제일 많잖아.
11642	밀리미터인지 써 보시오. 라고 돼있는데..
11644	강수량 요거를 여기 표를 보고 또
11648	물 수량 미터... 그거 재는 거잖아. 수심 재는 거.
11698	여기다가 밀리미터를 써? 그냥 이렇게 쓰나? 여기는 69만 쓰고?
11701	69 밀리미터. 여기도 그렇게 쓰지 뭐.
11732	이렇게, 이렇게 아라비아 숫자 쓰고 kg. 키로. 응. 거기는 3키로 그냥 썼어.

본 연구의 연구대상자 중 학습자E는 지필 프로그램과 스마트 프로그램 수업에 모두 참여한 학습자다. 학습자E는 일상적인 활동을 하는데 큰 무리는 없었고, 수학 활동에도 크게 무리는 없는 고령의 학습자였다. 단지 수학 학습에 있어서 크게 뛰어난진 않았으며, 자신감도 없었다.

학습자E는 본 수리문제 프로그램 수행 과정에 있어서 수학적 활동이 수월해지는 모습을 보이며, 소극적인 학습 형태로 활발하게 자신의 생각을 표현하거나, 수학적 의사소통을 교류하는 일은 거의 드물었다. 그러나 학습이 진행되면서 동료학습자들과 자연스러운 교류가 이루어져 협동학습으로 이어졌다. 학습 후반에는 동료학습자들에게 자신의 의사를 전달하는 발전된 경향을 나타냈다.

<표 V-2> 학습자E의 반응

학습자E의 반응	
1535	[$2 \times 6 = 1200g$ 이라고 써놓으심]
1652	어려워서 모르네.. 나는 식도 쓸 줄 모르고..[머뭇거리며] 어떻게 할 줄 몰라..
1654	1200그램
1656	600그램씩..
1658	예, 똑같으니까 600그램씩(반복)..
1660	두 근씩.. 한 명이 200그램씩 먹어야 되지.
1662	이거 가지고 셋이 먹으니까.

위 대화는 학습자E의 지필 프로그램 초기 수업 상황을 나타낸 것이다. 학습자E는 이 시기에 계산이 어렵다는 표현이 지배적이었다. 그러나 수업 중반 활동에는 자신 없어 하면서도 자신만의 계산법을 설명하기도 하였다<표 V-2>. 학습자E는 1200g의 고기를 두 덩어리를 나누는 것을 $2 \times 600 = 1200g$ 로 나타냈다(#1535). 이는 형식학습에서 옳은 표현은 아니나, 학습자는 두 가정이 똑같이 나누니까 600g으로 두 번 준다는 의미로 계산하였다고 설명하였다(#1656/#1658). 이거 각 가정에서도 세 사람이 나누어야 하므로, 한 사람이 200g씩 먹어야 한다(#1660/#1662)고 설명하였다. 이와 같은 비형식적 계산 방법은 후기성인학습자의 수업 과정에서 빈번하게 발생하

던 것이었다. 이를 본 연구자는 학습자들의 경험에서 비롯된 계산 방법이라 판단하였다. 수학이나 계산법을 체계적으로 배우지 않은 후기성인학습자들에게서 이러한 방식으로 계산하는 것을 확인할 수 있었다. 이들은 대부분 자신 있게 계산이 가능한 방법을 활용하기 위하여 자신들에게 익숙한 방법으로 수를 묶고, 나누고, 그 값들을 활용하여 실생활에서 계산을 활용하였다.

학습자E는 스마트 프로그램 수업 중반에 계산활동이 수월해졌다. 그럼에도 불구하고, 학습자E는 계산활동에 부족함을 나타내는 메타적인 관점에서 자기성찰의 모습도 보였다. Muir 외(2008)는 학습자E와 같이 문제 해결 상황에서 종종 겪는 수학 활동의 역량 부족을 나타내는 현상에 대하여, 문제 해결 과정에서 정형 및 정교화 되는 발전 과정으로 보았다. 그러나 학습자E가 본 수리문해 프로그램을 통하여 계산 활동의 형식적인 수행 능력이 탁월하게 개선된 것은 아닌 것으로 판단된다. 다만 학습자E는 수학 활동에 수학적 표현이 정교화 되었고, 자신의 문제 해결 전략을 세울 수 있었으며, 수학적 의사소통이 정교화 되고 발전되는 경향을 보였다.

