
학습복잡계 기반의 공학적 글쓰기 교수 방법 연구

김혜경* · 김차중**

Research On Technical Writing Educational Methods Based On Complex Learning Systems

Kim Hae Kyung* · Kim Cha Jong**

요 약

본 논문은 학습복잡계 이론의 시각에 근거하여 공학적 글쓰기의 관계 및 교수방법을 고찰한 것이다. 이를 위해 학습복잡계 이론의 구성요소와 특징을 살펴보고 새로운 글쓰기 교육의 가능성을 검토해보았다. 그 결과 공학적 글쓰기교육의 접근 방법이 확장되었을 뿐만 아니라 교육적 실현 가능성이 탐색되었다. 이는 새로운 공학적 글쓰기 교수학습의 가능성을 여는 계기가 될 것이다. 또한 이와 관련하여 앞으로 구체적인 사례 연구와 교재개발 등이 체계적 진행되어야 할 것을 제안하고 있다.

ABSTRACT

This paper examines technical writing and teaching methods based on the perspectives of the complex learning system theory. So, the paper first discusses the constituent elements and characteristics of the complex learning system theory and continues to examine the potential of applying the complex learning system theory to new teaching methods. As a result, not only did the research expand the approach methods of providing technical writing education but also confirmed the potential of actual implementation. Such results will provide a leeway to start applying new teaching methods for technical writing education. Furthermore, the paper proposes more detailed case studies related to this topic as well as development of this research to produce textbooks and other higher level researches.

키워드

학습복잡계, 글쓰기교육, 창발성, 비선형성, 자기조직화, 프랙탈 구조

Key word

complex learning system, technical writing, emergence, non-linearity, self-organization, fractal geometry

* 충남대학교 국어국문학과 (lucia0359@hanmail.net)

** 한밭대학교 컴퓨터공학과

접수일자 : 2010. 06. 07

심사완료일자 : 2010. 06. 28

I. 서 론

교육의 본질은 인간이 인간으로 살아가는 사회적 약속과 제도적 규약, 문화적 상징체계를 습득시키려는 목적에서 출발한다. 이러한 교육을 통해 인류는 미래의 문명, 새로운 삶의 방식을 창조하고 변화시키는 원동력으로 활용하여 왔다. 이와 관련한 학습이론이나 논의도 다양하여 그간 수많은 교육방법들이 제시되어 왔을 뿐만 아니라 미래지향적인 연구도 활발하게 진행되고 있다.

20세기 전반의 교육이 진보주의, 향존주의, 본질주의, 재건주의의 철학 속에서 성숙, 행동, 인지의 교수학습이론을 강조하여 왔다면, 20세기 후반에 부각된 실존주의, 기호학, 해석학, 현상학 등의 철학은 구성, 인간, 다문화에 대한 교수학습이론을 발전시켰다.[1] 각각의 학습이론들은 나름의 문제의식과 해결의 과정을 바탕으로 도전과 변화에 순응하며 부단히 진화될 수밖에 없었으며, 그 과정은 지금도 계속되고 있다.

그 가운데 21세기의 글쓰기 교육은 앞선 변화모형의 교육관에 보태어 지식기반사회의 요구와 시대적 패러다임을 적용하는 새로운 글쓰기 방법론의 고민을 요구하고 있다. 이제 복잡한 사회가 원하는 글쓰기의 자질은 자신이 속한 사회·문화공동체 내에서 성공적으로 역할을 수행할 수 있는 능력을 포함하도록 한다. 특히 최근 관심의 폭이 넓어진 이공계 학생들을 위한 공학적 글쓰기 교육 역시 이러한 구성요소에 초점을 두어야 할 것이다. 공학적 글쓰기는 그 학술적 특성과 사고의 표현문제에 있어서 일반적인 글쓰기교육이론의 틀만으로는 해결하기 어려운 부분을 함의한다. 이는 새로운 시각과 과학적 접근으로 공학적 글쓰기의 교수방법을 제시하고 실행해야 한다는 필요성을 요구하는 것이기도 하다.

따라서 연구자는 새로운 패러다임의 시각으로 글쓰기 교육을 바라보고 기존의 글쓰기 전략과는 다른 관점에서 공학적 글쓰기의 교육적 방향을 제안하고자 한다. 이는 유연한 사고와 미래지향적 시선에 의해 변화를 모색하는 과정이 될 것이며 새로운 교육적 모델을 발견하여 공학적 글쓰기 교육의 기대가치를 높일 수 있는 계기가 될 것이다.

