

## 화이트헤드의 철학과 수학 교육

유 충 현 · 김 혜 경

**ABSTRACT.** Whitehead's philosophy is evaluated as an applicable philosophy and an accurate, logical explanation system about the world through mathematics.

Whitehead's ideological development can be divided into mathematical research, critical consciousness about sciences and philosophical exploration.

Although it is presented as a whole unified conceptual framework to understand nature and human beings which is based on modern mathematics and physics in the 20th century, Whitehead's philosophy has not been sufficiently understood and evaluated about the full meaning and mathematics educational values.

In this paper, we study relations of Whitehead's philosophy and the mathematical education. Moreover, we study implicity of mathematical education.

### I. 화이트헤드 철학의 기초

영국의 수학자이며 철학자인 화이트헤드는 20세기를 대표하는 현대 사상가로 평가받고 있다. 그는 수학, 논리학, 과학, 철학, 종교를 기반으로 자신의 독특한 철학인 유기체 철학을 구축함으로써 우리 시대에 괄목할 만한 업적을 남긴 현대의 대표적인 철학자 중의 한 사람이다. 화이트헤드는 현대 철학자이지만 수학을 토대로 형이상학을 정초하였다. 화이트헤드의 형이상학은 수학을 통하여 세계에 관한 종합적이며 논리적인 설명체계이며 또한 해석과 적용 가능한 철학이라고 평가된다. 화이트헤드는 수학과 고전에 정통 하였고, 한편 현대 수학과 물리학의

---

2009년 9월 투고, 2009년 9월 심사 완료.

2000 Mathematics Subject Classification: 97B20

Key words: 실재, 과정, 유기체, 수학, 수학교육, Relativity, Process, Organisms, Mathematics, Mathematics Education

의미를 정확히 인식하면서 또 한편으로 정통적인 철학 역시 정통하였다.

화이트헤드는 먼저 영국의 수학자로서 학문을 시작한다. 캠브리지 대학 트리니티 칼리지 수학 수석 강사(1885~1911)를 거쳐 런던 대학교 임페리얼 칼리지 응용 수학 교수(1914~1924)직을 역임하였고, 미국 하버드 대학교의 초청으로 철학 교수로서 12년간 철학을 강의하였으며, 미국의 대표적인 철학자 중의 한 사람으로 평가받고 있다.

이와 같이 화이트헤드의 사상적 발전은, 통상적으로, 세 시기로 구분된다. 각 시기는 수학의 연구, 과학에 대한 비판적 자각, 그리고 철학적 탐구로 구분 될 수 있다. 하지만 이러한 화이트헤드의 학문적 성향은 그의 성장배경과 무관하지 않다. 화이트헤드는 1861년 2월 15일 영국 켄트 주 램스게이트에서 태어났다. 12세까지 화이트헤드는 영국 성공회의 고위 성직자이며 사립학교의 교장인 아버지로 부터 라틴어, 그리고 희랍어로 고전 중심의 가정교육을 받았다. 14세에는 중학교에서 수학을 철저히 배우면서, 한편으로 낭만주의자인 위즈워스와 셸리의 시를 즐겨 읽었다. 화이트헤드의 사상에서 볼 수 있는 수학 및 과학과 인문학의 조화와 균형은 그의 어린 시절의 교육환경에서 기인한 것으로 볼 수 있다.

흔히 화이트헤드가 1880년 캠브리지의 트리니티 칼리지에 입학하면서 1910년까지 30년 동안을 캠브리지에서 지냈다고 하여, 제 1시기인 캠브리지 시대라고 한다. 이 시기에 화이트헤드는 수학 연구에 몰두하면서 동시에 후기에 전개될 자신의 독특한 사상의 기반을 구축한 시기로 여겨진다. 이 시기 화이트헤드는 칸트 철학에 열중하여 《순수이성비판》의 일부를 암송할 수 있을 정도였다고 한다. 1885년 수학 수석 강사의 자격을 얻어 수학 강의를 담당하면서 한편으로 독창적인 연구를 시도하였다. 이러한 연구의 성과는 1898년 여러 대수 체계를 통일적인 관점에서 재구성한 고도의 추상적인 《보편 대수학》이라 할 수 있다. 이러한 수학의 기초에 관한 연구 업적으로 화이트헤드는 1903년 영국 왕립협회 회원으로 선출되었고, 삼년 후에 영국 학술원 정회원으로 선출되었다. 캠브리지 시대에 화이트헤드가 이룩한 가장 큰 업적은 그의 수제자 러셀과 함께 《수학원론》을 저술한 것이라 할 수 있다. 러셀의 《철학적 자서전(1975, p.57)》에 의하면, 《수학원리(전 3권, 1911~1913)》는 수학이 형식 논리의 전제로부터 연역될 수 있다는 것을 입증하려는 목적으로 러셀과 화이트헤드의 공동 연구 결과물이다. 두 사람은 십년 간의 심혈을 기울여 《수학원리》 3권을 저술 하였으며 완전한 합의를 도달할 때까지 추고를 거듭하였다<sup>1)</sup>. 콰인은 《화이트헤드와 현대 논리학의 형성》에서 수학 《수학원리》를 현대 논리 사상사에 불후의 금자탑이라고 평가하였다. 하지만

1) 화이트헤드는 《수학원리》 4권에서 기하학의 논리적 기초에 관한 연구를 계획하였으나 러셀과의 견해가 달랐기 때문에 《수학원리》는 더 이상 진행할 수가 없었다. 그 이후에 화이트헤드는 수학 보다는 철학연구에 더 관심을 쏟게 되었다.

