

수학에서의 포스트모던 경향 - 퍼지논리를 중심으로

서경대학교 응용수학과 박창균

Abstract

It can be said that postmodernism shows a tendency to be anti-Descartes in the sense that it criticizes modern rationality which has started from Descartes. This paper suggests the relationship between modernism and postmodernism and that between traditional Mathematics and fuzzy logic in three aspects, and shows that fuzzy logic tends to be a postmodern science in Mathematics.

0. 서론

오늘날을 흔히 포스트모던 시대라 한다. 포스트모던이라는 단어는 이제 일반인에게도 익숙한 단어가 되었고 이에 대한 논의가 한때 대학가에 붐을 이루었던 때도 있었다. 포스트모더니즘을 규정하기는 쉬운 일이 아니다. 왜냐하면 포스트모더니즘에 대한 논의가 워낙 복잡하고 그 자체가 일의적 정의를 거부하기 때문이다. 포스트모더니즘은 좁게는 문학과 예술 그리고 넓게는 문화 전반에 걸쳐서 나타난 지금 현 시대를 나타내는 가장 핵심적인 시대 정신이라고 할 수 있다. 혹자는 포스트모더니티와 포스트모더니즘을 구분한다. 이러한 입장에 있는 사람들은 포스트모더니즘을 포스트모더니티의 하위개념으로 포섭하여 그것을 주로 포스트모더니티라는 시대정신이 예술이나 문학 등에서 발현된 양식으로 이해하고 있지만 본고에서는 이 둘을 특별히 구분하지 않고 사용할 예정이다. 그리고 '포스터모던적'이라는 단어도 넓은 의미로 포스트모더니즘과 포스트모더니티의 형용사로서 기능할 것이다. 포스트모던 과학이란 용어도 포스트모더니즘의 영향을 받은 과학과 관련된 논의에 사용하고 있는 것은 주지의 사실이다. 마찬가지로 모더니즘과 모더니티도 같은 의미로 사용하기로 한다.

모더니즘이 데카르트 이후의 이성중심의 확실한 지식을 추구하는 철학과 이를 포괄하는 문화를 가리킨다고 한다면, 모더니즘은 다음과 같은 신념으로 구성되어 진다고 할 수 있다.

곧 이성적인 주체, 주체의 인식에 의해 표상되는 실재, 보편적인 과학의 논리와 방법, 지식은 선형적 제일원리나 감각적 경험이라는 확실한 기초를 가져야 한다는 토대주의, 연구 대상에 내재해 있는 본질을 인식할 수 있다는 본질주의 등이 그것이다. 포스트모더니즘은 이러한 모더니즘의 신념 내지 전제에 대한 근원적인 반성이다. 이렇게 된 데에는 부작용과 모순을 드러낸 모더니즘을 가지고는 역동적인 역사적 현실을 해명할 수 없다는 인식이 작용했다고 보여진다. 포스트모더니즘은 모더니즘의 핵이라고 할 수 있는 이성 중심주의를 해체하려고 하고 학문의 보편적 논리와 방법을 인정하지 않을 뿐만이 아니라 토대주의나 본질주의를 비판한다. 따라서 모더니즘을 해체하려는 포스트모던적 학문은 이론이나 체계의 비결정성, 불연속성, 파국성, 모순성에 관심을 갖고 오히려 차이나 불일치에 의해 정당화된다. 또한 포스트모더니즘은 모더니즘과는 달리 언어의 의미는 고정적인 것이 아니며 근본적으로 포착하기 힘들다고 본다.