II. 복잡계 패러다임과 학습복잡계

‘복잡계’(Complex System)라는 새로운 글로벌 패러다임은 기존의 패러다임들과 교류하고 경쟁하면서 오랜 시간에 걸쳐 누적되고 축적되어온 사고이다.[2] 세상을 구성하는 다양한 요소들의 다이나믹한 상호작용과 그로부터 공통의 질서가 존재한다는 복잡계 이론은 출현과 함께 학계의 화두로 부상하였다. 과거의 결정주의적 선형인식론을 넘어서 자연과 사회 현상에 대한 새로운 해석을 시도하기 시작하였으며[12] ‘창발(emergence)’을 핵심 주제 개념으로 앞세운 이 이론은 현재 자연과학을 비롯한 사회과학분야에서 활발하게 응용되고 지지의 폭도 넓혀가고 있다.

복잡계의 기본적인 특징과 구성요소들의 다양한 정보전달, 학습, 적응능력들을 고려하여 사회·경제계를 기술하기 위한 확장된 개념 형태로 출현한 것이 ‘복잡적응계(Complex Adaptive System)’이다.[7] 이러한 복잡적응계의 의미 있는 이론 적용 및 발전 가운데 하나가 ‘학습복잡계’이다.

학습복잡계는 복잡성 과학의 핵심원리를 학습이 발생하는 과정에 적용하여 학습현상을 하나의 복잡계로 바라보려는 관점이다.[4] 즉 학습활동이 발생하는 학습체계는 자기조직성, 창발성, 비선형성, 비가역성 등 복잡계가 요구하는 네 가지 특징에 연결되어 있으며 이를 담보한다. 이들 특성을 살펴보면 첫째, 학습복잡계는 자기조직적으로써 학습주체인 학습자의 발전적 동인에 의해 움직인다. 학습활동의 전개에 있어서 내외부적인 상호작용을 통해 혼돈의 가장자리를 지나면 본격적인 자기조직적 학습활동을 전개하는데 이 때 학습복잡계를 움직이는 동인 자체는 자생적이고 자발적이며 내재적인 특성을 지닌다.

둘째, 학습복잡계는 창발성을 갖는다. 학습은 다양한 구성 요소들과 환경 요인들 간의 역동적인 상호작용의 과정이다. 이때 특정한 임계점을 전후하여 조건이 변함에 따라 거시적인 상태의 현격한 변화가 일어나게 되는데 이를 창발현상이라고 한다.[2] 즉, 시스템이 무질서한 상태이거나 질서를 모르는 혼돈의 상태였다가 임계점에 접근하면 구성요소들이 규칙을 갖고 모이면서 새로운 질서를 만들어내는 현상이 관찰된다. [3] 학습의 창발성 역시 유의미성의 발견과 동시에 새로운 가능성이

탐색되는 미지의 영역으로 유도되는 지점이 발견된다는 것이다.

셋째, 학습복잡계는 비선형적이다. 학습은 사전에 계획되고 처방된 과정을 따라가는 선형적인 형태가 아니라 불확실한 상황에서 비결정론적으로 발생하는 것이며, 자기 조직적 창발현상을 동반한 예측 불가능한 과정이다. 이러한 상황 적응적 학습이 발생하는 비선형성은 다양한 변인과 자기 주도적 학습을 통한 체험적 깨달음의 중요성을 강조하고 이를 극대화시킨다.

넷째, 학습복잡계는 비가역적이다. 학습자체는 이전의 학습단계와 과정에서 발생한 학습결과와 전혀 다른 문제의식으로 새롭게 구성되고 이는 비가역적현상이라고 할 수 있다. 학습의 비가역성은 학습된 전체 결과를 부분 분석적 결과로 설명하거나 증명할 수 없으며, 또한 부분적 분석 결과 역시 전체적 학습결과로 환원할 수 없다는 의미를 포함한다.

학습복잡계의 이러한 특징들은 학습초기 조건의 민감성, 학습혼돈의 가장자리, 자기 조직적 학습과 공진화, 창발적 학습과 학습의 상호의존성, 프랙탈 학습과 자기 유사성, 편차증폭 피드백과 학습의 자기증폭 등과 같은 구체적 개념들에 닿아 있다.[5]

연구자는 학습복잡계의 특징을 비롯하여 핵심원리의 의미를 파악하고, 그 가운데 교육적인 관점에서 해석이 가능한 몇 가지 개념들을 글쓰기 교육에 적용하여 새로운 공학적 글쓰기 교수방법을 제안하고자 한다.

