

Dewey의 경험주의 수학교육론 연구

우 정 호* · 강 흥 규**

이 논문의 목적은 Dewey의 지식론과 교육론에 입각하여 'Dewey의 수학교육론'을 정립하고, 이를 바탕으로 Dewey의 수학교육론이 현대의 여러 수학교육 이론에 어떻게 반영되어 있는지를 밝히고자 하는 것이다. 이를 위하여 프래그머티즘 혹은 도구주의로 불리는 Dewey의 지식론과, 교육은 경험의 재구성이라는 Dewey의 교육론을 고찰하였다. 이어서 Dewey의 수학교육론을 수학론, 수학교육 목적론, 내용론, 방법론으로 구분하여 체계적인 분석·정리를 시도하였다. 그리고 그의 수학교육론이 Piaget의 조작적 구성주의, Freudenthal의 현실주의, Polya의 문제해결 그리고 구성주의 수학교육론 등에 어떻게 반영되어 있으며 어떤 관계를 맺고 있는가를 분석·고찰하였다.

이 논문의 이러한 고찰은 Dewey의 수학교육론이 현대의 여러 수학교육 이론의 원형이며 수학교육 현상을 포괄적으로 바라볼 수 있는 하나의 패러다임을 보여준다.

1. 서 론

John Dewey(1859~1952)는 미국의 대표적인 교육학자로서 프래그머티즘 철학을 바탕으로 하여 지식은 경험을 재구성하기 위한 불가결한 수단이며 교육은 이러한 경험의 재구성을 통한 계속적인 성장이라는 경험주의 교육론을 건설하였다. 나아가 Dewey는 자신의 교육론과 지식론을 산술교육에 구체적으로 적용하여 『수의 심리학과 그 산술 교수법에의 응용』이라는 책을 저술하였는데, 이 책에서 그가 제시한바 '수 개념은 분석과 종합이라는 심리적 조작의 산물'이라는 견해는 현대의 구성주의 수학 인식론과 심리학의 시초로 평가받는다(우정호, 1998: 177; 平林一榮, 1960: 57). 또한 Dewey의 교육론은 Piaget, Freudenthal, Polya, 구성주의

등 현대적인 수학교육 이론에 광범위하게 영향을 미치고 있는 것으로 주장되고 있다.

한편 Dewey의 이론에 대해서는 많은 비판이 제기되었으며 그것은 현재까지도 이어지고 있다. 그 비판에 따르면, Dewey의 교육론은 지식의 유용성에 기초한 실제적인 문제해결을 위한 교육, 생활적응을 위한 이론에 불과하며 나아가 '위대한 것', '개인보다 큰 것'에 대한 헌신을 '개인 욕망의 충족'으로 바꿔놓음으로써 교육의 본질을 훼손한 이론이며(이흥우, 1997), 그의 수학교육론 또한 수학적 지식의 가치를 실제적 유용성에서 구함으로써 삶의 상향의 의지를 키우지 못하는 현상계적 수준에서의 수학교육이고(임재훈, 1998: 107), 수학의 내재적 가치 추구를 통한 인간교육이라는 수학교육의 면면한 전통을 부정한 지극히 세속적인 수학교육이고(한대회, 2000: 133), 또한 우리나라 1, 2차 수

* 서울대학교, wjh@plaza.snu.ac.kr

** 공주교육대학교, unitopes@hanmail.net

학교교육과정으로 채택되었던 생활중심 교육과정의 배후 사상이기도 하다.

이러한 주장을 보다 자세히 해명하고 Dewey의 교육론의 참된 의의를 살려서 수학교육에 기여할 수 있기 위해서는 먼저 Dewey의 수학교육론이 그의 전체 사상체계와의 관련 하에서 종합적으로 연구되어야만 한다. 이 논문의 일차적인 목적은 Dewey의 교육론과 지식론을 바탕으로 그의 수학교육 관련 저서와 논문에서 제시된 여러 관점을 발전적으로 분석·고찰하여 이른바 'Dewey의 수학교육론'을 구축하는 것이다.

다음으로는 이를 바탕으로 Dewey의 수학교육론이 그 이후의 현대적인 수학교육 이론들—Piaget, Freudenthal, Polya, 구성주의—에 어떻게 반영되어 있으며 그들과의 공통점과 차이점이 무엇인지를 상세히 밝히는 것이다.

II. Dewey의 철학

1. 경험론

Dewey의 철학은 경험 개념에 대한 새로운 해석에 기초한다. Dewey의 경험 개념을 규정하는 첫째 특징은 단일성이다. 전통적인 철학에서 정신과 물질, 지식과 행위, 마음과 세계 등은 서로 분리되고 대립하는 것으로 설정되었지만, Dewey에게 있어서 그들은 단일한 경험으로부터 분화된 산물일 뿐 처음부터 분리된 존재자가 아니다. 이러한 '본원적 경험'으로부터 정신과 물질, 지식과 행위, 마음과 세계 등의 여러 측면으로 분화된 경험을 '이차적 혹은 반성적 경험'이라고 부른다(Dewey, 1925: 21).

Dewey의 경험 개념을 규정하는 둘째 특징은 경험 요소들 사이의 상호작용이다. Dewey(1987:

219)는 그리스 철학에서의 경험 개념은 능동적인 측면에 한정되어 있고 근대 경험론 철학에서의 경험 개념은 수동적인 측면에 한정되어 있다는 점에서 양자 모두 경험을 불완전하게 파악하였다고 지적하면서, 자신의 경험 개념을 능동과 수동, 다시 말하면 '해보는 것과 당하는 것의 결합'으로 규정한다. 경험의 이러한 성격은 과학의 실험적 방법에 잘 나타나 있는데, 그것은 관념은 행위를 지도하며 행위는 관념을 검증한다는 것, 즉 '지식과 행위 사이의 상호작용'이다.