그러면 포스트모더니즘은 수학과는 어떠한 관계가 있는가? 일반적으로 수학이라는 학문이 확실한 토대를 가지고 있고 엄밀성을 추구한다고 인정되기 때문에 수학과 포스트모더니즘과는 가장 어울리지 않는다고 생각될 수 있다. 그러나 20세기 후반의 수리철학은 이런 일반의 인식과는 전혀 다르다. 우선 수학은 수학의 기초를 확립하는 데에 성공적이지 못했고 수학의 무모순성에 대해 담보를 받지 못했다. 수학 자체 내에서 정체성을 보증을 받지 못한 결과 수학을 사회적 구성물로 보는 사회구성주의도 등장하였다. 사회구성주의자들은 수학을 포함한 과학을 사회에 의해 구성되는 것으로 파악하고, 정보화 사회에 있어서 포스트모던 과학의 유형으로 프랙탈이나 카오스이론 등을 제시한 바 있다. 그러나 본고에서는 퍼지논리가 수학의 포스트모던적 경향을 특징적으로 반영하고 있음을 보이려고 한다. 이러한 논의는 정보화 사회에서의 지식의 조건과 연결되어 있는데 퍼지논리는 이를 충족하고 있다고 여겨지기 때문이다.

일반인에게 퍼지논리는 주로 인공지능을 이용한 가전제품과 관련하여 알려져 있다. 따라서 퍼지논리가 인공지능을 구현하는 하나의 기법이기에 때문에 새로운 기법이 나오게 되면 수명을 다할 것이라고 생각하는 사람도 있다. 그러나 이것은 너무 성급한 태도이다. 왜냐하면 퍼지논리는 불확실하고 애매한 것을 다루어온 인류의 노력만큼이나 역사적 뿌리를 가지고 있고 또 기존 수학의 많은 부분을 기초로 하고 있기 때문이다. 흔히 퍼지논리의 시작을 1965년 자데교수가 '정보와 제어(*Information and Control*)'라는 잡지에 <퍼지 집합, Fuzzy Sets>이라는 논문을 게재한 것으로 생각하는 데, 이 시기는 인류가 추구해 왔던 근대합리주의 전통에 대한 한계를 인식하고 새로운 패러다임을 모색하는 시기와 거의 일치한다. 물론 퍼지논리가 어떠한 역사적 축적없이 역사의 어느 시점에 돌출된 것은 아니다. 퍼지논리의 제창자인 자데보다 약 30년 앞서서 철학자 블랙이 1937년 <애매함 Vagueness>이라는 논문에서 애매한 집합을 정의했다. 그러나 퍼지집합의 뿌리는 파스칼로 거슬러 올라갈 수도 있다. 파스칼은 데카르트와는 대조적으로 이성보다는 감정, 보편성보다는 개별성, 물질보다는 정신을 중시했다고 여겨지기 때문이다. 파스칼은 잘 알려진 대로 확률론의 창시자이다. 확률론은 전술한 애매성의 양상중에 랜덤니스(randomness)를 다루는 이론이며, 퍼지논리가 나오

기 전에 애매성을 다룬 거의 유일한 이론이라고 할 수 있다. 수학의 발전단계를 보면 수학은 그리스 기하학의 특성에 나타나있는 관념적인 수학에서 결정론적인 수학인 미적분학으로, 그리고 우연적인 것의 관심-확률론과 통계학-으로 그 대상이 변해왔다. 이 우연적인 대상 다음에 애매모호함을 다루는 퍼지논리가 등장하는 것은 어쩌면 자연스러운 일이다. 오늘날을 흔히 정보과학의 시대라고 부른다. 과학 기술이 물질을 대상으로 발전하다가 그 대상을 에너지로, 에너지에서 최근에는 그 대상을 정보로 옮긴 것은 애매성을 가급적 배제하려 했던 근대 합리주의 전통의 벽이 두터웠던 탓이라 여겨진다. 왜냐하면 정보란 인간의 인식을 배제할 수 없는 의미의 전달이기 때문에 애매성이 개재되어 있을 수밖에 없고 종래의 2차 논리로 이러한 정보를 담아내기에는 불충분하기 때문이다. 이러한 상황에서 인간의 언어나 사고가 가지고 있는 소거해 버릴 수 없는 애매성을 적극적으로 인정하고 수학적으로 다루어 보자는 입장에서 퍼지논리가 시작되게 된다.