Ⅲ. 학습복잡계와 공학적 글쓰기 교육

1. 글쓰기 교육의 초기 조건과 민감성

학습복잡계의 핵심원리 가운데 교육의 결과는 초기 값에 민감하다. 이는 글쓰기 교육의 결과에서도 마찬가지로 특성을 갖는다. 글쓰기는 학생의 수준, 언어사용 능력, 심리적 요인, 전문성에 대한 배경지식과의 관련성, 텍스트의 이해 등의 특성을 충분히 고려하지 않는다면 좋은 효과를 얻기 어렵다.

글쓰기 교육에 있어서 초기 조건의 민감성 측면은 공학도 개인의 다양한 특성에서 영향을 받게 된다. 이는 학습자의 학습양식을 파악하고 진단하여 적합한 교수법을 찾는 것이 중요하다는 의미이다. 이 과정은 글쓰기의 전체 여정에서 질적인 우수성을 좌우하는 최소의 요건

이 되기도 한다. 학습자의 학습양식은 교수자와 상호작용을 통해 학습자의 개별성과 다양성을 함양할 수 있는 주요 변수로 작용할 수 있다. 학습은 실제로 인지적, 정서적, 심리적인 여러 작용들이 역동적 반응과 상호작용을 통해 이루어진다. 그러므로 초기 조건의 민감성은 이 부분을 무시하거나 소홀히 할 수 없다. 이는 특히 교수자의 섬세한 노력을 필요로 한다. 왜냐하면 학생의 수준과 능력을 고려한 글쓰기교육 모델, 학습방법을 고민하고 적절히 제시한다면 학생들이 텍스트를 생산하고 제작하는 과정에서의 오차를 줄일 수 있기 때문이다.

이소영은 카오스 이론, 혼돈 현상이 언어적 현상의 본질과 서로 통해 있다고 분석하면서 ‘언어는 많은 사용자에 의해 다양한 환경에서 사용 되는 다양한 변수를 가진 현상’이라고 파악하였다.[11] 그러므로 텍스트의 수용은 개인의 환경에 따라 끊임없이 변화할 수밖에 없는 것이다.

그러므로 글쓰기 교육에서 핵심적으로 언급해야 할 점은 절대적 진리로서의 지식 사용이 아니라 글쓰기 자체가 사회 구성원으로서 상호작용의 결과물이 되어야 한다는 점이다. 동시에 글쓰기 교육은 문화적 산물이며 사회 공동체의 참여와 개인적 흥미가 맞닿아 학습자에게 유의미함을 습득시킬 수 있는 것이어야 한다. 학습자에게 유의미한 교육이 되기 위해서는 다양한 개인의 문화적, 개성적인 차이가 반드시 글쓰기 초기 교육에서 반영되어야 한다.

그러므로 텍스트 생산의 오차를 줄이고 민감한 초기 값을 계산해 최대의 효과를 얻기 위해서는 글쓰기 교육의 선수학습이나 수준점검, 평가 등의 기획단계가 제시되고 실천되어야 한다. 또한 글쓰기 교육의 주요 시사점 가운데 하나는 시작단계의 검토도 중요하지만 주제탐색과 방향설정, 내용생성을 적절히 진행할 수 있는가에 대한 개인적 분석과 설계측면도 중요하다. 개인차와 관점, 글에 대한 형식적 이해와 분석과정이 선행되지 않는다면 좋은 텍스트 생산의 결과 예측은 어렵다고 보아야 한다. 즉, 학생필자에게 구체적인 내용생성을 위해 경험, 배경지식, 주제를 찾기 위한 문제발견, 하고 싶은 이야기, 비판적인 시각, 창의적인 아이디어 등을 발견할 수 있도록 초점을 맞추고 독창적인 내용과 소재들을 생성할 수 있도록 대화를 통해 스스로 쓸거리를 발견하게 하는 방법이 연결되어야 한다.

초기 과정의 작은 차이를 어떻게 제시하고 지도했는

가의 관점조차도 학습복잡계에서는 텍스트의 결과에 예측할 수 없을 만큼의 변화를 발생시킨다고 본다. 따라서 충분한 개별성의 접근을 유도하고 글쓰기의 작업 진행 과정에서 발생하는 다양한 문제들에 적절한 대응이 가능하도록 상황적응학습도 이루어져야 한다. 이는 자기주도적 학습력과 체험에 의해서 향상되어야 할 기술적인 부분도 있으나 자신과 그 주위의 타인과 도구, 맥락, 환경과 같은 요소들의 상호관계를 살피는 훈련도 함께 진행되어야 함을 의미한다.