《수학원리》는 난해한 책으로 또한 유명하다. 이 책을 완독한 사람은 저자인 화이트헤드와 러셀 그리고 《수학원리》에 관해 논문을 쓴 과인, 이 세 사람밖에 없을 것이라는 일화가 있을 정도이다. 하지만 이러한 문제를 조금이나마 해소하기 위해서 화이트헤드는 《수학원리》가 출판 후 그 다음 해인 1911년 《수학원리》의 평이한 해설서라고 할 수 있는 《수학의 소개》를 출판하였다. 이 책은 우리의 인식에 있어서 수학의 철학적 위치를 밝히려는 화이트헤드의 자상한 배려와 모든 수학은 일상적 경험과의 연관에서 가르치지 않으면 안 된다는 그의 교육적 관심을 보여주는 저서라고 할 수 있다.

화이트헤드는 《수학원리》 제 1권이 출판된 1910년에 런던 대학으로 자리를 옮겼으며, 임페리얼 칼리지의 응용 수학 정교수로 임명되었다. 1924년 하버드 대학의 철학 교수로 초빙되어 미국으로 갈 때까지의 제 2시기인 런던 시기에 화이트헤드는 영국 수학회장, 런던대학장, 학술평의회 의장이라는 직책을 맡을 뿐만 아니라, 정기적으로 열리는 철학자들의 토론에도 참가하면서 화이트헤드의 철학적 사색은 성숙하게 되었다. 이 시기에 주목할 점은 수학에 대한 화이트헤드와 러셀의 입장 차이에 관한 것이다. 러셀은 《수학원리》에 표명된 수학적 관점을 고수하는 논리주의로 나아간다. 러셀은 《수학원리》의 철학적 적용이라고 볼 수 있는 언어분석으로 기우는 한편, 비트겐슈타인의 수리철학의 자극을 받으면서 논리 실증주의와 유사한 방향으로 나아갔다고 한다면, 화이트헤드는 수학의 논리학적 기초에 만족하지 않고 형이상학적 기초가 될 과학 철학의 방향으로 나아갔다고 할 수 있을 것이다. 이 시기에 있어 화이트헤드의 질문은 “어떻게 수학의 논리적 방법을 과학에 적용시킬 수 있을 것인가”라고 요약될 수 있다. 이러한 질문에 대한 화이트헤드의 사색은 1915년 《공간, 시간, 상대성》이라는 논문과 1916년 《사고의 유기화》 그리고 1917년 《과학적 개념의 분석》이라는 결과를 산출하였다.

이 시기에 특히 주목할 점은 화이트헤드의 과학철학을 대표하는 《자연인식의 원리에 관한 연구(1919)》, 《자연의 개념(1920)》, 《상대성 원리(1922)》가 출판되었다는 것이다. 《자연 인식의 원리에 관한 연구》는 자연과학에 암묵적으로 가정되어 온 여러 기본 전제들을 수학적 표현을 통해 밝히고 난 후 그것들이 과연 타당한 것인가를 전체적인 관점에서 검토한 것이라고 볼 수 있다. 자연의 개념은 화이트헤드가 일반 대중을 고려하여 수학적 표현을 사용하지 않으면서 자연 인식의 원리에 관한 연구를 쉽게 이해될 수 있도록 일상 언어로 재구성한 것이라 볼 수 있다. 여기서 화이트헤드는 몇몇 기본적 개념을 토대로 하나의 이론적 체계를 구성하는 동시에 그 체계를 통해 경험적 사실을 해석해 보려고 한다. 상대성 원리는 아인슈타인의 일반상대성 이론과는 다른 전제에 입각해 화이트헤드의 과학철학적 분석에서 귀결되는 화이트헤드 자신의 상대성 이론을 전개한 것이다. 상대성에 관한 아인슈타인과 화이트헤드의 견해 차이는 공간이나 동시성의 문제

그 자체에 대한 과학의 영역 내에서의 아인슈타인의 입장과, 과학의 영역에서 철학의 영역으로 발전해 간 화이트헤드의 사상적 입장의 차이에 기인한 것이라 할 수 있다.

화이트헤드는 1924년 런던 대학을 정년퇴직하고서 63세의 나이에 하버드 대학교의 철학 교수로 초빙을 받는다. 제 3시기인 하버드 대학 시기의 첫 저작은 《과학과 근대세계(1925)》이다. 이 책은 화이트헤드의 사상적 발전 과정에서 과학 철학에서 형이상학 체계로의 발전을 보여준다. 캠브리지 시기의 수학과 런던대학 시기인 과학철학으로 기반으로 하여 발전시킨 화이트헤드의 형이상학은 유기체 철학이라고 불린다. 이 시기의 화이트헤드의 저서는 과학과 철학을 연결하는 가장 중요한 저술이라고 평가되기도 한다. 이뿐만 아니라 《형성과정의 종교(1926)》, 《상징작용(1929)》, 《이성의 기능(1929)》, 《교육의 목적(1932)》, 《사고의 양태(1938)》와 같은 화이트헤드의 중요한 철학적 저술이 출판되었다. 특히, 화이트헤드의 형이상학을 대표하는 《과학과 근대 세계(1925)》, 《과정과 실재(1929)》, 《관념의 모험(1933)》은 화이트헤드의 철학을 체계적으로 저술한 책이며, 20세기에 등장한 가장 적절한 형이상학 저서로 평가된다. 화이트헤드의 형이상학은 우리 경험의 모든 요소를 해석해 낼 수 있는 일반적 관념의 정합적이고 논리적인 체계를 시도한 사변 철학이라 볼 수 있다. 이와 같은 화이트헤드의 철학과 용어들은 흔히 난해한 것으로 유명하다. 그 난해성의 원인으로 여러 가지 이유를 들 수 있겠지만 화이트헤드의 철학이 변화와 운동에 관한 철학이며 과정을 대상으로 하고 있다는 것은 그 주된 이유라 할 수 있다. 화이트헤드의 형이상학은 20세기의 현대 수학과 현대 물리학에 근거해서 자연과 인간을 전체적이고 통일적으로 이해하기 위한 개념적 틀을 제시하려는 것이었다. 87세로 생애를 마감한 화이트헤드를 회고하는 러셀의 추도사에 의하면, 화이트헤드는 “보기 드문 완벽한 교사요 학자”라고 추모되고 있다.