2. 정의적 변화 양상

본 수리문해 프로그램을 통한 학습자들의 정의적 변화를 관찰할 수 있었다.

첫째, 본 수리문해 프로그램이 지향하는 것 중 하나는 후기성인학습자들의 경험이 반영된 실생활 상황과 수학적 상황을 연결하는 것이다. 우리는 이를 수학적 연결, 혹은 수학적화라 부른다. 이는 우리의 환경이 수학과 동떨어진 것이 아닌 자신의 삶 속에서 존재해 온 자연스러운 행위라는 것을 인지할 수 있게 하려는 의도를 가지고 있다. 본 연구에서는 학습자가 지속적으로 수행해온 수학적 행위의 배경이 된 상황을 수학적이라는 지식으로 자연스럽게 변환하는 과정에서 자신과 학습에 대한 흥미가 높아지는 것을 확인할 수 있었다.

둘째, 후기성인학습자들은 수학학습이 지속됨에 따라 수학을 접할 수 없었던 이전에 비해 수학에 대한 성취감이 발견되는 것을 확인할 수 있었다. 셋째, 수학에 대한 가치 인식이 형성되는 것을 확인할 수 있었다. 수학에 대한 가치 인식은 단시간에 형성되는 것은 아니다. 수학에 대한 가치 인식은 수학의 개념과 원리에 대한 의미를 이해하고, 수학 활동을 수행하는 동안 발견되는 여러 변화에서 서로 다르게 나타나기도 한다. 수학교과에 대한 신념은 수학 학습 수행 과정에서 누적되어 형성된 것으로 문제해결 과정에서 상당한 영향을 미치게 된다 (Schoenfeld, 1985; Goldin et al., 2008). 후기성인학습자들에게 친숙하지 않았던 수학 인식의 변화는 수학학습에 있어 중요한 요인으로 자리한다.

<표 V-3> 수학학습 후 성취감에 대한 예시

<ST-7-4-2> 전기요금 고지서를 보고 전기사용량을 나타내는 문제 상황		
12595	C	이런 거[스마트 프로그램 자료] 오늘 이런 거 배우니까 참 좋다
12596	T	아 오늘 수업한 거요?
12597	C	응, 이러한 거[자료에서 정보 찾는 과정을 지칭] 몰랐는데 오늘 또 알았잖아. 또, 몰랐으니까.

VI. 결론 및 제언

본 연구는 후기성인학습자들의 수학학습을 위한 수리문해 프로그램의 개발을 위한 것으로서 연구과정에서 다음의 결론을 얻었다.

첫째, 수리문해 프로그램 개발을 위하여 성인의 수리문해와 경험기반의 실생활 수학을 고찰하였다. 수학의 기능적 관점을 가진 수학으로의 수리문해는 산술을 포함하는 문화적이고 사회적이며, 개인적이고 정서적으로 통합

된 수학(Hoogland, 2011)으로서, 그 정체성에 대하여 고찰하였다. 수리문해와 수학 사이의 관계는 단순하지 않으나, 성인의 경험을 기반으로 한 수학학습을 개념화 하는 과정은 기본적으로 산술로 접근하여 그 고찰은 기능수학으로 발전한다.

둘째, 수리문해 프로그램의 연구 설계는 선행연구의 반영, 교수실험을 통한 학습자들의 요구 반영, 경험기반의 학습소재와 협동학습을 통한 교수-학습 설계로 개발되었다. 수리문해 프로그램의 개발은 Manly & Tout(2001)의 성인의 수리문해 구성에 필수적인 다섯 가지 요소에서 출발하여, Evans(1983)의 성인을 위한 기본 수학 교육과정 가이드, 그리고 초등수학교육과정 3-4학년군 수학 내용의 범주 안에서 후기성인학습자에게 필요한 콘텐츠를 중심으로 매칭 작업을 통하여 이루어졌다.