퍼지논리의 제창자인 자데 교수에 의하면 퍼지논리는 두 가지의 의미-좁은 의미와 넓은 의미-로 사용되고 있는데 보통은 퍼지논리라고 하면 넓은 의미를 지칭한다고 한다. 넓은 의미의 퍼지논리는 경계가 불분명한 대상을 다루는 이론인 퍼지집합을 포함하여 흔히 말하는 퍼지이론을 총칭한다. 즉 X가 어떤 학문을 나타낸다면 X앞에 '퍼지'라는 말을 붙인 것- 퍼지 토폴로지, 퍼지 해석학, 퍼지 시스템, 퍼지 패턴인식, 퍼지 프로그래밍, 퍼지의사결정론 등-은 모두 퍼지논리가 되는 것이다. 이에 반해 좁은 의미의 퍼지논리는 정확하기보다는 근사적으로 수행되는 인간 추론의 양상에 모델을 제공하려는 목적을 가진 논리체계라고 정의된다. 본고에서는 퍼지논리를 넓은 의미로 사용할 예정이고, 수학과 논리 그리고 공학 등에 적용된 퍼지적 관점을 총칭한다.

본고는 먼저 모더니즘과 포스트모더니즘, 그리고 기존의 수학 및 논리와 퍼지논리를 각각 비교하며 그 관계가 유사한 구조-‘퍼지 동형적’-임을 보이고, 포스트모던 과학의 경향을 살펴볼 예정이다. 그런 후 퍼지논리가 포스트모던 과학의 한 경향이라는 것을 지적하려고 한다.

2. 본론

포스트모더니즘은 현대의 전반적인 문화현상을 잘 나타내고 있다. ‘포스트 모던’이라는 용어는 건축분야에서 먼저 쓰이기 시작했고 철학이나 과학보다는 건축, 문학, 예술 등에서 더욱 두드러지게 나타난 현상이다. 그러나 포스트모더니즘은 단지 표면적인 어떤 현상에 일어난 변화가 아니고, 세계를 보는 관점의 변화이고 그 동안 의식을 지배해왔던 모더니즘에 대한 근본적인 반성으로부터 비롯된 것이다. 서구에서는 2차 세계대전의 상처가 아물어 가던 60년대에 들어서서 철학사적으로 주목할 만한 강력한 운동이 전개되었는데 이 운동은 모더니즘이 전제하고 있던 이성의 절대성과 자아의 명증성, 언어의 도구성, 과학의 합리성과 객관성 등을 거부하는 모더니즘의 뿌리를 흔드는 것이었다. 이 소용돌이의 중심에는 철학적

해석학, 후기 구조주의, 새로운 과학철학이 자리잡고 기존의 패러다임 즉 모더니즘을 반성, 해체하고 전통적인 과학관을 기초부터 흔드는 '반(反)데카르트적'인 경향을 띄고 있었다[10].

현대철학은 포스트모던적이다. 왜냐하면 현대철학은 과학과 기술의 절대적 권위를 의심하고 세계의 의미근원으로서 인간주체가 그렇게 절대적이 아님을 주장한다. 그리고 모더니즘이 내세우는 과학관인 객관주의나 실증주의에 대해 매우 비판적이다. 이러한 비판은 포스트모더니즘을 상대주의나 다원주의로 귀결시키게 된다[11, p. 39].