2. 프랙탈 학습과 공학 텍스트의 유사성

복잡계의 현상 가운데 하나인 카오스 이론에는 ‘쉽게 파악할 수 없지만 일정한 규칙과 질서가 존재한다는 개념의 결정론적 카오스’가 있다. 이 결정론적 카오스에는 ‘기이한 끌개(strange attractor)’의 작용이 따르는데 이 기이한 끌개는 무한히 많은 층으로 이루어졌을 뿐 아니라 프랙탈(fractal)구조를 지니고 있다.[2] 이때 프랙탈 구조의 가장 중요한 특징은 자기유사성이다. 자기유사성이란 ‘어떤 도형의 작은 부분이 전체 도형의 축소된 상’이라는 원리이다.

학습복잡계에서 프랙탈과 자기유사성의 발견은 ‘주어진 문제 상황이나 도전 과제를 해결해가는 과정에 있어서 순환적 자기 유사성을 발견하고 이를 근간으로 전체에 대한 이해를 도모할 수 있게 해야 한다’는 것을 의미한다.[4] 글쓰기 과정의 순환적 자기 유사성은 텍스트의 포괄적인 형태를 반복하거나 글을 쓰는 과정 전체에서 자주 발견되는 현상이다. 특히 과정중심 혹은 문제해결 글쓰기의 각 단계별 해결방안이나 집필을 위한 하위 요소들의 연결과정은 모든 글쓰기에서 반복적으로 나타난다. 예를 들어 문제해결 과정중심은 크게 ‘쓰기 전 단계→내용생성단계→구조화단계→쓰기활동단계→정리단계’로 진행되는 데 이 교수-학습의 모형은 과정중심 쓰기교육의 일반적인 모형에 문제해결글쓰기의 모형을 결합한 형태로 볼 수 있다. 각각의 단계별 절차를 하위 전략의 세부적인 활동 내용들로 구성 된다.

이러한 교수 학습의 모형은 탐색과 문제설정, 과학적 사고와 기술하기 등을 바탕에 두고 그 상위 과정에 글쓰기의 행위를 중시하는 것이다. 즉, 각각의 단계에서 문제를 해결하고, 매 단계는 필요에 의해 수정과 회귀의 작업을 반복하게 된다. 그러나 각각의 단계가 독립적인 활동으로 이루어지는 것은 아니다. 즉 쓰기 전 단계와 내용생

성단계가 결합하기도 하고, 내용생성 단계와 구조화 단계가 결합하기도 한다. 또한 쓰기 전 단계와 내용생성 단계와 구조화 단계를 하나의 과정으로 결합하기도 한다. 이러한 과정의 반복은 공학도 글쓰기의 유형을 이루는 대부분의 텍스트에서 나타나는 유사한 현상이다. 뿐만 아니라 공학적 글쓰기의 자기 유사성은 과학적 사고의 전형성에서도 발견된다. 공학도가 써야 하는 글의 특성상 과학적 사유는 기본전제이다. 비판적으로 사고하기, 분석하기를 비롯하여 관찰하기, 논리적으로 생성하려는 패러다임으로 사고하기, 객관적이며 논증적으로 판단하기, 추론하기, 해결방안 모색하기 등을 자연스럽게 요구하는 것이다.

따라서 프랙탈의 자기유사성 글쓰기는 구조적 이해와 순환적 특성의 발견 및 경험을 반복하면서 다양한 메타포를 통한 깨달음을 얻게 한다. 또한 부분을 학습하고 전체를 이해하는 통찰이 가능해지며 구조적 유사성을 인식하게 한다. 이러한 인식과 경험체들은 글쓰기의 효율성을 높이고 세련된 필력을 갖게 할 것이다. 즉 공학도들은 쉽게 다양한 텍스트를 이해하고 관계의 접점을 발견하게 하는 통찰력을 키울 수 있게 된다.

공학적 글쓰기의 유사성은 텍스트 간에도 존재한다. 글을 쓰는 과정이나 문제해결의 방법적 접근의 유사성 외에도 내용의 전개와 구성, 진술하는 담화공동체적 언어사용의 유사성, 텍스트의 유사성들이 그것이다. 예를 들어 실험보고서는 연구보고서 혹은 학술 논문과 매우 유사하다. 텍스트 내용 측면에서 원고의 양이 많고 적음의 차이는 있으나 핵심적으로 다뤄야 하는 구조면이나 전개적 측면은 서로 매우 닮아 있다. 또한 이를 종합하면 종합설계부분의 글쓰기들과도 유사한 구조와 내용을 포함한다. 따라서 하나의 텍스트를 익히고 나면 다음 단계의 텍스트는 훨씬 수월하게 습득하게 되는 효율성을 얻게 된다. 그러므로 체계적인 기준에 의한 전달과 교수 학습 방법을 적용한다면 공학적 글쓰기 교육의 결과는 긍정적인 효과를 얻을 수 있을 것이다.