셋째, 결과 도출과정에서 나타난 학습자들의 변화 양상은 k-mmse와 노인의 경도인지장애를 위한 선별 결과의 변화, 수학적 정교화 반응 및 정의적 영역에서의 변화를 다음과 같이 관찰하였다.

k-mmse 결과의 변화는 우리에게 본 프로그램이 후기성인의 인지변화 촉진의 가능성을 시사한다. k-mmse는 한국판 간이 정신기능검사로서, 지남력과 언어, 시공간 능력 등을 검증해준다. 이러한 k-mmse 검사결과가 학습자에 따라 크게 향상된 점은 뇌의 가소성이 밝혀진 만큼 본 프로그램이 학습자들의 인지능력 향상에 긍정적 영향을 미친다는 것을 뒷받침해준다. 또한 노인의 경도인지장애를 위한 선별 결과 언어 능력이 크게 향상되었는데, 이 또한 본 프로그램의 인지능력 향상에 미치는 영향을 뒷받침해준다. 언어는 우리의 경험에서 공통성을 걸러내는 무엇인가를 표현하고자 하는 능력, 비교와 비유의 능력이 언어능력과 인지능력 사이에 상호작용한다(하치근, 2010).

이렇듯 본 수리문해 프로그램은 후기성인학습자들에게 인지적 변화를 제공하였다. 또한 이 과정에서 우리가 본 연구에서 알아보고자 한 수학적 정교화를 확인할 수 있었다. Muir 외(2008)의 수학적 정교화 발현 양상에 따르면 본 연구의 연구대상자들은 수학적 정형화를 거쳐 수학적 정교화 반응을 나타냈다. 후기성인학습자들은 자신들에게 익숙하지 않은 수학적 용어나 단위 등을 명확히 표현하였으며, 수학적 의사소통 과정에서 수학적 정교화 반응이 곳곳에서 나타났다. 그러나 대부분의 학습자가 수학적 정형화 혹은 정교화 반응을 보인 반면, 학습자 개인별 변화에 따르면 이미 경미한 인지적 장애를 보이기 시작한 일부 학습자의 경우 일정 학습 이상의 변화를 거의 보이지 않았다. 이로 미루어 학습자의 인지장애가 진행되기 이전에 학습을 시작하는 것이 유의미할 것이라는 점을 시사한다. 또한, 수학학습 과정에서 학습자들의 수학교과에 대한 태도와 신념 등에서 큰 변화가 나타났다. 수학학습에 대한 흥미가 높아지고, 수학학습에 따른 성취감을 느끼는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 수학에 대한 가치 인식이 형성되는 것을 확인할 수 있었다.

수학 학습 활동에 대한 이러한 인식의 변화는 단시간에 형성되는 것은 아니나, 학습자들은 학습에 기본적인 의지가 있었고, 수학 활동의 접근 방식이 어려웠던 상황이었다. 이러한 학습자들의 배경은 학습자들의 요구도를 더욱 명확히 드러낼 수 있게 해 주었다.

이와 같이, 본 프로그램은 후기성인학습자를 위한 수리문해 프로그램 개발과정에서 학습자들의 인지적, 정의적 영역에서 긍정적인 변화 양상을 관찰하였다. 본 연구의 제언은 다음과 같다.

첫째, 후기성인학습자들의 다양한 배경을 고려하여 학습자들의 연령별, 학습수준별 프로그램이 개발되어야 한다. 이는 서론에서 언급한 학습자들의 시대적 가변성에서 출발한다. 현재 시대적인 상황으로 인하여 충분한 교육을 받지 못한 고령의 학습자들은 시간이 흐름에 따라 그 비율이 점차 낮아지고, 교육을 받은 현재의 중장년층의 학습자들이 고령 세대로서 사회구성원이 될 것은 너무도 자명하다. 이에 학습자들의 이러한 상황을 고려하여 연령별, 학습수준별 프로그램이 개발되어야 할 것이다.

둘째, 앞서 도출된 결론에서 우리는 학습자들의 인지 변화를 관찰할 수 있었다. 뇌의 가소성이 밝혀진 만큼, 수학 학습 활동이 후기성인학습자들의 뇌 기능 활성화에 지속적이고 적극적인 관심을 두고 해당 프로그램이 개발되어야 할 것이다.