Dewey의 경험은 본원적 경험→분화→이차적 경험→상호작용→본원적 경험의 과정을 반복적으로 거치면서 성장한다. 이전의 경험과는 달리, Dewey(1929: 106)의 경험은 스스로의 관념과 기준을 발전시키면서 성장할 수 있는, 즉 자율적이고 창조적인 것이 된다. Dewey(1929: 213)는 경험 자체에 내재하는 자율적이고 창조적인 힘을 '지성(intelligence)'이라고 부르면서 서양 철학의 전통적인 합리성의 기초 개념인 이성(reason)을 이러한 지성으로 대치한다. 이성은 우주의 선형적이고 불변적인 질서를 파악하는 정신적 기관이었던 반면에, 지성은 관찰, 행위, 실천 등을 통하여 반성하고 탐구하는 힘을 가리킨다. 넓은 의미에서 이성이 이론적이라면 지성은 실천적인 것이다. 그러나 지성이 실제적인 측면에만 한정되는 것은 아니다. Dewey(1929: 95-96)에게 있어서 지성은 물리적이고 기술적인 조건의 개선뿐만 아니라 기존의 목적을 검증하고 새로운 목적을 형성하는 일에도 관여할 수 있는 능력으로서, 경험의 성장이 인간적이고 도덕적인 측면에까지 다다를 수 있도록 이끌어주는 힘이다. Dewey는 "지성은 한 번 소유하면 그만인 것이 아니라 언제나 형성의 과정 중에 있으며, 그것을 보유하려면 결과를 관찰하는 꾸준한 예민성과 배우려는 관용적인

의지와 재조정의 용기가 필요하다”고 말함으로써 지력 자체의 성장 가능성을 열어 놓았다(김규욱, 2001: 156). 이것은 ‘지력의 함양’이라는 교육목적론으로 연결된다.

2. 지식론

“설탕이 달다는 관념은 직접적으로 경험되는 성질이 아니라 맛을 보는 조작의 결과를 가리킨다”(Dewey, 1929: 160)라는 말에 잘 나타나있듯이, Dewey에게 있어서 관념의 기원은 행위이다. 이 때의 행위란 전통적인 이원론적 철학에서 참된 지식과 대립되던 것으로서의 행위와는 다른 것으로서, 앞 절에서 고찰했던바 본원적 경험과 같은 것이다. Dewey(1929: 111)는 이러한 견해가 경험론과 관념론을 통합한 것으로서, Peirce에서부터 시작하여 James를 거친 프래그머티즘을 이어받은 것이며 Bridgman의 조작주의와 상통한다고 말한다. 조작주의에서는 인식은 주체의 조작을 통해서 가능하다고 말하는데, 여기서의 조작이란 그저 바라보고 명상한다는 뜻을 가진 테오리아(theoria)와 대비되는 것으로서 능동적인 조치를 통하여 대상을 변화시키는 것을 말한다.

관념의 기원이 조작이라는 견해는 ‘모든 관념은 실천적 활동에 소용되는 도구이다’라는 도구주의의 주된 명제로 이어진다. Dewey(1891: 143)에게 있어서 관념의 본질은 정신적인 이미지가 아니라 지적인 기능이다. 이것은 어떤 도구의 본질이 그것의 외적인 형상이나 구조가 아닌 기능에 있으며, 어떤 행위나 조작의 본질은 그것이 무슨 일을 하는가에 있는 것과 마찬가지로이다. 또한 Dewey에게 있어서 관념의 본질은 사물이 내재적으로 보유한 속성이 아니라 사물들 상호간의 관계이다. 이것은 행위나 조작 그리고 도구의 본질이 여러 사물

을 연결시키는 것에 있는 것과 마찬가지로이다. 수 ‘2’는 서로 분리된 사물 두개 사이의 관계이며, 수학의 공리적 구조가 언급하는 것은 본체의 속성이 아니라 ‘정의할 수 없는 대상 사이의 관계’이다(Dewey, 1929: 159).

Dewey에게 있어서 관념의 가치는 내재적으로 주어지는 것이 아니라 그것이 빚어낸 결과에 의해서 매겨진다. 이것은 “어떤 도구의 가치가 그들 자체 안에 있는 것이 아니라 그들을 사용한 결과가 보여주는 작업 능력 안에 있는 것”(Dewey, 1920: 145)과 같은 것이다. “관념이 지도하는 조작이 원하는 결과를 줄 때에 그 관념은 건설하다”(Dewey, 1929: 137). 이 진술은 프래그머티즘 혹은 도구주의의 핵심적인 언설로서 많은 논쟁을 유발했다. 여기서 주의해야 할 것은 관념은 ‘실천적(praxis) 활동’의 도구이지 ‘실제적(practical) 활동’의 도구가 아니라는 점이다.

실천적 도구주의의 본질은 여러 선—모든 종류의 탁월—을 경험적 존재 안에 구현하는데 있어서 지식과 실제 모두를 수단으로 여기는데 있다(Dewey, 1929: 37).

Dewey의 목적은 ‘이론적(theoretical) 활동’ 대 ‘실제적(practical) 활동’이라는 전통적인 철학에서의 이분법을 극복하는 것이었고, 그에게 있어서 지식이 도구가 되는 대상은 이론적 활동과 실제적 활동을 넘어서는 ‘실천적(praxis) 활동’이다(엄태동, 2001: 183-186). Dewey에게 있어서 지식은 종국적으로 경험의 성장을 위한 도구이며, 이러한 의미에서의 도구는 Aristotle이나 Bacon이 자신의 논리학을 진리탐구를 위한 ‘기관(organum)’이라고 말했을 때의 그 기관과 상통하는 것이다.

전통적인 인식론에서는 지식은 완전한 것으로 존재하며 인간은 이성이라는 기관을 통하여

이를 발견하고 복사하고 표상하는 것으로 본다. Dewey는 이러한 인식론을 ‘관람자적 인식론’이라고 말한다. 관람자적 인식론에서의 인식 행위는 내재적으로 완전하고 고정적인 모형을 재음미하는 것으로서 세계에 아무런 변동을 가져오지 못한다(Dewey, 1929: 211). 이와는 달리 Dewey의 인식론은 ‘참여자적 인식론’이다. Dewey(1987: 507; 1929: 196)에게 있어서 참다운 지식의 대상은 참여 행위의 결과 속에 있으며, 따라서 능동적으로 참여할 때 비로소 알 수 있게 된다. 참여자적 인식론이 말하는 것은 지식이 탐구 활동에 선재할 수 없는 것이며 앞의 과정 자체가 지식에 변경을 가한다는 것이다. 이른바 자연의 질서라는 것도 우리의 행위나 인식 활동에 선행하여 자연에 내재하고 있는 것이 아니라 인류가 실천을 통하여 자연 위에 건설하고 부여한 것이다.

III. Dewey의 교육론

1. 교육 목적

Dewey(1987: 123)에게 있어서 교육은 경험의 계속적인 성장¹⁾이며, 성장이란 경험의 재구성 또는 재조직으로서, 경험의 의미를 더해 주고 다음 경험의 방향을 결정할 능력을 증대시키는 것이다.