어떤 이들은 화이트헤드가 현대의 어떤 철학자보다도 미래에 영향력을 행사할 것이라고 말한다. 이 말을 수학교육에 적용하여 고쳐 말한다면, 화이트헤드의 유기체 철학은 미래의 철학인 한, 그만큼 현재까지 그 충분한 의미와 그 수학 교육적 가치에 관해서 아직 충분한 이해와 평가가 이루어지지 않았다는 것을 의미한다고 볼 수 있을 것이다. 그러므로 본 논문은 화이트헤드의 철학과 관련하여 화이트헤드의 교육론, 그리고 화이트헤드의 수학론을 고찰하고 화이트헤드의 철학의 수학교육적 함의를 살펴볼 것이다.

## II. 화이트헤드의 교육론

화이트헤드는 듀이와 루소와 함께 현대가 낳은 위대한 자연주의 교육 철학자

중의 한 사람으로 평가된다. 자연주의 교육 철학자로서 루소와 듀이 그리고 화이트헤드는 모두 자연과 인간의 관계에 관심을 가졌던 교육 철학자로서, 특히 인간의 개체적 발달과 사회적 발달에 관심을 가지고 있었다<sup>2)</sup>. 또 다른 한편 화이트헤드의 교육론을 루소와 듀이의 교육론과 그 전제와 비교함으로써 루소와 듀이의 교육론과 다른 화이트헤드의 교육론의 면모를 살펴볼 수 있을 것이다.

루소가 사회이론을 통해서 교육론에 접근하였다. 인위적 관습과 도시생활의 폐단에 염증을 느낀 루소는 사회와 그 해악에 저항하도록 훈련시키는 것을 좋은 교육으로 간주하였다. 《에밀》에서 루소는 작은 공동체 속에서 전원생활을 하는 곳, 그러면서도 동시에 사람들이 자연을 직접 대면하면서 살면서 단순하고 직접적인 방식으로 지금까지 자연에서 배워온 것을 경험하도록 하는 교육 방식을 강조한다. 루소에게 있어서 자연은 우리가 함께 살아야 하는 무엇이면서 우리에게 무엇인가를 가르쳐주기도 하고 자양을 공급해주는 것이기도 하다. 여기에서 우리가 주목할 것은 루소에 의해 파악된 자연은 근본적으로, 신에 의해서 확립되고 뉴턴에 의해 밝혀진 지상과 천상의 역학법칙들로 이루어진 과학적 법칙의 세계이며, 또한 우리에게 정직과 진실의 미덕을 가르쳐 주는 교사가 되기도 한다. 이와 같이 루소의 자연주의 교육론은 18세기의 낭만적 자연주의와 기계적 자연주의에 근거한 것이라 할 수 있다. 다시 말해, 자연이라는 기계 속에서 사물은 언제나 가장 단순한 방식으로 움직인다. 물체가 다른 힘이 개입하지 않는 한 수직으로 낙하하고, 외적인 개입이 없는 한 정지 상태에 있거나 등속 운동을 하는 상태에 있다. 뉴턴의 입장에서 본다면, 세계는 궁극적으로 단순 입자와 순수 공간 및 순수 시간으로 구성되어 있으며, 모든 물리적 사물의 운동은 불변의 역학법칙과 이 법칙들이 다루는 불변의 대상, 즉 공간과 시간 그리고 질료로 환원될 수 있다.

그러나 다윈의 진화론의 출현과 함께 19세기 과학의 세계는 근본적인 변화를 겪게 된다. 다윈의 진화론의 출현과 함께, 종의 다양성이라는 문제, 그리고 자연 속에서의 인간의 위치라는 문제는 뉴턴의 자연과학적 법칙들과 다른 입장의 과학이론을 만들어내게 된다. 이러한 입장에 의하면, 자연 속의 인간은 보다 단순한 형식의 동물들로부터 진화해온 하나의 복잡한 동물일 뿐이다. 자연에 존재하는 다양한 형식들은 하나의 거대한 생존투쟁 속에서 진화해온 것들이며 이 투쟁 속에서 종이 가지고 있는 우연적 변인들은 그 생존과 쇠퇴를 결정하게 될 수도 있는 것이다. 종의 역동적 출현에 직면해서 자연을 바라본다면, 기계라는 은유법은 더 이상 자연에게 어울리지 않는 것이 되었다. 차라리 이러한 관점에서 본다면, 자연은 역학법칙에 따라 무한히 작용하는 뉴턴 식의 기계가 아니라 삶과 죽

2) Robert S. Brumbaugh and Nathaniel M Lawrence, 1963, *Six Essays on Foundation of Western Education*, Boston : Houghton Mifflin Company, PP. 154-184

음을 놓고 경쟁하는 적자생존의 전쟁터라고 볼 수 있다.

지식은 문제사태의 해결로부터 기인한 것이라는 듀이의 입장 역시 경쟁과 투쟁이라는 은유법에 포함시킬 수 있을 것이다. 인간의 학습은 문제 상황에 처했을 때 그것을 해결하는 가운데 일어난다. 더 나아가 인간의 사회는 하위의 형식들로부터 진화해 나온 것이기 때문에 자연에 대립되는 것이 아니라 자연의 산물에 해당한다. 그러므로 복잡한 형식은 단순한 형식으로부터 자연스럽게 나온다는 진화론적 사고가 듀이의 자연주의 교육론의 기초를 제공한 것으로 볼 수 있다. 듀이의 교육론에 있어 사회는 교육에서 극복해야 할 대상이 아니라 교육의 목적으로 강조된다. 듀이에게 있어 자연은 복잡한 사회를 포함하는 것으로, 단순성보다는 복잡성을 향하여 나아가는 것이다. 인간의 지식은 인간에게 적응을 위한 유용한 도구가 된다. 즉 지식은 자연 속에서의 생존을 위한 인간의 투쟁에서, 그리고 더욱 복잡해져 가는 사회에서 인간이 만들어내는 내적 문제들을 극복하기 위해 본질적인 중요성을 갖는다. 그러므로 듀이의 교육론은 인간사회의 진화와 성장 그리고 발달이라는 아이디어에 근거한다는 점에서 진화론을 반영한다고 볼 수 있다. 듀이가 강조하는 것은 인류가 직접적으로 경험해서 해결했던 문제들을 학생에게 구체적으로 직면하게 함으로써 학생의 성장을 실제로 조장해 주는 일이며, 그러한 방식으로 학생은 지식을 획득하게 된다.