셋째, 학습자들의 특성을 반영하여 산술 중심의 수학 기술을 위한 프로그램과 수학의 기능적 관점에서의 주제중심 통합 지식 상황을 구성한 프로그램 개발이 각각 고려되어야 할 것이다. 수학에서 빼놓을 수 없는 산술 중심의 수학 기술은 일상생활에서 접할 수 있는 수리적인 활동의 필수요소이다. 또한 주제 중심의 통합지식 상황은 실생활에서의 수학적 맥락이 결코 단순하지 않다는 본 연구의 문헌결과와 그 맥을 같이한다. 현재의 후기성인학습자들을 위한 수학 학습과 관련된 연구가 부재한 것이 현실인 만큼, 이 분야의 문헌연구를 시작으로 산술, 수리문제, 주제중심의 통합지식 상황의 구성 등 다양한 연구들이 수행되어야 할 것이다.

마지막으로 정보의 활용과 의사소통을 위한 '모두를 위한 수학'(Freudenthal, 1991)에 후기성인세대를 포함하여 수학교육의 관점에서 평생교육과의 학제 간 연구가 활성화되길 기대한다.

참 고 문 헌

- 강홍규(2005). 듀이의 경험주의 수학교육론 연구. 서울: 경문사.
- Kang, H. K. (2005). *A Study on Dewey's Experientialism on Mathematics Education*. Seoul: Kyungmoon Publishers.
- 고호경(2009). 실버수학이 노인학습자의 두뇌활동에 미치는 영향 분석. 한국학교수학회논문집, **12(4)**, 509-522.
- Ko, H. K. (2009). The Analysis the Effects of Silver Math Influenced on Brain Activities for the Aged. *The Korean School Mathematics Society*, **12(4)**, 509-522.
- 고호경(2010). 노인교육으로서의 실버수학 자료개발 및 효과성 연구. 한국학교수학회논문집, **13(3)**, 459-482.
- Ko, H. K. (2010). Material Development of 'Silver Math' for Educating the Aged and Examination of its Effectiveness. *The Korean School Mathematics Society*, **13(3)**, 459-482.
- 교육과학기술부(2011). 2009 개정 교육과정 수학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제2011-361.
- Ministry of Education, Science and Technology(2011). *The 2009 Revised Curriculum for Mathematics*. Ministry of Education, Science and Technology Notice No. 2011-361.
- 김한별 · 김영석 · 이로미 · 이성엽 · 최성애(2010). 성인경험학습의 이해: 이론과 실제. 서울: 동문사.
- Kim, H. B, Kim, Y. S, Lee, R. M., Lee, S. Y., Choi, S. A. (2010). *Understanding Adult Experience Learning: Theory and Practice*. Seoul: Dongmoon Publishers.
- 여현숙(1992). 학업우수아와 부진아간의 Tutoring 학습이 학업성취와 정의적 특성에 미치는 영향. 석사학위논문, 한국교원대학교.
- Yuh, H. S. (1992). *Effects of Tutoring Learning between Upper and Under-Achivement Elementary Student on Cognitive Learning and Affective Achievement*. Master Thesis of Korea National University of Education.
- 오양교(1993). 동료사사학습과 개인학습이 학업 성취 및 자아개념에 미치는 영향. 석사학위논문, 한국교원대학교.
- Oh, Y. K. (1993). *The effects of Peer-tutoring and Independent Study on Academic Achievement and Self-concepts*. Master Thesis of Korea National University of Education.
- 이수진·황우형(2009). 상황학습에 기초한 수학 자료개발 및 적용. 고려대학교 교과교육연구소, **2(1)**, 115-147.
- Lee, S., Whang, W. (2009). Development and Utilization of Mathematics Education Learning Resources Based On Situated Learning Theory. *KU Center for Curriculum and Instruction Studies*, **2(1)**, 115-147.
- 이정복(2015). 노인교육의 학제 간 연구의 필요성: 지역 자치 활동과 노인교육 연계 가능성을 중심으로. 한국지역사회복지학, **53**, 367-399.
- Lee, J. B. (2015). Need for an interdisciplinary research of the elderly education -With emphasis on the possibility of a link between community oriented activities and elderly education. *Journal of Community Welfare*, **53**, 367-399.
- 이형주(2017). 노인교육프로그램이 노인의 인지적·정의적 영역에 미치는 영향에 대한 메타분석. 노년교육연구, **3(1)**, 1-30.