특히 새로운 과학철학의 대두는 종래에 객관적이고 합리적인 학문이라고 여겨졌던 과학에 대한 지위에 큰 변화를 초래했다. 1958년 헨슨은 「발견의 패턴」에서 소위 '관찰의 이론의 존성'을 주장했다. 그에 따르면 순수한 관찰은 존재하지 않으며 관찰은 관찰자의 지식, 신념, 이론에 영향을 받는다는 것이다. 또한 쿤은 과학적 지식이 누적적으로 진보한다는 것을 부정하고, 패러다임간에는 평가기준, 언어의 의미, 세계관 등에 있어서 어떤 공통점도 없기 때문에 통약불가능(incommensurable)한다고 했다. 파이어아벤트는 더욱더 극단적으로 나아가 '어떻게 해도 좋다'하고 인식론적 무정부주의를 표방한다. 폴라니는 그의 「인격적 지식」에서 '믿음의 틀' 없이는 어떠한 지적 활동도 있을 수 없다고 주장한다[6, p. 266]. 이러한 주장들은 모더니즘이 견고했을 때는 등장할 수 없었던 것들이었다. 포스트모더니즘은 이제 객관성과 합리성을 고집하는 과학에도 들어 온 것이다. 포스트모던 과학철학은 리오타르가 "모든 다른 언어 놀이들을 재단하거나 평가할 수 있는 거대 담론을 상정하지 않는다[4, p. 64]."고 한 것처럼 거대 담론에 회의적이다. 따라서 보편적인 과학의 논리와 방법이 확립될 수 있을 것이라는 모더니즘의 믿음을 포스트모더니즘은 거부한다. 포스트모던 과학은 논리실증주의자와는 달리 학문을 통일한다든가 전체적인 순서구조를 만드는 것은 불가능하다고 주장한다. 이러한 주장은 파루스니코바가 포스트모던한 세계는 많은 고립되고 분절화 된 세계이고 통일될 수 없는 수많은 국지적 담론으로 얽혀있다는 데에서 확인할 수 있다[5, p.23]. 그러나 포스트모던적 현상은 여기서 끝나지 않고 엄밀성과 확실성의 전형이라고 할 수 있는 수학에까지 나타났다. 20세기 대표적인 수리철학자의 한 사람인 허쉬는 수학이 인간문화의 한 부분이고, 수학적 지식도 오류가능하며, 수학의 엄밀성에 대한 상이한 해석이 존재함을 인정한다고 주장한다. 또한 아리스토텔레스의 논리만이 항상 필수적인 결정도구가 아니며 수학적 대상들은 사회적, 문화적, 역사적인 한 특수한 존재라고 한다[3, pp. 589-597]. 이와 같은 주장은 종래의 전통적인 수학관을 근본적으로 뒤엎는 현대 수리철학의 포스트모던적 성격을 드러낸다. 이러한 경향의 일각을 이루는 사회구성주의자들은 수학적 지식을 사회적 구성물로서 이해하고 이를 받아들이는 전제로서 다음과 같은 세 가지를 제시하고 있다[1, p. 42].

- (1) 수학적 지식의 기초는 언어적 지식, 규약 또는 규칙이고 언어란 하나의 사회적 구성물이다.
- (2) 한 개인의 주관적인 수학 지식이 공표된 후에 객관적 지식으로 받아들여지는 데에는 사람들 사이에 상호 작용이 필요하다.
- (3) 객관성이란 그 자체가 사회적인 것이다.

이러한 견해는 수학에는 확실한 기초가 있고, 수학적 지식은 객관적이라는 전통적인 수학관을 근원적으로 뒤흔드는 것이다.

그러면 이제 모더니즘과 포스트모더니즘의 관계를 범주를 정하여 알아보기로 하자. 하산(Hassan)은 33개 항목으로 모더니즘과 포스트모더니즘을 도식적으로 비교하고 있지만[2, pp.91-92] 본고에서는 이를 응용하여 3가지 범주를 정하여 퍼지논리와 기존체계를 각각 비교하는 기준으로 삼는다. 그 세가지 범주는 확정성/불확정성, 질서/무질서, 일원적/다원적 이다. 이 때 a/b에서 a는 모더니즘의 성격에 해당하고 b는 포스트모더니즘에 해당되는 측면이다. 이에 대응하는 기존수학체계/퍼지논리 에 해당하는 범주는 확실함/애매함, 완전성/불완전성, 단순성/다양성 이다.

이를 표로 만들어 보면 다음과 같다.