루소가 사회이론에 대한 관심을 통해서 교육론에 접근하였다면 듀이는 생물학을 통해서 교육론에 접근하였다고 할 수 있다. 이에 반해 화이트헤드는 현대 수학과 현대 물리학을 통해서 교육 철학에 접근하였다.

18세기 루소의 자연주의는 뉴턴의 물리학의 강한 영향 하에 있었다. 그 이후 19세기에는 상대성이론의 맹아라고 할 만한 업적이 이루어지고 있었고 20세기에는 상대성 이론이 지배하는 시대라고 할 수 있다. 듀이가 생물학, 즉 다윈의 진화론으로부터 자신의 철학적 개념을 가지고 왔듯이, 화이트헤드는 역시 다윈의 진화론으로부터 유기체적 진화라는 개념을 가져온다. 화이트헤드는 자신의 철학을 유기체 철학이라고 명명하고 있다. 자연은 기본적으로 유기체적 특성을 가지고 있다는 인식은 다윈으로부터 화이트헤드가 끄집어낸 것이었다. 만약 과학이 진리라면 그것은 자연일반 뿐 아니라 인간에 대해서도 역시 중요성을 갖는다고 보아야 한다. 그렇다면, 상대성이론이 자연에 관한 진리를 나타내고 있고 인간 역시 자연의 한 부분이라면 인간과 자연의 관계는 어떤 것인가라는 것은 화이트헤드에게 있어 중요한 문제인 것이다. 인간의 본성과 교육에 대한 듀이의 관점은 진화론에 의해서 형성된 것이었다면 화이트헤드는 진화론에 추가해서 상대성이론에 의해서 형성된 것이라고 볼 수 있다.

상대성 이론은 뉴턴의 고전 물리학적 입장과는 다른 패러다임에 속한다. 뉴턴의 고전 물리학의 기본적 요소인 공간과 시간과 질료는 서로 분리된 것으로서, 비유

적으로 말한다면, 질료가 기계라면 시간과 공간은 그것을 작동하게 하는 것이라고 할 수 있다. 이러한 뉴턴의 고전물리학 역시 자연을 바라보는 하나의 수학적 관점을 제공하였지만, 또한 현대 물리학의 시각에서 본다면, 그것은 한계를 가지고 있다. 현대 물리학의 입장에서 순수공간과 순수시간은 그 누구도 본 적이 없는 것이며 질료라는 것 역시 에너지 덩어리임을 밝혀내게 된다. 즉, 현대 물리학의 시각에서는 순수공간이나 순수시간과 같은 사물은 존재하지 않으며, 공간성이나 시간성이라는 것은 관찰자의 행위까지도 포함하는 ‘사건’과 ‘과정’이 갖는 특징을 말하는 것이다. 즉, 과학자는 자신이 관찰하거나 기술하는 사물에 상대적인 것으로서의 자기 자신의 운동 상태 혹은 정지 상태를 말하지 않을 수 없게 된다. 그런 운동에 대해서는 과학자의 관찰이 상대적일 수밖에 없다. 즉 관찰을 제공하는 절대적인 방식은 없으며 과학자는 자신이 관찰하는 세계와의 관계를 고려하지 않을 수 없는 것이다. 시간과 공간 그리고 운동이라는 요인들은 독립적인 것이 아니라 상호의존적인 것으로서, 서로가 서로의 함수가 되는 것이며, 이들의 실재는 과정의 실재, 곧 공간적 또는 시간적으로 확장되는 사건들의 연쇄에 의존하는 것이다. 질료 역시 에너지의 미시적 현상으로서 사건과 활동 그리고 과정들의 연쇄에 의한 것으로 해석된다. 가령 책상은 하나의 사물이지만, 그 실재를 두고 볼 때는 방대한 활동의 덩어리이며 미묘한 균형 상태의 에너지 덩어리인 것이다.

화이트헤드의 상대성이론은 물리적 입자들에 작용하는 것 이상으로 우주론으로 일반화한 형이상학적 의미가 포함되어 있다. 화이트헤드가 보기에 과정은 실재이다. 공간과 시간과 질료는 본질적으로 상호의존적인 것일 뿐만 아니라, 이와 동일한 상호의존성이 지각할 수 있는 세계에서도 나타난다. 화이트헤드에게 있어 상대성 이론은 과학의 원리에 머무는 것이 아니라 하나의 보편적 원리인 것이다. 화이트헤드에게 있어 과학이 실재에 관해서 무엇인가를 말해주는 것이라면 과학 이론은 하나의 전체로서의 실재에 관해서도 무엇인가를 말해준다고 보아야 한다. 가령, 책이 놓여 있는 책상은, 아니 이 책 자체도, 전자기장의 덩어리, 그것의 고체화된 덩어리로 취급될 수 있다. 이 책상이 가지고 있는 갈색은 그 자체로서의 안정된 것이기도 하지만, 부분적으로는 이러한 전자기적 과정들에, 그리고 우리의 망막 속의 전자기적 과정들에, 또 부분적으로는 우리 신경계의 신경과학적 과정들에 귀속되어야만 하는 것이다. 갈색이라는 구성물은 하나의 안정된 대상임에 틀림없지만, 이 구성물들은 그 자체로서 존재하는 것이 아니다. 이들은 모두 그것이 존재하기 위해서는, 이들을 뒷받침하고 있는 사건들의 복잡한 과정 속에 있는 것임이 틀림없다. “책상은 갈색이다”라는 말은 과정에 대한 조희 없이도 다룰 수 있지만 모종의 과정이라는 특징을 배제한다면 실제적인 것으로 다룰 수가 없다. 여기에서 본질적으로 모든 실제적인 것은 시간-구성적이라는 것이 화이트헤

드의 기본적인 입장이다.