- Lee, H. J. (2017). The Effect of the Senior education program on cognitive and affective domain: Meta-analysis, focused on domestic journals. *Korean Journal of Educational Gerontology*; **3(1)**, 1-30.
- 정문성(1996). 사회과 협동 학습에서의 논쟁 교수 모형. *교육논총*, **13**, 259-276.
- Jung, M. S. (1996). A Social Studies Teaching Model for Controversial issues in the Cooperative Learning Structure. *The Journal of Education*, **13**, 259-276.
- 정영옥(1997). *Freudenthal의 수학적 학습-지도론 연구*. 박사학위논문, 서울대학교.
- Jung, Y. O. (1997). *Study on Freudenthal's mathematics instruction theory*. Doctoral thesis of the Seoul University.
- 하종화(1993). *학습능력에 따른 협동학습과 개별학습이 학습태도에 미치는 영향*. 석사학위논문, 한국교원대학교.
- Ha, J. H. (1993). *The Effects of Cooperative and Individual Learning by Learning Ability on Learning Attitude*. Master Thesis of Korea National University of Education.
- 하치근(2010). 언어능력과 인지능력의 상관관계. *한글*, **287(3)**, 5-43.
- Ha, C. K. (2010). A Study on the Correlation between Linguistic Competence and Cognitive Abilities, *Hangeul*, **287(3)**, 5-43.
- Choi, J., & Hannafin, M. (1995). Situated cognition and learning environments: roles, structures, and implications for design. *Educational Technology Research and Development*, **43(2)**, 53-69.
- Cockcroft Committee. (1982). *Mathematics Counts*. London: HMSO.
- Coben, D. (2006). What is specific about research in adult numeracy and mathematics education? *Adults Learning Mathematics-an International Journal*, **2(1)**, 18-32.
- Department for Education and Skills(DfES). (2001). *Adult numeracy core curriculum*. London: Department for Education and Skills.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and Education*. NY: Macmillan Company. Copyright Renewed 1944 by John Dewey. NY: The Free Press.
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. NY: Macmillan Company. Copyright 1997, NY: Touchstone.
- Ernest, P. (1991). *The Philosophy of Mathematics Education*. Falmer Press.
- Evans, J. (1983). *Adult Basic Education Mathematics Curriculum Guide*. British Columbia Department of Education, Victoria, 83.
- Evans, J. (2000). *Adults' mathematical thinking and emotions: A study of numerate practices*. London: Routledge-Falmer.
- FitzSimons, G. E., Coben, D., & O'Donoghue, J. (2003). Lifelong mathematics education. In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick & F. K. S. Leung (Eds.), *International handbook of mathematics education* (pp. 105-144). Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*, Kluwer Academic Publishers.
- Glenn, J. (1978). *The third R: Towards a numerate society*. London: Harper and Row.
- Goldin, G., Rösken, B. & Törner, G. (2008). Beliefs-no longer a hidden variable in mathematical teaching and learning processes. In J. Maaß & W. Schlöglmann (Eds.), *Beliefs and attitudes in mathematics education: New research results* (pp.9-28). Rotterdam: Sense Publishers.
- Hoogland, K. (2011). Images of Numeracy. *Proceedings of the 18th International Conference of Adults Learning Mathematics, A Research Forum*, **ALM-18**, 2-13. Dublin: The Institute of Technology Tallaght.
- Illeris, K. (2003). Towards a contemporary and comprehensive theory of learning, *International Journal of Lifelong Education*, **22(4)**, 396-406.