3. 창발적 학습으로서의 공학적 글쓰기

유기체의 창발성이란 복잡한 과정이 예측되지도 않고 누적되지도 않았지만 어떤 새로운 결과로 나타나는 것을 말한다.[14] 복잡계는 수많은 구성요소들로 이루어져 있다. 이들은 상호 작용을 통해 촘촘한 그물의 연결망처럼 엮여져 어떤 질서를 유지한다. 구성요소들의 각각

은 독창적인 특성을 지니고 있지만 이들의 상호작용 과정에서는 예상하지 못했던 새로운 질서가 나타나기도 한다. 이러한 새로운 질서를 창발현상이라고 한다.

창발과 학습과의 관계에 대해 유영만은 ‘학습자 집단에서 진보적인 사고나 행동을 취하는 학습자가 많아지면 전체 학습자가 앞서서 다른 생각과 행동을 한 학습자를 따라 하는 현상’이라고 설명하고 있다.[4] 학습에서 창발이 발생하기 위해서는 구성요소인 학습자도 전적인 과제와 문제 등과 씨름하면서 그 집단 내외에서 발생하는 다양한 학습요동을 경험해야 한다. 이러한 경험들이 반복되고 누적되면서 학습 여정이 혼돈의 가장자리 지점을 넘어서게 되면 창발적인 자기 조직화 과정이 발생하는 것이다. 더욱 중요한 것은 학습자의 창발은 외부적인 섭동의 영향도 중요하지만 내면적인 요동의 영향이 어떠한 것이냐에 따라 달라질 수 있다는 점이다.

공학적 글쓰기의 창발은 외부적 요인과 내부적 요인의 다양한 원인들의 영향에서 발생한다. 기존의 공학적 글쓰기는 여러 상황과 내면적인 질서가 체계를 갖추지 않은 상태에서 교육되고 있었다. 공학교육인증이 요구하는 제도의 도입과 실현은 공학도의 글쓰기 교육에도 중요한 핵을 그었다. 공학교육인증의 목적은 지식기반 중심 사회에서 능력을 발휘할 수 있는 전문인을 양성하고자 하는 것이다. 또한 사회현실적인 측면에서 공학인의 의사소통능력의 대두, 글로벌 기준의 소양 능력요구, 학제간의 융합과 통섭의 필요성, 문서작성과 관련한 실무중심 교육의 요구 등 다양한 전문적, 실용적, 도구적 필요성은 공학도들에게 글쓰기 능력 신장을 필수불가결한 요소로 인식하도록 하였다.

이러한 사회적 교육적 요구의 변화는 공학도들이 가지고 있던 과거의 불필요한 글쓰기, 편견적 글쓰기에 대한 인식에 혼돈을 발생시켰다. 글쓰기 자체가 해결해야 할 당면의 미래지향적 과제의 출현이 된 것이다. 공학도들에게 글쓰기의 중요성은 점차 강하게 부각되기 시작했고 취업을 준비하며 겪게 되는 다양한 문제들은 새로운 글쓰기 교육에 대한 동기를 유발시켰다. 따라서 그에 따른 글쓰기교육의 관심은 학교를 비롯한, 학생 개개인 구성원들에게까지 그 필요성을 극대화시키기 시작한 것이다. 즉 글쓰기 주체자인 학생들은 적극적으로 문제 해결에 개입하고자 하는 욕구를 보였고, 다양한 유형의 텍스트에 관심을 갖기 시작하였다. 그러므로 공학적 글

쓰기 교육의 방향과 접근은 이 부분에 주목할 필요가 있는 것이다.

4. 필자의 자기 조절 학습화

구성원들의 자기 조직적 변화는 구성 집단에서 일어나는 내외부적 요인들의 영향에 의해 더욱 강화되기도 한다. 또한 역동적인 상호작용을 통해 자생적으로 발생하기도 한다. 이러한 과정은 비선형적이며 활동이 전개될수록 주어진 내용에 대한 통찰력을 바탕으로 보다 심화되고 체계적인 활동으로 연결된다. 즉 공학교육에서의 글쓰기 인식의 변화와 지식기반사회의 변화 요구 및 실용성 등은 글쓰기의 필요성을 극대화 시켰다. 이들의 상호작용으로 인하여 문제 상황, 학습 환경, 행위자의 개인 욕구 등이 함께 변화하고 성장해 가게 된 것이다.