교육적인 성장 역시 시간적 과정임은 말할 필요도 없는 사실이다. 화이트헤드의 교육적 입장에서 본다면, 교육의 과정은 성장하는 사람의 연속적인 국면에 적절한 하위의 종속적 과정들로 구성되도록 해야 하며, 각각의 종속적인 과정들은 그 자체의 순환적 모형을 포함하고 있다는 것은 교육에 있어 본질적인 것에 해당한다.

### III. 화이트헤드의 수학론

화이트헤드는 수학자이자 철학자이다. 좀더 엄밀히 말한다면 수학적 개념과 방법을 철학에까지 확장시킨 대표적인 수리철학자라고 말할 수 있다. 그의 대표적인 철학적 저술 여기 저기에서 수학에 대한 그의 입장을 발견할 수 있다. 특히, 화이트헤드의 대표적인 저서 《과정과 실재》는 수학의 형이상학적 기초를 언급하고 있다. 이것은 20세기 당시의 수리철학에 있어서 수학에 대한 화이트헤드의 독특한 견해를 가지고 있었다는 것을 보여주는 것이다. 20세기 수리철학의 전반적인 경향성은 수학에 대한 형이상학적 기초를 거부하는 것이었다. 그런데 화이트헤드의 입장에서 본다면, 20세기 수리철학, 즉 수학에 대한 형이상학적 입장을 거부하는 경향은 수학적 진리의 근본적인 특성을 충분히 드러내지 못하고 있는 것이다. 그렇다면 수리철학에 있어 독특한 견해를 가진 화이트헤드에 있어, 수학이란 무엇인지, 그리고 그것이 어떻게 가능한지를 살펴볼 필요가 있다.

화이트헤드는 수학적 진리가 분석적이라는 입장을 거부한다. 수학적 진리와 현실을 분리된 것으로 간주함으로써 수학적 진리와 현실세계와의 관련 그 자체를 제거하고 있다는 것이 화이트헤드의 주된 이유이다. 화이트헤드에게 있어 수학적 진리와 현실세계의 관련을 설명하는 것은 중요한 문제이다.

먼저, 화이트헤드는 이러한 관계를 설명하기 위해 현실세계의 과정을 분석한다. 화이트헤드에 의하면 수학적 진리와 현실세계의 관계는 현실적 존재를 과정으로 기술할 경우에만 설명될 수 있다. 화이트헤드에 의하면, “현실적 세계는 과정이라는 것, 그리고 그 과정은 현실적 존재들의 생성이라는 것”(PR 22.80)이다. 그리고 “과정이 현실태의 근본적인 것이라면 각각의 궁극적인 개별 사실은 과정으로 기술될 수 있어야 한다”(MT 88.108).

화이트헤드는 현실태의 과정을 여건, 이행의 형식, 결과로 구분하며 다시 이들은 순환적인 과정을 이루고 있다. 다시 말해, 임의의 어떤 과정에 주어지는 여건은 이미 선행하는 과정의 결과이며, 이러한 점에서 현실태는 여건들로부터 발생하여 이행의 형식을 구현하면서 새로운 현실태를 생성하며, 이와 같은 새로운 현실태는 하나의 완결된 결과로서 다시 미래의 현실태에 주어지는 여건이 된다.



수학적 진리와 현실세계의 관계를 설명함에 있어 주목할 것은 현실태의 과정에서 그것을 규정하는 이행의 형식이 있다는 사실이다. 화이트헤드는 과정의 형식에서 가장 기본적인 사례를 산술의 진리라고 말한다. “산술 명제는 어떤 일정한 산술적 특성을 가지는 하나의 군을 형성하는 과정의 특수한 형식을 가리킨다. 그 과정은 엄격한 형식을 지니며 언급된 조건하에서 그것은 그 산술적 특성을 갖는 하나의 복합적인 존재를 생성한다”(MT 91-92.111). 화이트헤드에 있어 산술의 진리는 단순히 의미의 문제가 아니라 본질적으로 과정과 관련되어 있다는 것이다. 가령,  $2+2=4$ 에서  $2+2$ 와  $4$ 는 단순히 동일한 것을 의미하는 것이 아니다.  $2+2$ 는 결합의 형식을 가리키며  $4$ 는 결과의 형식을 가리킨다. 이와 유사하게,  $2 \times 2=4$ 에서  $2 \times 2$ 는 과정의 형식이며  $4$ 는 그 과정의 결과의 특성이다. 화이트헤드의 입장에서 본다면,  $2+2=2 \times 2$ 라는 산술 명제는 단순히 동일한 것을 의미한다는 것이 아니라 동일한 산술적 특성을 갖는 존재들을 생성하는 상이한 두 과정을 보여주는 가장 기본적인 사례인 것이다. 또한  $4=4$ 라는 산술명제는, 화이트헤드의 관점에서 본다면, 단순히 동의반복의 분석 명제가 아니라, 결합의 특수한 형식을 가리키는  $4$ 가 후속하는 과정을 위한 여건의 특수한 형식을 가리키는 특성으로서  $4$ 를 생성한다는 것이다. 화이트헤드에 의하면, “모든 수학적 관념은 결합의 과정과 관계가 있다. …… 수학적 형식은 본질적으로 과정과 관계가 있다”(MT 93.113) 이와 같이, 화이트헤드에 의하면 현실태의 과정은 여건, 이행의 형식, 결과로 분석된다. 수학은 과정의 특수한 형식과 관계가 있으며, 수학적 형식들은 하나의 과정과 그 결과와 관계가 있으며, 이런 방식으로 수학적 진리는 현실태의 과정과 관련되어 있다는 것이다. 따라서 이러한 화이트헤드의 설명은 수학적 진리가 분석적이라는 주장을 거부하는 것이다.