	모더니즘/포스트모더니즘	기존체계/퍼지논리
1	확정성/불확정성	확실함/애매함
2	질서/무질서	완전성/불완전성
3	일원적/다원적	단순성/다양성

수학의 기초인 집합론에서 집합이 되려면 확실하게 규정할 수 있는 것이야 한다. 즉 한 원소가 어떤 집합에 들어가면 1이라는 값을 부여하고 들어가지 않으면 0을 부여한다면, 보통 집합론은 0과 1 두 개의 값만 가지고 있다고 할 수 있다. 그런데 퍼지집합론은 기존 집합론의 벽을 무너뜨리고 집합의 대상을 애매한 것으로까지 확장한다. 즉 애매성을 그대로 인정하고 오히려 그것을 대상화하여 다루려는 것이다. 퍼지집합론에서는 소속함수으로써 어떤 원소가 그 집합에 소속된 정도를 나타내게 되는데 0과 1 사이의 값을 자유롭게 부여할 수 있다. 따라서 형식적으로는 다치 내지 무한치 논리가 될 수 있다. 0과 1 사이의 값은 어떤 객관적인 기준에 의해 정해지는 것이 아니라 본질적으로 주관적이다. 또 표준적인 논리에서는 무모순성이나 완전성 등에 관심을 갖지만 퍼지논리에서는 자태의 말대로 그러한 문제는 ‘변두리’ 문제일 뿐이다[8, p. 151]. 퍼지논리에서는 모순율과 배중율이 성립되지 않는다. 이렇게 구별이 확실하지 않은 애매한 것을 대상할 뿐만 아니라, 주관성의 개입을 허용하고 무모순성과 완전성 등에 무관심한 것은 기존 수학체계의 해체이고 파격이다. 또한 수학을 구체적인 문제에 응용하려고 할 때 전통적인 수학으로 다룰 수 있는 범위는 제한되어 있다. 비록 수학적 모델링이 어느 정도 가능한 경우에도 그 문제를 해결하는 방식은 매우 경직되어 있었다. 그러나 퍼지 논리를 적용하는 경우 그 구체적인 상황에 따라 매우 다양한 해법이 제시될 수 있다. 이는 퍼지논리의 연산자체가 매우 다양하게 정의되어 있음을 보아도 알 수 있다. 실제로 퍼지집합론을 다루는 많은 교과서들은 한계합, 한계적, 대수합, 대수적 등 다양한 연산들을 소개하고 있다[9, pp. 31-32]. 이것은 일반적이고 통일적인 방법과 원리

를 추구하고 있는 전통적인 경향과는 다르며, 개별적이고 특수한 사례의 경우를 배려하여 그것에 알맞도록 대응할 수 있도록 하기 위함이다. 그리고 퍼지관계, 퍼지함수, 퍼지측도, 퍼지적분 등의 개념들을 정의하고 있는 데 이와 같은 개념들 역시 궁극적으로 애매성을 다루기 위해 도입된 것이라 할 수 있다. 예컨대 퍼지적분의 경우 주관적인 판단이 개입되는 평가문제에 매우 유용하다.

3. 결론

모더니즘/포스트모더니즘과 기존체계/퍼지논리는 서로 구조적으로 동일하게 볼 수 있다는 것을 제시했다. 물론 이 때 동일하다는 것은 수학적으로 정의된 대응관계가 아니라는 점에서 '퍼지 동형적'이라 할 수 있다. 이러한 '퍼지 동형적'관계에서 모더니즘은 보통의 기존체계와 대응하고 포스트모더니즘은 퍼지논리와 서로 대응한다. 그리고 포스트모더니즘과 퍼지논리는 다음과 같은 유사성을 갖는다.

첫째, 포스트모더니즘이 건축에서 시작하여 철학과 과학 등보다 이론적으로 보수적인 학문으로 옮겨졌듯이, 퍼지논리도 공학자 자태에 의해 제안되어 응용학문인 공학으로부터 보수적 학문인 수학 및 논리 쪽으로 이행되었다.

둘째, 포스트모더니즘이나 퍼지논리 모두 세계를 보는 눈-세계관-의 변화를 요구한다는 점이다.

셋째, 포스트모더니즘이나 퍼지논리 모두 참과 거짓에 관계되는 지시적 진술들 뿐 아니라, 효율성, 정의, 아름다움에 관계되는 기술적·규정적·미학적 진술들을 적합하게 수행할 수 있다.