성장으로서의 교육관은 Dewey 이전에도 있었지만 Dewey(1987: 84)의 독특성은 성장 그 자체를 목적으로 본다는 점이다.

예를 들어 Rousseau는 성장을 ‘내부로부터의 발현’으로 보고 그 목표를 개인의 내면에 잠재

되어 있는 천성의 개발에 두었으며, Hegel은 성장을 ‘외부로부터의 형성’으로 보고 그 목표를 역사적 제도에 구현되어 있는 객관적 마음의 개발에 두었다. 하지만 Dewey가 보기에 두 이론에서는 성장이 고정된 목표를 향하여 전개되어 나가는 과정으로 파악되고 있으며 따라서 성장 그 자체가 목적이 아니다(차미란, 1987: 28).

이러한 Dewey의 견해에 대하여, 교육은 어떤 것이 바람직한 것인가 하는 가치관을 전제로 하는 것이기 때문에 성장으로 교육을 설명하기 위해서는 바람직한 성장과 그렇지 못한 성장을 구분하는 기준을 상세히 밝혀야 한다는 비판이 제기되었다(Dewey, 1938: 46). Dewey(1938: 46, 54, 61)는 이에 대하여 교육적 경험과 비교육적 경험을 구분하는 기준으로서 ‘연속성의 원리’와 ‘상호작용의 원리’를 제시한다.²⁾

연속성의 원리가 의미하는 것은 모든 경험은 앞서 지나간 경험에서 무엇인가 영향을 받으며 그 이후의 경험의 질을 어떤 식으로든 변화시킨다는 것이고(Dewey, 1987: 44), 상호작용의 원리가 의미하는 것은 경험은 개인의 내부에서만 진행되는 것이 아니라 그 개인의 내적 여건과 외적 여건, 즉 인간과 환경과의 상호작용에 의해서 만들어진다는 것이다(Dewey, 1938: 54). 연속성의 원리는 경험의 종적인(역사적인) 측면을 나타내며 상호작용의 원리는 경험의 횡적인(사회적인) 측면을 나타낸다(Dewey, 1938: 57).

성장은 고정된 목표를 향하여 나아가는 것이 아니며 그 자체로 가치 있는 것이라는 Dewey의 성장관에 의한다면, 성장의 목적은 획득된 결과로서의 성장(growth)이 아니라 계속적으로 성장하는 것(growing)이 된다. Dewey는 이 능력

1) 경험의 자율적이고 창조적인 성장 능력에 관해서는 제 II장에서 고찰하였다.

2) 이 두 원리는 새로운 것이 아니라 성장의 정의 속에 내포된 것이다. ‘경험의 의미를 더해 주는 것’은 상호작용의 원리를, ‘다음 경험의 방향을 결정할 능력을 증대시키는 것’은 연속성의 원리를 의미한다.

을 ‘지력’³⁾이라고 부르고 교육의 목적으로 설정한다. Dewey(1920: 134)에게 지력의 본질은 문제 상황을 해결된 상황으로 전환하는 문제해결 능력이다. 왜냐하면 Dewey에게 있어서 경험의 의미를 더해주고 이후 경험의 통제력을 증대시키는 것으로서의 성장이란, 문제 상황에 처한 인간이 관념과 행위의 긴밀한 결합을 통하여 낙착된 상황에 도달하는 과정에서 달성될 수 있는 것이기 때문이다. 문제 상황을 낙착된 상황으로 전환하는 가운데 지력이 신장되는 과정이 Dewey가 말하는 경험의 재구성이요, 성장이며, 교육의 과정이다(엄태동, 2001: 188).

2. 교육 내용

교육의 내용이 무엇인가에 대해서는 교과중심주의와 경험중심주의라는 대립되는 두 견해가 있는데 Dewey는 이 두 견해 모두를 비판한다. Dewey가 보기에 교과중심의 전통적 교육과 경험 중심의 진보주의 교육은 ‘경험과 유리된 교과’, ‘교과와 유리된 경험’을 강조한다는 점에서는 차이가 있지만, 교과와 경험을 대립적인 것으로 봄으로써 그 두 가지의 관계를 도의시켰다는 점에서는 동일한 오류를 가진다(차미란, 1987: 19). Dewey(1987: 218)에게 있어서 중요한 것은 교과와 경험의 밀접한 관련으로서 “교과는 활동을 계속적으로 의도적으로 추구하는 과정에 자원 또는 장애로서 끼어 들어오는 사물, 관념, 원리와 동일한 것”이라는 말에 잘 나타나있다.

교과와 경험 사이의 분리와 더불어 교과와 마음 사이의 분리도 중요한 문제이다. 전통적

인 철학은 마음을 앎의 대상인 사물 또는 사실의 세계와 대립되는 것으로 두고, 그 자체로서 독립적으로 존재하는 작용이라고 규정함으로써 마음과 교과를 분리시켰다. 그러나 Dewey(1987: 205)에게 있어서 마음이란 인간이 어떤 활동에 참여하고 있고 그 활동이 어떤 목적을 향하여 질서 있게 진행되고 있을 때, 그 활동의 한 측면이며 요소이다.

결국 Dewey에서는 마음과 교과는 경험속의 요소로서 하나의 경험을 기반으로 서로 연결되게 된다.

이처럼 경험을 기반으로 마음과 교과가 서로 연결되는 것이 Dewey가 말하는 ‘흥미’이다. Dewey에게 있어서 아동이 교과에 흥미가 있다는 것은 마음이 활동에 참여하고 있고 교과 또한 그 활동의 수단으로 사용됨으로써 마음과 교과가 서로 연결되어 있다는 것에 다름 아니다. 즉 Dewey에게 있어서 흥미는 주관적인 태도(마음이 활동에 참여함)와 객관적인 대상(교과가 활동에 사용됨)과의 결합으로 이루어지는 셈이다.⁴⁾

마음과 교과의 이분법에 토대를 둔 전통적인 흥미론과 노력론을 살펴보는 것은 Dewey의 흥미 개념을 이해하는데 많은 도움이 된다. 앎은 마음과 교과가 서로 만났을 때 이루어지는 것이라고 할 때, 전통적인 관점에서 이것을 성취하는 방법은 두 가지가 있을 수 있다. 첫째는 교과를 마음에 가져오는 것으로서 유쾌한 삽화나 세련된 영상 자료 등으로 교과를 치장하는 것이다. 흔히 이것을 가리켜 교과를 흥미 있게 ‘만든다’고 말한다. 둘째는 마음을 교과에 가져가는 것으로서, 마음을 교과에 향하

3) 지력은 제 II장에서 다루었던 지성 개념을 보다 구체화시킨 것이다.