글쓰기의 창발성이 집단의 변화에서 발생한 질서의 새로운 실증적 현상이라면, 글쓰기의 자기 조직화는 스스로의 정체성과 변화를 찾아 부단히 스스로를 새로운 단계로 진입시키려는 자기초월의 과정이다. 자기조직화의 시스템은 시스템 내부의 상호작용이 비선형적으로 증폭되면서 기존의 지식, 정보에 의해 유지되고 있던 질서를 창조적으로 파괴하고 안정상태의 경계를 넘어서고자 하는 자기초월의 매커니즘을 내재시킨다.[13]

자기 성찰에 대한 내면적 요동은 글쓰기의 각 단계에서 행해져야 한다. 예를 들면 글쓰기의 각각 단계와 과정 및 절차들은 학생필자 개인의 조정능력에 따라 달라질 수 있다. 즉, ‘자기조절학습’이란 학습자 스스로 자신을 이해하고 규제하며 능동적인 참여를 통해 높은 수준의 필자가 되기 위한 절대적인 조율조건이다.[6] 자기조절학습의 형태로써 글쓰기는 주어진 정보를 우선 받아 들여야 하고, 그 정보들을 조직하고 축적할 수 있어야 한다. 또한 받아들인 다양한 정보를 선별하여 관련 정보와 불필요한 정보를 구분할 수 있어야 한다. 뿐만 아니라 기존 지식을 탐색하고 필요한 새 지식을 연결할 수 있어야 한다. 연결한 지식을 통해 수행해야 할 과제의 과정과 순서를 조직할 수 있어야 하며, 주어진 정보와 변형된 정보의 추적을 통해 필요한 정보 또는 과정의 반복으로 얻어진 지식들을 내면화할 수 있어야 한다. 글쓰기의 완성된 결과는 이렇게 습득된 정보를 바탕으로 텍스트를 조직하고 이를 스스로 다시 점검, 평가할 수 있어야 한다.

학생필자는 글을 쓰는 각 단계와 과정에서 자신의 글과 세부내용들을 꼼꼼히 스스로 평가하고, 질문하며 기록하여야 한다. 뿐만 아니라 적극적인 태도로 새로운 방안을 모색하고 탐구하며 글쓰기의 진행사항에 의미 부여라는 확신을 갖도록 자기강화를 시도해야 한다. 이러한 필자태도의 자기 주도적 참여는 유형별 텍스트에 대한 이해와 훈련을 통해 글쓰기 능력신장으로 변화를 유도한다. 이는 글쓰기 교육의 궁극적인 목적인 유능한 필자, 능숙한 필자로 성장시키는 계기가 될 것이다.

또한 글쓰기를 내면화된 행동의 문제로써 개인이 해결해야 할 고급문화의 형태로 이해하려는 노력이 선행되어야 한다. ‘글쓰기는 실천공동체의 참여 문제이며, 개인의 전인격적인 문제와 결합되어야 한다는 것’이 개인적 기준의 이상적인 개념이다.[9] 즉 학습 및 글쓰기로서 어떤 지식의 과제를 달성하는 것은 개인의 내면화를 넘어서는 것이며 세계 안에서 행위 하는 것이라는 인식이 필요하다. 따라서 교수자는 학생필자들의 자기조직화를 강화하도록 하고 이를 극대화할 수 있도록 자극 및 격려해야 할 것이다.

5. 공학적 글쓰기의 되먹임 전략

모든 유기체는 외부의 힘과 관계없이 스스로를 변화시키려는 능동적인 힘, ‘조형력’을 가지고 있다. 이 조형력은 유기체의 다양한 요소들을 상호작용하도록 하여 자기 조직적 현상을 갖게 한다.[8] 이 과정에서 유기체는 자신의 형상을 유지하고 적응된 상태를 지속하기 위해 끊임없이 변화하는 역동성과 순환의 피드백(feedback : 되먹임) 과정을 경험한다.

유기체의 변화에 필요한 역동성과 순환의 피드백을 복잡계에서는 시스템 사고의 핵심이 되는 ‘되먹임 사고’라고 한다. 시스템은 되먹임 고리가 존재하기 때문에 비선형성을 가지며 변화하게 된다. 복잡계는 다양한 되먹임 구조의 총합으로 구성되어 있으며 복잡계에서 의외의 결과가 발생하는 것도 시스템의 되먹임 구조가 다양하기 때문이다.

글쓰기에서 되먹임은 매우 유용한 전략 가운데 하나이다. 글쓰기의 되먹임은 크게 두 가지 기준에서 실행되어야 한다. 하나는 글쓰기 자체에서 겪는 과정을 피드백하여 수정하거나 조정하는 작업이고, 다른 하나는 글을 쓰는 공학도의 자세와 태도의 문제, 습관의 문제를 살펴보는 작업이다.