- Illeris, K. (2004). *The three dimensions of learning* (2nd ed.). Frederiksberg: Roskilde University Press & Leicester: NIACE.
- Kolb, D. (1976). *The Learning Style Inventory: Technical Manual*. Boston, MA: McBer.
- Kolb, D. (1981). 'Learning styles and disciplinary differences', in A. W. Chickering (ed.). *The Modern American College*, San Francisco: Jossey-Bass.
- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Labbo, L. D., & Teale, W. R. (1990) Cross-age reading: A strategy for helping poor readers. *Reading Teacher*, **43**(6), 362-369.
- Lesh, R., & Clarke, D. (2000). Formulating operational definitions of desired outcomes of instruction in mathematics and science education. In A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 113-150). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lindman, E. C. (1926). *The Meaning of Adult Education*. 김동진 · 강대중 역(2013). 성인교육의 의미. 서울: 학이시습. Montreal: harvest House Ltd.
- Manly, M., & Tout, D. (2001). Numeracy in the adult literacy and lifeskills project. In G. E. FitzSimons, J. O'donoghue & D. Coben (Eds.), *Adult and lifelong education in mathematics. Papers from working group for action (WGA) 6, 9th International Congress on Mathematics Education, ICME9*, 71-83.
- Merriam, S. B., Caffarella, R. S., & Baumgartner, L. M. (2007). *Learning in adulthood*. A Comprehensive Guide. Sna Francisco: Jossey-Bass.
- Muir, T., Kim, B., & Williamson, J. (2008). I'm not very good at solving problems: An Exploration of Students' problem solving behaviors. *The Journal of Mathematical Behavior*, **27**(3). pp. 228-241.
- Rees, R. & Barr, G. (1984). *Diagnosis and prescription: Some common maths problems*. London: Harper and Row.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem solving*. Orlando, FL: Academic Press, Inc.
- Schoenfeld, A. H. (2000). Purposes and Methods of Research in Mathematics Education. *Notices of the AMS*, **47**(6), 641-649.
- Slavin, R. E. (1981). Synthesis of Research on Cooperative Learning. *Educational Leadership*, **39**, 654-658.
- Smith, A. (2004). *Making mathematics count: The report of professor Adrian Smith's in quiry into post-14 mathematics education*. London: The Stationery Office.
- Tennant, M. (2006). *Psychology and Adult Learning*. 3rd edition. UK: Routledge.
- Topping, K. (1987). Peer tutored paired reading: Outcome data from the projects. *Educational Psychology*, **7**(2), 33-45.
- United Nations Educational Scientific and Cultural Organization(UNESCO). (1965). *International Committee for the Advancement of Adult Education*. Paris: UNESCO.
- United nations Educational, Scientific and Cultural Organization(UNESCO) (1997). *International standard classification of education*. (2016. 04. 21. 검색). <http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/isced97-en.pdf>.
- Wedege, T., Benn, R., & Maaß, J. (1999). Adults learning mathematics as a community of practice and research. In M. van Groenestijn & D. Coben (Eds.), *Mathematics as part of lifelong learning. The*

fifth international conference of Adults Learning Maths - A Research Forum, ALM-5, 54-63.
London: Goldsmiths College, University of London.

Young, M. F. (1993). Instructional design for situated learning. *Educational technology research and development*, **41**(1), 43-58.

A Study for Numeracy program Development of the elderly generation

Lee, Hyeung Ju

Hansung University, Seoul, Korea

E-mail: hyeungju.lee@gmail.com

Ko, Ho Kyoung[†]

Graduate School of Education, Ajou University, Suwon, 443-749, Korea

E-mail: kohoh@ajou.ac.kr

This study is intended to develop a numeracy program for late-adult learners. For this study, firstly, characteristics of numeracy were analyzed and based on those characteristics, numeracy learning contents for late-adult learners were selected. Also, teaching and learning materials were developed by linking the mathematics contents selected to experience-based real lives of late-adult learners. When this numeracy program was applied to late-adult learners, it was observed that there was a change in the affective domain like interest at the early stage of learning and that as learning continued, mathematical elaboration occurred by way of mathematical formalization. In conclusion, this study has significance by re-defining arithmetic for late-adults from a perspective of numeracy, based on experience of late-adults, and making a contribution to mathematical elaboration of late-adult learners so non-formal problem-solving processes of late-adult learners can be justified as elaborate mathematical problem-solving.

* ZDM Classification : A20, B6, U1

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97A20, 97U99

* Key words : numeracy, late-adult learners, adult mathematical education, experience-based mathematics

[†] corresponding author