4) 진보주의 교육자들은 흥미의 이러한 두 측면 중에서 주관적인 태도의 측면, 즉 마음이 활동에 참여하는 것만을 취하였으며 그 결과 교과를 경시하고 즉흥적인 감정이나 외적인 신체활동만을 중시하게 되었다. 그들의 유명한 표어 “우리는 교과를 가르치는 것이 아니라 아동을 가르친다”는 이를 잘 나타내고 있다(차미란, 1987: 21).

도록 인위적이고 강제적으로 통제하는 것이다. 흔히 이것을 가리켜 노력이라고 말한다(Dewey, 1913: 155). 이 두 견해 모두 학습을 이루지 못할 것은 명백하다. 왜냐하면 전자는 사탕발림 혹은 유인일 뿐이며 후자는 고통이고 고역에 지나지 않기 때문이다.

일반적으로 흥미론은 교육방법상의 원리로 받아들여지지만 Dewey(1987: 205)에게 있어서는 교육내용 선정의 원리이다. “수가 공부거리인 것은 그것이 이미 수학이라는 학문 분야를 이루고 있기 때문이 아니라, ... 자기에게 관심이 있는 활동의 결실을 얻는 데에 중요한 역할을 하기 때문이다. 사물이나 주제, 그리고 유목적적 활동의 성공적 수행 사이의 이러한 관련이야말로 교육에서의 흥미에 관한 진정한 이론의 알파요 오메가이다”(Dewey, 1987: 213). Dewey에게 있어서 수학이 ‘공부거리’가 되기 위한 조건은, 그것이 ‘흥미거리’가 되어야 한다는 것이다.

3. 교육 방법

경험적 방법 혹은 문제해결 방법으로 불리는 Dewey의 교육방법론의 요지는 산수와 과학 등의 어떤 지식이든지 그것을 가르치고자 할 때는 일상의 생활경험 영역 내에 드는 자료에서 추출된 것에서 출발하여 거기에 들어있는 지적 내용을 점진적으로 발전시켜야 한다는 것이다. 즉, 교사는 학생의 현재 경험에서 자연스럽게 우러나오는 문제를 마련하고 그것을 해결하도록 함으로써 그 과정에서 새로운 사실이나 아이디어를 학생 스스로 탐구할 수 있도록 해야 한다. 이러한 방법으로 획득한 지식은 새로운 문제가 일어나는 다음 경험의 기초가 된다. 즉 그 과정은 연속적인 나선형을 이룬다(Dewey, 1938: 112).

여기서 나선형이라는 용어는 Bruner가 제시한 나선형 교육과정을 연상시킨다. Bruner의 나선형 교육과정은 각 교과 지식의 구조를 학생의 발달 단계에 맞게 번역하여 제시해야 한다는 것, 한 학문의 기본 개념이나 원리, 사고의 양식 등을 학생의 발달 단계가 높아짐에 따라 그 지적 성격의 동일성을 유지하면서 점점 세련된 형태로 제시해야 한다는 것을 의미한다. 즉, Bruner에게 있어서 나선의 축은 지식의 구조라고 볼 수 있을 것이다. 이에 비하여 Dewey의 나선의 축은 지식 자체보다는 그 지식을 수단으로 사용하는 경험의 성장과 그 성장을 이끄는 사고력에 있다고 볼 수 있다. Bruner의 나선형 교육과정이 교과에서 경험으로 나아가는 하향식 교육과정임에 비하여 Dewey의 교육과정은 경험에서 교과로 나아가는 상향식 교육과정이라고 할 수 있다(차미란, 1987: 41).

Dewey(1987: 238)는 경험적 방법을 (1) 문제 상황, (2) 가설의 설정, (3) 조건의 조사, (4) 추리 작용, (5) 행위에 의한 가설의 검증의 다섯 단계로 구분하여 제시하고 있다. 첫째는 학생이 진정한 경험 상황에 당면해야 한다는 것, 즉 학생이 그 자체로서 관심 또는 흥미를 가지는 지속적인 활동이 있어야 한다는 것이다. 둘째는 이 상황 안에서 사고를 일으키는 자극으로서 진짜 문제가 생겨나야 한다는 것이다. 셋째는 학생이 그 문제를 다루는 데에 필요한 정보를 가지고 있고 관찰을 해야 한다는 것이다. 넷째는 해결의 방안이 떠오르고 학생은 그 방안을 체계적으로 정립해 나가야 한다는 것이다. 그리고 다섯째는 학생은 그의 아이디어를 실지로 적용하여 그 아이디어의 의미를 분명히 하고 그 타당성을 스스로 확인해야 한다는 것이다(Dewey, 1987: 258).

이러한 Dewey의 교육방법의 독특성은 첫 단계인 문제 상황에 있다. 문제 상황이란 개인이

직접적으로 어려움, 곤란, 의혹에 부딪쳐 있는 상황을 말하는 것으로서, Dewey는 인간이 이러한 문제 상황에 처하게 될 때 비로소 사고하게 된다고 말한다. Dewey(1987: 253)에 의하면 모든 사고나 아이디어는 한 사람에게서 다른 사람에게 물건처럼 전달될 수는 없으며 오직 문제 상황과 직접 부딪쳐 씨름을 하고 자기 자신의 해결책을 모색, 발견할 때에만 우리는 사고를 하고 지식을 학습할 수가 있다.

IV. Dewey의 경험주의 수학교육론

이 장에서는 수학교육에 관한 Dewey와 저서와 여러 논문들 그리고 II, III장에서 고찰한 Dewey의 지식론과 교육론을 토대로 하여 Dewey의 ‘경험주의 수학교육론’을 구축하였다.

1. Dewey의 수학과

Dewey의 수학과는 제 II장에서 고찰했던 프래그머티즘 혹은 도구주의 지식론을 수학적 관념의 기원과 본질 그리고 가치에 관한 영역으로 적용하고 부연한 것이다.