글쓰기 자체의 피드백은 단계별 적용이 필요하며 각 단계마다 적절한 되먹임 활동이 요구된다. [10] 우선 계획하기 단계에서는 제시된 주제에 관해 글감을 마련하고 개요를 작성할 때, 주제가 지닌 참신성과 글감의 유효성, 개요의 논리성을 살펴보아야 한다. 작성하기 단계에서는 앞에서 계획했던 내용에 구체적인 문장과 단락을 언어로 표현하는 과정이므로 글의 윤곽을 잡고 내용을 풍부히 하며 개요와의 일관성, 주제와의 통일성을 생각하여 진지하고 성실하게 글을 써야 한다. 또한 수정하기와 편집하기 단계에서는 필자가 작성한 글을 내용과 형식에 맞게 적절히 바꾸거나 초고를 전체적으로 수정하는 최종단계이므로 내용적인 요건과 형식적인 요건 전반에 대한 피드백이 이루어져야 한다.

그러나 이때 모든 과정의 피드백은 순환적인 형태로 진행되어야 한다. 하나의 단계가 지났다고 해서 반드시 다음 단계로 진행되는 것이 아니라 언제든지 필요한 부분으로 되돌아와 수정할 수 있어야 한다.

다른 하나의 되먹임은 공학도의 자세와 태도의 문제, 습관의 문제를 돌아보는 것이다. 글쓰기의 과정에 크게 영향을 미치는 요인은 필자요인, 독자 요인, 글 요인, 작문의 상황 요인 등이다. 같은 글을 쓰게 되더라도 누가 쓰는가에 따라 내용이나 수준은 달라질 수 있고 누가 읽느냐에 따라 글의 평가가 달라질 수 있다. 그러므로 좋은 글을 쓰기 위해서 필자는 스스로 자신의 태도를 점검하는 과정이 필요하다. 글쓰기 자체에 대한 긍정적인 감정, 글을 쓰기 위한 준비자세 점검, 글쓰기에 대한 자신의 평가 기준 등을 마련하고 적극적인 자세를 갖도록 노력해야 한다.

6. 학습의 비선형성과 비가역성 인식

일반적으로 선형성이란 부분의 값을 더하면 전체의 값이 된다는 것을 의미한다. 소리나 빛은 일반적으로 선형 시스템이다. 그러나 비선형성은 거의 언제나 합산이나 평균에 의해 예측하는 것보다 훨씬 복잡한 집합적 행동을 나타내게 된다. 예를 들어 협주곡을 듣고 각각의 소리에 귀를 기울이는 것은 선형성이지만 두 소리가 합하여 인간에게 감동을 주는 것은 비선형성이다.[15]

학습복잡계의 기준에서 글쓰기는 사전에 계획되고 의도한 대로 진행되는 선형적인 과정은 아니다. 즉, 불확실한 상황에서 다양한 요인들이 결합되고 상호작용하

는 가운데 비결정론적으로 발생하는 비선형적이며 비가역적인 과정에 가깝다. 비선형성은 요소와 요소들 사이의 원인과 결과의 과정이 예측하기 어렵고 불안정하며 불확실한 비평형체계를 나타낸다.[2] 특히 학습복잡계의 글쓰기는 초기 조건의 민감성에 의해 예측이 불가능할 뿐만 아니라 자기 조직적인 과정이 선행되고 되먹임이나 성찰의 과정을 병행하기 때문에 언제 어떻게 변화가 일어날 지 알 수 없는 요소들을 포함하고 있다. 대부분의 많은 공학도들은 이 점에서 복잡한 여러 상황들을 만나게 되고 수정과 조절을 반복하지 않을 수 없다. 이러한 비선형성은 자기주도적 학습력을 강화시키고 자신의 내면적인 능력배양에 영향력을 갖게 한다. 스스로 깨닫고 스스로 체험하고, 스스로 다양한 문제를 해결하는 과정에서 성장하고 발전하고 변화할 수 있는 것이다.

이 과정을 통해 성장한 글쓰기 능력은 확연히 과거의 그 능력과는 다른 특징을 갖는다. 일부는 과거의 구축된 결과로 얻어진 변화이겠지만 이전과는 전혀 다른 시각과 문제의식, 해결방법을 습득한 이후, 한 차원 높은 수준의 새로운 결과물이 될 것이라는 점이다. 따라서 이는 비가역적이라고 할 수 있다. 이러한 비가역적 특징은 시간을 되돌려 보았을 때 환원할 수 없는 상태의 변화를 의미한다.