포스트모더니즘이 등장하게 된 데에는 당면한 역사적 현실과 얻어진 지식이 모더니즘을 가지고는 해명할 수 없었다는 현실적인 이유가 있었다고 보여진다. 퍼지논리가 제안된 배경에도, 생물학적 시스템을 해석하는 데 있어서 종래의 수학적 부적절하고 근본적으로 다른 수학-확률분포에 의해 설명할 수 없는 퍼지한(fuzzy) 또는 흐릿한(cloudy) 양에 관한 수학이 필요하다는 자태의 인식이 작용했다[12, p. 222]. 이와 같이 포스트모더니즘과 퍼지논리는 모더니즘과 기존 수학에 동일화됨을 거부하고 기존 체계와 불연속적이고 파괴적인 대안으로서 기능한다. 그러나 그렇다고 해서 퍼지논리가 기존체계를 전면적으로 부정하거나 파괴하고 완전히 새로운 수학적 질서를 구축하려 한다고 보기는 어렵다. 왜냐하면 퍼지논리의 중요한 개념들이 기존 수학의 조건들을 완화했거나 확장시킨 측면이 있기 때문이다. 그러한 면에서는 퍼지논리를 기존 수학의 연장선상에서 파악할 수 있다. 이것은 마치 콰인의 반토대주의와 전체론을 포스트모던 과학철학의 새로운 지평을 연 것으로 보는 평가와, 파루스니코바와 같이 합리성을 상대화했을 뿐이지 포스트모더니즘에는 아직 미치지 못 했다는 상반

된 평가가 공존하고 있는 것과 같다[5, p. 25]. 퍼지논리에는 분명히 기존 수학이 금기시 하는 애매성의 영역을 그 대상으로 하고 주관성을 반영하는 등 기존 수학을 뛰어 넘는 파격이 있는 것도 사실이고, 또 한편으로는 기존 수학의 틀을 자연스럽게 연장한 측면이 있는 것도 부정할 수 없다. 그러나 이러한 이중적인 측면에도 불구하고 퍼지논리가, 기존 수학에서 발견할 수 없는 것을 포함하고 있으며 그것은 수학을 보는 근본적인 시각의 변화를 요구한다는 점에서 포스트모더니즘 경향을 보이고 있음은 확실하다.

기존체계나 모더니즘만으로는 답을 수 없는 세계를 인식한 인류에게 퍼지논리와 포스트모더니즘은 필연적인 결과이자 궁구해야 할 과제이기도 했다. 이러한 과제는 아인슈타인의 다음과 같은 어록에서 보듯이, 인간과 인간이 수행하는 학문이 가지는 근원적 한계 때문에 계속 다른 모습으로 부과될 것이다.

“수학의 법칙들이 현실을 언급하는 한, 그것들은 확실하지 않다. 그리고 수학이 확실한 한 그것들은 현실을 언급하지 않는다.”

참고 문헌

1. Paul Ernest, *The Philosophy of Mathematics Education*, Falmer Press, 1991.
2. Ihab Hassan, *The Dismemberment of Orpheus: Towards a Postmodern Literature*, second edition, Madison: Univ. of Wisconsin Press, 1982.
3. Reuben Hersh, “Fresh Breezes in the Philosophy of Mathematics,” *AMM* Vol. 102, No. 7, Aug-Sep., 1995.
4. J. Lyotard, *The Postmodern Condition: A Report on Knowledge*. Translated by Geoff Bennington and Brian Massumi, Minneapolis: Univ. of Minnesota Press, 1984.
5. Z. Parusnikova, “Is a Postmodern Philosophy of Science Possible?,” *Studies in History and Philosophy of Science* 23, pp.21-37.
6. Michael Polanyi, *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*, London: Routledge and Kegan Paul, 1958.
7. L. Zadeh, “Fuzzy Logic and Approximated Reasoning,” *Synthese* 30, 1975.
8. L. Zadeh, “Semantic Inference from Fuzzy Premises,” *Proceedings of the Sixth International Symposium on Multi-Valued Logic*, Utah State University, 1976.
9. H. Zimmermann, *Fuzzy Set Theory and Its Applications*, second edition, Kluwer Academic Publishers, 1990.
10. 강영안, “현대철학의 반 데카르트적 경향,” 철학문화연구소, 1991 봄.
11. 강영안, 주체는 죽었는가, 문예출판사, 1996
12. 바트 코스코/공성곤, 이호연 옮김, 퍼지식 사고, 김영사, 1995.