수학적 관념의 기원에 대한 전통적인 설명중의 하나는 Locke나 Mill등이 대표하는 경험론으로서, 거기에서는 수학적 관념이 경험에 근거한 추상과 사상 그리고 귀납적 일반화를 통해서 생겨난다고 주장하였다. 그러나 경험론은 물리적 관념과 구별되는 수학적 관념의 독특성, 이른바 ‘수학적 관념의 이상성’으로 인하여 난관에 부딪혔다. 예를 들어 직선이라는 관념

은 ‘완전하게 곧음’인데, 현실세계의 사물들의 성질 속에는 그러한 완전한 곧음이란 것이 없기 때문에 아무리 추상하고 사상한다한들 완전하게 곧음은 얻을 수 없다. 이러한 경험론과 대비되는 것이 Plato, Kant, Russell 등이 주장한 선형론이다. Plato는 현실세계를 초월하는 이른바 ‘이데아의 세계’를 설정하고 수학적 관념의 이상성을 귀속시켰으며, Russell은 $2+2=4$ 등과 같은 지식은 두개의 사물을 다른 두개의 사물에 추가하는 경험 없이도 알 수 있는 것이라고 보았다.

Dewey는 일차적으로는 선형론을 배격하며 경험론을 지지한다. 다만 Dewey는 전통적인 경험론에서의 경험 개념을 적극적으로 개조하였다.⁵⁾ Dewey가 말하는 경험은 Locke나 Mill이 말했던 경험, 즉 사물의 감각적인 성질이 감각기관을 통하여 마음에 날인되는 과정과는 다른 것으로서 사물과 환경에 능동적으로 변형을 가하는 행위, 즉 조작이다(Dewey, 1929: 156). 수 관념을 예로 들어 말한다면 그것의 기원은 사물을 목적에 적합하도록 조정하는 행위, 즉 측정활동이다.⁶⁾ 수학적 관념은 경험에 기원하지만 언제까지나 경험에만 머무는 것은 아니다. 그것은 경험을 떠나서 관념 상호간의 논리적 관계에 입각한 연역적인 체계, 즉 순수수학으로 점차 발달하며, 실천적 활동과의 관련에 구애받지 않고 그것을 향유하는 전문가들, 즉 순수수학자들이 생겨난다. 순수수학의 유일한 규준은 ‘기존의 체계와 모순되지 않는다면 어떠한 관념도 허용된다’라는 것,⁷⁾ 다시 말하면 자유와 엄밀함의 결합이며 이 특성은 예술작품의 본질이기도 하다(Dewey, 1929: 165). Dewey에게

5) Dewey의 경험 개념에 대해서는 제 II장에서 고찰하였다.

6) 이에 관해서는 이 장의 3절에서 상세히 고찰할 것이다.

7) 수학적 관념의 존재 규준으로 무모순성을 처음 말한 사람은 Poincaré이다. 그에 의하면 수학의 개념은 그 정의가 모순을 내장하지 않고 또 그것에 앞서서 받아들여지고 있는 여러 명제들과 모순되지 않는 경우에만하여 존재의 권리를 갖는다

있어서 순수수학은 ‘관념의 예술’이며, 모든 예술 작품이 그러하듯이 그것은 순수수학자에게 예술성 즉 ‘내재적인 가치’를 가진다.

그러나 관념의 예술로서의 순수수학은 한 가지 위험성을 내포하고 있다. 그것은 수학을 현실세계와 근원적으로 분리시키려는 철학적 시도 즉 순수수학을 형이상학화하려는 시도를 유발한다는 것이다. 이러한 시도는 20세기 수학 기초론 학파에서 절정을 이룬다. 논리주의, 형식주의, 직관주의로 대표되는 이들 학파는 비록 수학의 기초를 어디에 둘 것인가에 대해서는 의견을 달리 했지만 실천적 활동에만은 결코 둘 수 없다는 점에서는 일치하였다. 널리 알려져 있듯이 이러한 시도는 Gödel의 불완전성의 정리에 의해서 결정적으로 좌절되었다.

20세기 수학기초론의 실패가 우리에게 말해주는 것은, 순수수학은 그 자체만으로는 완전한 체계를 이룰 수 없는 부분적인 존재이며, 따라서 보다 전체적인 존재에 의존하지 않을 수 없다는 것이다. Dewey의 도구주의적 수학관에서 볼 때 순수수학이 새로운 양분을 공급받기 위하여 귀환해야만 하는 터전 그리고 나아가 순수수학의 종국적인 존재와 가치규준은 실천적인 활동, 즉 경험이다(Dewey, 1929: 149). 요컨대 Dewey에게 있어서 순수수학은 ‘실천적 활동의 도구’이며 그것의 가치는 유용성 즉 ‘수단적 가치’에 있다.

2. 수학교육의 목적

Euclid와 어느 제자의 유명한 일화⁸⁾가 말해주듯이 전통적으로 수학의 수단적 가치, 즉 유

용성은 내재적 가치, 즉 예술성에 비해서 부차적인 것이며 따라서 수학교육을 통해서 본질적으로 추구할 것이 아니라는 견해가 견지되어왔다. Dewey(1987, 제 8장)는 이러한 이원론적 시각을 거부하고 대신 수단적 가치와 내재적 가치 사이의 통합을 주장한다. 두 가치사이의 통합은 다음의 두 명제로 규정될 수 있다.

- I. 내재적 가치는 수단적 가치에서 파생된다.
- II. 수단적 가치는 내재적 가치에서 창출된다.

이 명제의 보다 자세한 의미는 물리적 도구와 지적 도구의 차이점에 주목하면 더욱 잘 정의될 수 있다. 명제 I은 물리적 도구와 지적 도구 모두에서 성립한다. 예를 들어 자동차의 형상과 구조가 가지는 예술적인 가치는 물건을 실어 나른다는 자동차의 기능 즉 수단적 가치를 증대시키려는 활동에서부터 파생된 것이다. 또한 수학이라는 지적 도구가 가지는 관념 상호간의 정교한 체계로서의 예술적인 가치는 효율적으로 물건을 세고 땅을 측량하려했던 활동에서부터 파생된 것이다. 그러나 명제 II는 오직 지적 도구에서만 성립한다. 예를 들어 어떤 기사가 자동차의 형상과 구조가 가지는 예술적인 가치를 향유할 때, 그것이 물건을 실어 나른다는 자동차의 기능을 개선하지는 못할 것이다. 그러나 수학의 경우, 유용성을 염두에 두지 않고서 순수한 예술적 관점에서 창조된 순수수학이 훗날 이 수학자가 전혀 예기치 않은 곳에서 응용된다. 수학의 역사는 이러한 사례들로 전부 이루어져 있다고 해도 과언이 아니다.⁹⁾

Dewey의 접근법은 수단적 가치와 내재적 가

8) Euclid의 어느 제자가 “기하학을 배워서 어디에 쓰는가”라고 질문했을 때 Euclid는 “돈을 한 푼 주어서 보내라”고 대답했다고 한다.