또한 화이트헤드는 수학적 진리가 일반적인 경험 명제라는 주장 역시 거부한다. 화이트헤드는 수학의 형식은 과정의 형식이라는 입장에서 수학적 추론의 보편성과 필연성을 설명하고 있다. 이러한 수학적 추론이 어떻게 가능한가에 대한 화이트헤드의 견해는 추상에 대한 그의 논의에서 실마리를 찾을 수 있다.

화이트헤드에 의하면, “우리는 추상관념 없이는 사고할 수 없다”(SMW 85.96) “수학은 어떤 명확한 형식을 갖추고 자연스럽게 떠오른 추상적 개념들을 최초로 집대성한 것이다”(AE .179) “수학의 본질은 끊임없이 특수한 관념에서 보다 일반적인 관념을 지향하며, 특수한 방법에서 보다 일반적인 방법을 지향하는 데 있다.(AE 133) “우리는 추상에 의해 개별적인 사실에서 떠난 안정된 특징을 고찰할 수 있다. 다시 말해, 추상을 생각할 때 우리는 불가피하게 가능태의 관념을 끌어들이게 된다”(MT 99.119).

화이트헤드는 과정의 형식에 포함된 가능태로서의 추상적 형식을 영원한 객체(eternal object)라고 명명한다. 그리고 화이트헤드는 다시 실현된 결정자로서의

영원한 객체와 순수한 가능태로서의 영원한 객체로 구별한다.

현실태의 과정 속에 들어있는 추상적 형식인 영원한 객체는 비록 그것이 현실태로부터 유리되어 존재할 수는 없다고 해도 현실태와 구별되는 형이상학적 지위를 갖고 있다. 영원한 객체는 특수한 현실태의 한정성에 그치는 것이 아니라 현실태의 한정성을 위한 가능태이다. 문창옥에 의하면(2002, p.67), 화이트헤드는 영원한 객체가 현실태로 환원되지 않으며 오히려 형이상학적 특성을 이룬다고 주장하고 있는 것이다. 순수한 가능태로서의 영원한 객체가 형이상학적 특성을 이룬다는 점을 미루어 본다면 영원한 객체는 현실태를 초월한다는 것을 의미한다. 화이트헤드의 수학론에 있어 영원한 객체의 초월적 측면에 대한 논의는 수학적 진리의 본성에 대한 궁극적인 입장이라고 볼 수 있다. 화이트헤드에 의하면, 추상적 존재로서의 영원한 객체는 그 자신의 내적 본성을 가지고 있으며, 그것은 영원한 객체의 개별적 본질(individual essence)과 관계적 본질(relational essence)로 구별된다(SMW ch X). 영원한 객체가 개별적 본질을 가지고 있다는 것은 “각각의 영원한 객체들이 독특한 방식으로 지금의 그것이 되고 있는 개별적 존재”라는 말이며, 그것이 관계적 본질을 가진다는 것은 “추상적 존재로 간주되는 영원한 객체는 다른 영원한 객체들과의 관계되어 있다”는 말이다(SMW 159.234).

영원한 객체의 관계적 본질은 수학적 진리의 본성이 어떻게 현실태와 관련되는가를 보여주는 화이트헤드의 용어이기도하다. 화이트헤드에 따르면 영원한 객체가 다른 모든 영원한 객체들과 결정적인 관계 속에 있으며 이러한 관계가 각각의 영원한 객체를 구성한다. 다시 말해서, 임의의 영원한 객체는 그것이 다른 모든 영원한 객체들과 가지는 관계에서 개별적 존재로서 구성되는 본성을 지니게 된다는 것이며, 이 관계적 본성은 그 영원한 객체의 본질에 속하는 것으로서 내적인 관계가 영원한 객체들의 본성에 이미 선재되어 있다는 것이다. 화이트헤드는 영원한 객체의 관계적 본질에 대해 다음과 같이 말한다.

“다른 모든 영원한 객체들에 대한 영원한 개체 A의 확정적 관계란 A가 다른 모든 영원한 객체들과 체계적으로, 그리고 그 본성상 필연적으로 관계 맺고 있는 방식을 말한다. 그러한 관계성은 현실화의 한 가능태를 나타낸다. 그러나 관계라는 것은 거기에 연루된 일체의 관계항에 관한 하나의 사실이며, 그래서 마치 관계항 가운데 오직 하나만을 포함하는 것처럼 고립될 수 있는 것이 아니다. 그러므로 체계적인 상호 관계성이라는 일반적 사실이 가능태의 특성에 내재하고 있는 것이다. 영원한 객체들의 영역을 하나의 영역이라고 기술하는 것이 적절할 것이다. 왜냐하면 각 영원한 객체는 그와 같은 상

호 관련의 일반적인 체계적 복합체 속에 저마다 지위를 갖기 때문이다”(SMW 160-161. 236-237).

위의 진술에서 화이트헤드는 모든 영원한 객체들이 공재(togetherness)한다는 사실에서 영원한 객체들의 내적인 관계성 가운데 있는 영원한 객체들 전체를 하나의 영역(region)으로 기술하고 있다. 즉, 추상으로서의 영원한 객체의 본성은 상호 관계성의 일발적인 체계적 복합체 속에 있으며 영원한 객체들은 내적인 관계의 구조를 가지고 있다는 것이다. “영원한 객체들의 상호관련성은 그 무시간적 영원 속에서 전개된다”(MT 46.62)는 것이다. 그렇다면 영원한 객체의 모든 가능한 관계성은 이 내적인 관계의 구조로 인해 하나의 영역에 속하는 지위를 갖기 때문에 수학적 진리에 의해 기술되는 관계가 이 영역에 속하는 지위를 갖는다는 말할 수 있다.