궁극적으로 글쓰기의 비선형적이며 비가역성의 인식은 능숙한 필자로 거듭나는 과정이 과거의 수준과 현저히 다른 상태로 '상전이'를 의미한다. 그러므로 이에 대한 정확한 인식이 따른다면 공학적 글쓰기 교육은 한 차원 높은 단계에서 실행될 뿐 아니라 새로운 패러다임으로서의 이론적 기반을 갖게 될 것이다.

IV. 결론

그간 이공계 학생들을 위한 글쓰기 교육은 기존의 작문교육 이론의 범주에서 학문적 특성이나 현실성을 수용하지 못한 채 실시되어 온 것이 사실이다. 그러나 이제 시대의 변화와 요구에 부합하는 거시적 관점에서 접근하여, 다양한 시각, 통합적 인식으로부터 새로운 방안의 글쓰기 교육을 모색하고 적극적으로 적용해야 할 시기가 아닐까 생각한다.

학습복잡계의 시각처럼 글쓰기의 상황별 초기조건

의 민감성을 이해하고 공학적 글쓰기의 프랙탈 구조를 찾아 설계 및 교육할 수 있다면 부분적이거나 해결의 방법은 모색될 것이라는 기대를 한다. 또한 글쓰기의 과정에서 구성원들이 접하게 되는 다양한 문제들의 되먹임 전략과 자기 성찰과정을 통해 스스로를 조직하고 발전 지향의 의지를 키울 수 있게 한다면 이는 개인과 조직, 조직과 사회, 사회와 국가가 함께 성장하고 변화하는 공진화의 거시적 새로운 질서를 형성하는 초석이 될 것이다. 공학적 글쓰기 교육과 학습복잡계의 결합 이론은 이러한 의도에서 비롯되었으며 이는 앞으로 꾸준히 새로운 전략과 접근의 방안들을 모색하기 위한 기회로 작용되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 고재희, 『통합적 접근의 교육방법 및 교육공학』, 교육과학사, 2008, 62쪽.
- [2] 윤영수·채승병, 『복잡계 개론』, 삼성경제연구소, 2005, 39-43쪽 참조.
- [3] 스투어트 카우프만, 『혼돈의 가장자리』, 국형태역, 사이언스북스, 2002, 37쪽.
- [4] 유영만, 「학습복잡계 ; ‘복잡한’ 학습현상 이해를 위한 복잡성 과학적 접근」, 『복잡계 이론과 현실, 생산적 적용의 모색』, 삼성경제연구소 복잡계센터, 2006, 21쪽.
- [5] 조기순, 『학습복잡계 기반의 집단 창의성 발현에 관한 연구』, 한양대학교 박사학위 논문, 2009, 16-18쪽 참조.
- [6] 나일주, 『교육공학관련 이론』, 교육과학사, 2007, 183쪽.
- [7] 존 홀런드, 『숨겨진 질서』, 김희봉역, 사이언스북스, 2001, 31쪽.
- [8] 리처드 도킨스, 『눈먼 시계공』, 이용철역, 사이언스북스, 2004, 278-279쪽 참조.
- [9] Lave, J. & Wenger., *Situated learning; Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press, 1991, p.15.
- [10] 오윤호, 「대학 글쓰기의 효과적인 피드백 방안」, 『한민족문화연구』, 제25집, 2008, 145-147쪽.
- [11] 이소영, 「카오스 이론과 텍스트 언어학 - 텍스트

- ‘성’에 나타나는 복잡성구조 고찰-], 『텍스트 언어학』 제13호, 2002, 145쪽
- [12] 민병원, 『복잡계로 풀어내는 국제정치』, 삼성경제연구소, 2005.
- [13] 류승동 · 최창현, 「조직 환경과 자기 조직화 조직의 특성들 간의 관계 분석」, 『경영논집』 제14호, 11쪽.
- [14] 최창현, 『복잡계로 바라본 조직관리』, 삼성경제연구소, 2005, 52쪽.
- [15] 미첼 월드롬, 『카오스에서 인공생명으로』, 김기식 · 박형규 역, 범양사, 2006, 105-106쪽.

저자소개



김혜경(Kim, Hae Kyung)

2004년 충남대학교 대학원
국어국문학과 석사

2010년 충남대학교 대학원
국어국문학과 박사

※ 관심분야: 공학교육, 공학글쓰기, 학습복잡계



김차종(Kim, Cha Jong)

1984년 광운대학교 컴퓨터공학과
졸업

1986년 광운대학교 대학원
컴퓨터공학과 석사

1991년 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사

※ 관심분야: Web Services, SNS, 공학교육, 복잡계이론