9) CT 단층촬영, 자기공명 촬영기, 비파괴실험 등의 기술은 라돈 변환이라는 수학 이론의 응용이다. 그러나 라돈 변환 이론은 이러한 응용과는 무관하게 순수한 수학적 필요를 따라서 창안된 것이다.

치를 대립시키고 양자택일을 하려했던 전통적인 방식과 크게 다르다(엄태동, 2001: 193-202). Dewey의 주장은 둘 중의 어느 하나를 추구해야만 한다는 것이 아니라 양자의 결합을 통하여 새로운 가치를 창출하고 그럼으로써 경험의 성장을 이루어야 한다는 것이며, 이러한 가치의 확장과 성장은 물질적, 기술적, 실제적 가치뿐만 아니라 정신적, 인간적, 이론적인 가치에 까지 도달할 수 있다는 것이다.

따라서 Dewey가 말하는 유용성은 전통적인 가치론에서 말하는 유용성과 동일시할 수 없다. Dewey에 대한 대부분의 비판들은 이 점을 인정하지 않는 것처럼 보인다. 그 비판에 따르면 Dewey의 수학교육론은 지식의 실제적인 유용성을 강조한 나머지 삶의 상향의 의지를 키우지 못하는 현상계적 수준의 이론이고(임재훈, 1998: 107), 내재적 가치 추구를 통한 인간교육이라는 이념에 적합지 못한 세속적인 이론이다(한대희, 2000, 133). 이러한 비판 속에는 전통적인 가치의 이원론이 그대로 전제되어 있다. 이원론을 극복하려한 Dewey의 시도가 얼마나 성공적이었나 하는 것과는 상관없이 Dewey가 극복하려한 바로 그 이원론의 전제 하에서 Dewey를 비판하는 것은 적합하지 못하다고 판단된다(엄태동, 2001: 195).

수학의 수단적 가치와 내재적 가치의 통합을 추구하는 것은 지식과 실천을 관련시키는 능력, 즉 지력의 함양으로 이어진다. Dewey의 일반적인 교육의 목적으로서의 지력의 함양을 수학교육의 측면에서 바라본다면 그것은 반성적

사고력¹⁰⁾이라는 개념으로 구체화된다(Dewey, 1933: 89-90). 반성적 사고는 문제 상황을 해결된 상황으로 전환시키는 것으로서 첫째 암시, 둘째 지성화, 셋째 지도적 관념 혹은 가설, 넷째(협의의) 추론, 다섯째 행위에 의한 가설의 검증의 다섯 국면으로 이루어진다. 흔히 수학적 사고를 넷째의 추론 단계와 동일시하고 그에 따라 수학적 사고를 반성적 사고의 일부분으로 보기도 하지만, Dewey의 전체 체계에 비추어 볼 때 Dewey에게 있어서 수학적 사고는 반성적 사고의 다섯 국면 모두에 걸쳐있는 것으로 보아야 한다.

3. 수학교육의 내용

가. 논리적 사고 교육론

Dewey(1933: 85)는 반성적 사고를 기반으로 하여 논리를 형식 논리와 발견의 논리의 두 종류로 구분한다. 형식 논리는 반성적 사고의 산물에 속하는 것으로서, 마음이 결론에 도달한 이후에 그 결론과 전제들과의 관계를 명확하게 드러내고 견고하게 함으로써 타인이나 자기 자신을 확신시키고자 할 때 사용된다. 반면에 발견의 논리는 반성적 사고의 과정에 속하는 것으로서, 마음이 결론에 도달하고자 부지런히 암중모색하는 도중에서 자연적이고 자발적인 관찰, 암시, 검증 과정이 질서 있게 조절되고 통제되고 있음을 말한다.¹¹⁾ 논증기하학과 관련해서 말한다면, 발견의 논리는 어떤 정리를 발견하는 과정에서 사용되고 형식논리는 그 정리

10) Dewey에게 있어서 지력은 주관적이고 심리적인 작용만을 의미하는 것이 아님에도 불구하고 '반성적 사고'라는 용어는 그런 쪽으로 이해되기가 쉽다. Dewey는 후기의 대표 저작 『논리학』에서 이러한 문제점을 지적하면서 반성적 사고 대신 '탐구'라는 용어를 사용한다(김규욱, 2001: 145).

11) Dewey가 말하는 형식 논리와 발견의 논리의 차이점은 Wertheimer가 말한 전통적 논리학과 생산적 사고와의 차이점과 유사하다. 전통적 논리학은 추리의 타당성 여부를 판단하는 형식적 조건을 연구한다. 즉, 추리의 각 단계가 정확한지 아닌지에만 관심이 있을 뿐, 어떻게 그 단계에 도달했는지에 대해서는 관심이 없다. 반면에 생산적 사고는 내용의 증가가 일어나는 추리의 진행이 어떤 메커니즘으로 일어나는지에 관한 것이다.

를 체계적으로 증명하는 과정에서 사용된다.

이러한 논리를 아동에게 가르치고자 할 때 관건이 되는 것은 논리와 심리 사이의 연속성의 문제이다. 만약 논리와 심리를 대립시킨다면 그것은 필연적으로 그릇된 논리적 사고 교육론으로 이어진다고 Dewey(1933: 81)는 말한다. 대표적인 사례가 아동의 마음은 전적으로 비논리적인 것이며 논리성은 오직 조직된 지식에만 속하는 것이라고 보는 견해이다. 이 경우 아동의 마음은 논리적으로 조직된 기성의 자료를 흡수함으로써 논리성을 획득한다고 믿어지며 이를 위해 사용되는 방법이 이른바 ‘체계적인 방법’ 혹은 ‘분석적인 방법’으로서, 학과를 논리적인 요소로 분석한 다음 그들을 정의하고 분류하고 배열하여 차례차례로 제시하는 것이다. 이러한 방법의 문제점은 아동에게 제시된 논리적인 조직이 개개인의 책임 하에 수행된 사고 과정과는 동떨어진 기성의 형식이라는 점이다. 마음이 성인들의 수준만큼 성숙한 단계에 도달하지 못한 아동의 수준에서는 자신들의 사고 과정에서 왜 그러한 방법과 형식이 채용되어야만 하는지를 납득하는 것이 어렵다.