가령,  $2+2=4$  와  $2 \times 2=4$  라는 수학적 진리는 가능한 관계의 구조의 한 부분을 기술하고 있다는 것이다. 모든 개별적인 영원한 객체들은 그 관계적 본성으로 인해 본질적으로 다른 모든 영원한 객체들과 관계를 맺고 있다. 특정한 영원한 객체, 가령 4는 그 관계적 본성으로 인해 본질적으로 다른 모든 수를 포함하는 영원한 객체들과 관계를 맺고 있다는 것이다. 결국 “영원한 객체의 영역이 갖는 성격은 그 영역에 관한 기본적인 형이상학적 진리”(SMW 163.240)라는 화이트헤드의 철학적 논의를 따르면, 수학적 진리에 의해 드러나는 관계는 영원한 객체의 관계적 본성으로 인한 그 내적인 관계의 구조에 속하는 형이상학적 지위를 가진다고 말할 수 있다. 나아가 화이트헤드는 수학적 관계성이 가능태들의 가장 일반적인 상호관계라고 진술한다.

“보편과학으로서의 수학은 특수한 관계항과 특수한 관계 형식에서 추상된 관계의 패턴에 대한 탐구와 관계가 있다. 양과 수의 관념이 주된 주제가 되는 것은 수학의 특수한 영역에서이다”(AI 197)

“모든 질적인 요소로부터의 극단적인 추상은 단순한 수학적 형식으로 패턴이 환원된다”(AI 346)

“수학의 일반성은 형이상학적 상황을 구성하는 계기들의 공동체와 조화되는 가장 완전한 일반성이다”(SMW 25.49)

화이트헤드에 있어 수학적 진리는 그것들이 가능한 관계의 영원한 내적인 구조를 기술하는 것이며 그렇기 때문에 수학적 진리가 보편적이고 필연적이다. 그리고 그에게 있어 수학적 진리는 단순히 의미의 문제가 아니라 현실태들의 가능한 관계성에 관계한다. 수학적 형식들은 과정의 형식들이며 현실태의 한정적 형식으

로써만 존재하는 것이 아니라 수학적 형식을 현실태에 실현된 것으로부터 추상된 것으로, 즉 순수한 가능태이기도 하다. 이런 측면에서 수학적 형식들은 영원한 객체들의 관계들의 내적인 구조에 속하는 지위를 가지며, 수학적 진리에 의해 기술되는 관계성은 순수한 가능태로서의 영원한 객체들의 본질적 성격에 포함된 보편적이고 필연적인 관계라고 볼 수 있다. 그러므로 수학적 진리의 궁극적 본성이 순수한 가능태로서의 영원한 객체의 본성에 기인한다는 것이 화이트헤드 수학론의 입장이라고 할 수 있다.

화이트헤드의 이러한 입장은 수학교육의 이론적 근거를 제공할 수 있을 것이다. 즉, 한편으로, 배워야하고 가르쳐야하는 교과로서 수학은 보편성과 필연성이라는 ‘진리의 특성’을 확보하는 것이며, 동시에 또 한편으로 이러한 특성을 가진 수학의 ‘교육적 가능성’을 확보하는 설명이라 할 수 있다.

#### IV. 화이트헤드 철학의 수학 교육적 함의

현실의 지적 환경과의 직접적 접촉을 차단한 상태에서는 성공적인 교육은 존재할 수 없다.

수학은 일반 개념으로부터 무수한 특수 결과를 연역하는 것으로 진행되고, 하나 하나의 결과가 그 전 단계보다 또 하나의 난해한 것이 된다. 수학의 특징, 즉 여러 일반 정리가 서로 영향을 주고받으면서 수많은 연역이 이루어지고 있다는 것, 그것들의 복잡성, 연역된 것이 논증의 출발점인 관념들과 너무 떨어져 있다는 것, 방법의 다양성, 순수한 추상적 성격 그 자체가, 어떤 면에서는 교육 수단으로서의 수학의 효능을 가로막는 이유가 되기도 한다. 이에 반해 학생들은 위대한 사상이나 일상적인 사고와 명확한 관계가 없어 보이는 관념들을 접하고서는 당황한다. 결론은 수학을 일반 교육으로 활용하려면 선택과 순응에 관한 엄밀한 순서가 필요하다는 것이다.

이를 위하여 먼저, 수학 교육과정은 중요한 일련의 수학적 관념을 간결하게 예증하도록 계획되어야 한다. 학생들로 하여금 추상적 사고에 친숙해지도록 해주고, 추상적인 것을 어떻게 특정의 구체적 상황에 적용하는가를 깨닫도록 해주어야 하며, 또한 일반적 방법을 어떻게 논리적 연구에 응용해야 하는가를 이해하도록 하는 것이 무엇보다도 교사가 지향해야 하는 수학 교육과정의 목표가 되어야 한다.

화이트헤드의 교육론에 따르면, 수학 교육에서는 특수한 것으로부터 일반적인 것으로 나아간다. 따라서 학생들은 간단한 수학적 개념의 예시 속에서 수학적 개념의 사용법을 배워야 한다. 전통적으로 자유 교육으로서 수학이 포함된 주된 목적 가운데 하나는 학생들이 추상적 개념을 조작할 수 있도록 훈련하는 것이다.

수학은 어떤 명확한 형식을 갖추고 자연스럽게 떠오른 추상적 개념들을 최초로 집대성한 것이다. 수학의 근저에 있는 주요 개념은 결코 난해하다기 보다는 추상적이다. 자유 교육의 목적을 위해서 학교 수학은 수의 관계와 양의 관계, 그리고 공간의 관계로 이루어져 있으며, 수와 양 및 공간이 이루는 관계는 서로 연결되어 있다. 즉 수학 교육은 특수한 수학 정리를 아무런 목적 없이 누적하는 데 있지 않고 수의 관계, 양의 관계 및 공간의 관계 가운데 기본적으로 중요한 것이 예증되어야 한다.