Dewey가 주장하는 바람직한 논리적 사고 교육은 논리와 심리의 연속성을 바탕으로 한다. Dewey(1933: 83)는 아동이 어떤 발달 단계에 있든지 그 단계의 아동의 현존하는 활동 속에는 나름의 논리성이 내재해 있다고 주장하면서, 진정한 논리적 사고 교육은 아동의 그러한 심리 활동 속에 내재해 있는 자연적인 논리성—호기심, 암시, 실험적이고 입증적인 태도—을

점진적으로 변형시켜서 성인수준의 형식화되고 엄격한 논리성에 도달시키는 것이라고 말한다. 이러한 방법의 핵심은 공식화된 사고 규칙을 명시적으로 사용하는 것을 지양하는 점에 있으며, 요컨대 ‘무의식적인 사용을 통한 점진적인 의식화’라고 할 수 있다(Dewey, 1933: 129).

나. 산술교육론

Dewey는 J. A. McLellan과의 공저인 『수의 심리학과 그 산술교수법에의 응용』에서 수 개념의 기원과 본질을 심리학적인 입장에서 분석하고 그에 기초한 산술 지도 방법을 논하고 있다. Dewey(1895: 32)의 심리학적인 분석에 따르면 수를 발생시키는 정신활동은 ‘변별(분석)’과 ‘관계짓기(종합)’라는 심리적 조작(intellectual operation)으로서, 변별이란 전체를 서로 같은 여러 부분으로 분할하는 것이고, 관계짓기는 다시 이 부분들을 관련지어서 전체로 만드는 것이다. 그러나 이러한 심리적 조작은 그들 스스로 작동하는 것이 아니며 양의 측정이라는 보다 근본적인 활동에 종속된다. 측정활동의 과정은 전체량을 여러 부분(단위)으로 분할한 다음, 그 부분들을 반복하여 전체량과 등가시키는 것으로서 변별과 관계짓기 조작을 하위 요소로 포함한다. 따라서 수의 기원은 양의 측정활동이다. 측정활동에서 수가 의미하는 것은 전체량을 이루기 위해서 단위가 얼마나 반복되었는가 하는 것, 즉 단위량에 대한 전체량의 비(比)이다.

측정활동은 크게 두 단계로 구분할 수 있는데, 첫째 부정확한 단위를 사용하는 단계¹²⁾, 둘

12) Dewey는 아동의 대표적인 수 활동 중의 하나인 세기를 부정확한 단위를 사용하는 측정활동과 동일시한다. 예를 들어 어떤 바구니 속의 사과를 세는 것은 그 바구니 속의 사과를 측정하는 것이다. 이에 대해서 당시 프린스턴 대학의 수학자 Fine(1986, xxiv-xxvi)은 “세기는 측정보다 더 단순한 활동으로서 인간은 측정을 알기 훨씬 이전에 세기를 한다”라고 주장하였으며, 심리학자 Phillips는 “세기는 측정 활동과는 별개의 과정이며 측정 활동은 세기의 보조적인 측면에 불과한 것이다”라고 주장했다. 그러나 Dewey는 ‘수세기’와 ‘수 이름의 언어적인 반복’은 구별되어야만 한다고 말하면서, 수 개념을 낳는 것은 ‘수세기’로서 이것은 측정활동과 결코 분리될 수 없으며, 반면에 ‘수 이름의 언어적인 반복’은 측정활동과 무관할 수 있으나 수 개념을 낳지 못하는 ‘가짜 수세기’라고 반박하였다(Dewey, 1898: 178).

제 미터나 그램과 같이 같은 종류의 양으로 정의된 단위를 사용하는 단계이다. 비로서의 수 개념은 이러한 측정활동의 발달 단계를 따라서 사칙연산과 함께 발달하다가 분수에 이르러 완성된다. 첫째 이산량의 세기 단계에서는 덧셈과 뺄셈이 나타나며, 상대적인 많은 혹은 적음에 관해서 알 수 있을 뿐 몇 배가 되는지 알 수 없다. 즉 이 단계에서는 집성의 관념이 있을 뿐이고 비 관념은 적어도 의식적으로는 사용되지 않는다. 둘째 단계에서는 곱셈과 나눗셈이 생겨나며 비 관념이 명시적으로 사용된다. 비 관념은 분수에 이르러 가장 명시적이고 의식적으로 발달한다. 예를 들어 $\frac{3}{4}m$ 라는 분수에는 전체량과 단위량 그리고 단위량의 반복 횟수가 명시적으로 표현되어 있으며 모호한 전체→단위로 분할→명확한 전체라는 측정활동의 심리적 과정이 가장 잘 드러나 있다.

이와 같은 심리학적 분석을 기초로 Dewey는 측정활동을 통한 수 개념 지도법을 제시한다. 그것은, 첫째 모호한 전체(명확히 규정될 필요가 있는 한정된 크기나 양), 둘째 단위(전체를 여러 부분으로 분할), 셋째 명확한 전체(부분을 모아서 전체를 재결합, 전체와 부분 사이의 비로서의 순수한 수)이다.

Dewey의 방법의 첫 단계인 ‘모호한 전체’는 보다 명확히 규정되고 파악되기를 강하게 요구하고 있는 어떤 질적인 단일체를 말한다. 이것은 아동의 마음속에 변별 조작을 유발시키는 기반이라는 점에서 중요하다.

둘째 단계는 모호한 전체를 여러 부분들 즉 단위로 분할하는 단계이다. Dewey에게 있어서 단위(unit)란 ‘더 큰 전체를 구성하거나 측정하기 위하여 수단으로 사용된 단일체(unity)’이다. Dewey에게 있어서 단일체는 그 자체로 성립할 수 있지만 단위는 오직 단일체와의 관련 하에서만 성립할 수 있는 상대적인 것이다. 이와는

다르게 단위를 사물의 자연적인 개별성에 근거해서 파악하는 관점도 있는데 그것을 Dewey는 고정 단위 방법이라고 말하면서 강하게 비판한다. Dewey가 보기에 수 개념 형성의 관건으로서의 사물의 개별성은 반드시 아동의 자발적인 변별 조작의 산물임에도 불구하고, 고정 단위 방법에서는 사물의 개별성을 자연시함으로써 아동의 변별 조작을 유발시키지 못하기 때문이다.