화이트헤드의 교육적 이념에 비추어 본다면 수학 교과서에 아무런 목적도 없이 수학적 정리와 공식들만을 나열하는 것은 바람직하지 못한 것이다. 중요한 수학적 관념을 분명하게 직접적으로 그리고 간결하게 다루도록 해야 한다. 이를 위해 수학 교과서는 다만 예증된 개념으로서 각별히 중요한 것에만 한정할 필요가 있다. 더욱이 예제는 전형적이면서도 특수한 경우이거나 구체적인 현상에 대한 응용이거나 해서 수학적 정리를 직접 예증한 것이어야 한다. 화이트헤드의 교육론에 따라서 수학 공부의 어려움을 극복할 수 있는 방식은 수학의 중요한 관념을 직접 예증하는 예제를 내고 그것을 학생들이 철저하게 공부하도록 하는 것이다. 그리고 수학의 유용성은 실제적인 예들 속에 적절히 예증된 일반적인 수학적 진리를 단순히 탐구하는데 두어야 한다. 수학 학습에서 명백하게 예증된 일반적인 수학적 진리를 확인시키는 것이어야 한다. 가령, 물리학적 개념과 수학적 개념은 상호간의 이해에 도움을 준다. 수학적 개념은 역학 법칙을 형식화하는데 있어 필수적이다. 자연에 관한 정밀한 법칙 개념이 실제로 우리의 경험 속에서 검증되는 범위 그리고 그와 같은 법칙을 형식화하는 데 있어 추상적 사고가 갖는 역할을 학생들도 실제로 알 수 있게 된다. 물론 전체의 논제는 개별적으로 충분한 예증을 수반하면서 세부적으로 전개되어야 한다.

수학 교육과정의 마지막은 그때까지 공부해 온 것을 단지 설명하는 방식보다는 그 이전의 수학 학습 전체의 배후에 깔려있는 일반적인 개념이 실제로 두드러지게 부각될 수 있도록 해야 한다. 가령, 양의 개념과 관련하여 양의 일반적 법칙과 자연의 일반 법칙이라는 문제로 나아갈 필요가 있다. 이러한 학습 과정을 통해 학생은 수학적 관념의 주된 특성과 그 특성이 연구되는 주된 방법의 분석력을 자득하게 된다.

화이트헤드에 의하면 학생들의 사고방식을 자극하는 하나의 수학 교육방법은 수학의 역사를 사용하는 것이다. 수학사는 단순한 사건이나 인명의 나열이 아니라 학습 과제가 되고 있는 각각의 주제를 흥미 있는 연구대상으로 만든 그 시대의 일반적인 개념의 흐름이 설명되어질 수 있도록 재구성할 필요가 있다. 이러한 수학사를 이용한 수학교육 방법은 화이트헤드 자신이 주장하는 성과를 최대한으로 거두는 방법이라고 한다.(AE, p.186)

화이트헤드에 있어 실제로 올바르게 착상된 수학 교육은 철학적 사고 훈련으로서 적합하다. 이와 같은 화이트헤드의 이념을 통해 추구하는 수학 교육은 우주에 관한 수학적이고 철학적인 연구의 기초를 이루고 있는 관념들과 결합된 사고법의 훈련임을 보여주는 것이라 할 수 있다.

## 참고문헌

- [1] 문창옥, 화이트헤드철학의 모험, 통나무, 2002.
- [2] 孔鐘源, 有機體로서의 世界 : Whitehead 의 哲學體系에 關해서, 서울大學校 大學院, 1965.
- [3] 한국화이트헤드학회, 창조성의 형이상학, 동과서, 1998.
- [4] 한국화이트헤드학회. 화이트헤드와 현대, 동과서, 2002.
- [5] A. N. 화이트헤드, 문창옥 옮김. 상징활동, 그 의미와 효과 동과서, 2003.
- [6] A. N. 화이트헤드 저, 안형관 역. 자연의 개념, 이문출판사, 1998.
- [7] A. N. 화이트헤드 지음, 趙寅鎬 옮김. 數學의 理解, 高麗大學校 出版部, 1990.
- [8] Alfred North Whitehead. Process and reality : an essay in cosmology, Humanities press, 1929 / 과정과 실재 : 유기체적 세계관의 구상, 오영환 옮김, 민음사, 1991.
- [9] Alfred North Whitehead. Adventures of ideas : a brilliant history of mankind's great thoughts, Mentor book, 1933 /관념의 모험, 오영환 옮김, 한길사, 1996.
- [10] Alfred North Whitehead. Religion in the making, Meridian Books, 1954
- [11] Alfred North Whitehead. The Aims of education and other essays, Mentor book, 1961 / 교육의 목적, 유재덕 옮김, 처음, 2003.
- [12] Alfred North Whitehead. Science and the modern world : lowell lectures, The Macmillan, 1925.
- [13] Alfred North Whitehead and Bertrand Russell. Principia mathematica, Cambridge University Press, 1997.
- [14] David Ray Griffin. Whitehead's radically different postmodern philosophy : an argument for its contemporary relevance, State Univ Of New York Press, 2007.
- [15] Francisco J. Benzoni. Ecological ethics and the human soul : Aquinas, Whitehead, and the metaphysics of value, University of Notre Dame Press, 2007.

- [16] Max H. Fisch. Classic American philosophers : Peirce, James, Royce, Santayana, Dewey, whitehead, Appleton-Century-Crofts, 1963.
- [17] Thomas E. Hosinski, 장왕식 옮김. 화이트헤드 철학 풀어 읽기, 이문, 2003.
- [18] Victor Lowe. Understanding Whitehead, The Johns Hopkins Press, 1966.
- [19] W. Mays George. The philosophy of whitehead, Allen & Unwin, 1959.

Chung Hyun Yu

Department of Mathematics

Kyungpook National University

1370 Sankyuk dong Bukgu Daegu 702-701 Korea

E-mail address: yuch007@cu.ac.kr

Hye Kyung Kim

Department of Mathematics

Catholic University of Daegu

Gyeongsan-si Gyeongbuk 712-702 Korea

E-mail address: hkkim@cu.ac.kr