셋째 단계는 단위를 재결합하여 명확한 전체로 만드는 것이다. 예를 들어 $1m$ 단위를 일곱 번 반복해서 전체가 되면 그 전체는 ‘ $7m$ ’라는 양으로 명확하게 규정된다. Dewey는 단위의 재결합, 즉 관계짓기 조작이 가능한 이유는 단위들이 처음부터 분리된 존재가 아니라 ‘전체의 부분들’ 다시 말해서 어떤 전체를 변별함으로써 만들어진 것이기 때문이라고 말한다. 이와는 달리 고정 단위 방법은 전체가 아니라 개별적인 사물에서 출발했기 때문에 단위를 재결합하는 것이 쉽지 않다고 Dewey는 말한다. 단일체가 아니라 분리된 존재로부터 출발했으므로 나중에 그들을 연결지어 하나로 볼 수 있는 토대와 심리적인 에너지를 확보하지 못하게 되고 결과적으로 관계짓기 조작을 유발시키지 못한다는 것이다.

Dewey의 측정 활동을 통한 수 개념 지도 방법의 특징 중의 하나는 자연수와 분수가 통합된다는 점이다. 자연수와 분수는 서로 다른 종류의 수가 아니라 측정활동에서의 비(比) 개념으로서 동일하다. 또 다른 특징으로는 측정활동 안에서의 수 개념과 기호의 해석을 중시한다는 점이다. Dewey의 방법의 출발점은 추상적이고 순수한 수 개념이 아니라 측정활동이어야만 한다. 그러나 이것이 Dewey가 추상적인 수 개념의 획득이라든가 계산 기능의 숙달 자체를 부정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. Dewey가 말하는 것은 아동이 어떤 발달 단계에서든

수 개념과 기호를 측정 활동에 비추어 해석하고 의미를 부여할 수 있을 때 비로소 아동의 수 개념과 계산이 기계적으로 되지 않으며 나아가 보다 높은 추상적인 수준으로 발전할 수 있다는 것이다.¹³⁾

다. 기하교육론

Dewey는 논문 “기하 교수에서의 심리적인 것과 논리적인 것”(1903)¹⁴⁾에서 당시의 논증 기하학 교육의 문제점을 지적하고 그의 대안을 제시하고 있다. 이 논문에서 Dewey는 감각적이고 직관적인 기하학과 연역적이고 형식적인 기하학을 대비시키면서, 전자와 후자는 아동의 성장 과정에서의 출발점과 도착점으로서 기하교육은 전자에서 후자로 연속적으로 이행하는 방식을 취해야 한다고 주장하였다. 이러한 견해는 E. H. Moore에게서도 찾아볼 수 있다. Moore(1903: 48)는 형식적이고 연역적인 기하학으로 들어가기에 앞서 반드시 비형식적 연역이 충분히 연습되어야 하며 그것은 이후 공리적인 체계를 세우는데 토대를 제공한다고 말한다.¹⁵⁾

Dewey와 Moore의 이러한 견해와는 다르게 명제의 논리적인 연역이라는 기하교육의 궁극적 목적을 중시하면서 비형식적 기하학을 거치지 않고 처음부터 연역적이고 형식적인 기하학

에서부터 출발해야 한다고 주장하는 사람들이 있었다. 이들은 주장하기를 “학습자들은 처음부터 완전한 진리 위에 있어야 하며 부정확한 명제에서 출발한 다음 그것들을 변경하여 학습자들을 더 넓은 시각과 엄격한 형식으로 이끄는 것은 충분하지 못하다”(Dewey, 1903: 218)라고 하면서 예비적이고 구체적인 기하학의 교육적 가치를 배제시켰다. 예를 들어 직선 개념의 비형식적인 정의는 ‘곧바로 운동하는 물체의 궤적’, ‘팽팽하게 당긴 실’, ‘추를 매단 끈’이 될 수 있고, 형식적인 정의는 ‘두 점이 하나의 직선을 결정한다’ 라든가 ‘두 점 사이의 최단 거리가 되는 선’이 될 수 있다. 그들은 이러한 비형식적인 정의를 거치지 않고 처음부터 합리적인 형식을 따라 완전한 정의를 제시하는 것이 가장 논리적인 방법이며 과학적인 방법이라고 보았다.

물론 전문 수학자나 교사와 같이 이미 훈련된 마음을 소유한 사람들에게는 이러한 비형식적인 정의는 비논리적인 것이며 나아가 기하학을 하는데 방해가 될 수도 있을 것이다. 그러나 학습자에게는 그렇지 않다. Dewey는 이러한 형식적인 직선의 정의는 결코 학습자의 심리적 조건도 충족시키지 못하고 이해의 범위에도 들어오지 못하는 것이라고 말한다. 이런 식으로

13) E. L. Thorndike(1874~1949)는 결합주의 심리학을 바탕으로 자극과 반응 사이의 본드 형성을 통한 기초적인 기능의 습득을 강조하면서 이해와 사고를 강조하는 Dewey의 산술교육론을 비판했다(Thorndike, 1922: 266). 물론 Dewey가 수학교육에서 기능의 연습이나 숙달 보다는 이해와 사고를 본질적인 것으로 보는 것은 사실이다. 그러나 Dewey가 기능의 숙달 자체를 부정했다고 해석해서는 안 된다. Dewey(1895: 79)가 부정하는 것은 ‘무의미하고 기계적인’ 연습과 숙달이다.

14) 이 논문은 Dewey가 기하교육을 논한 유일한 자료이며, 이 절의 내용은 주로 이 논문에 근거해서 쓰여졌다. 이 논문의 분량이 총 13쪽에 지나지 않으며 내용 또한 기하교육의 방법적인 측면에만 한정되어 있다고 볼 때, 이 절의 제목을 ‘기하교육론’으로 부르는 것에 무리가 없지 않다.

15) Dewey는 이 논문에서 E. H. Moore(1862~1942)와 협의하여 그 논문을 썼음을 밝히고 있으며 Moore 또한 자신의 논문 ‘수학의 기초에 관하여’에서 이 논문을 인용하고 있다. Dewey와 Moore의 수학 교육관은 매우 유사하며 실제로 두 사람은 학문적으로 교류하였다(Ratner, 1992: 105). 특히 Dewey는 Euclid 기하학 자체에도 구체적인 관심을 가졌던 듯 하다. 그 이유는 Moore의 제자로서 후에 프린스턴 고등연구소장이 된 O. Veblen(1904: 346)의 학위논문이 Dewey가 제안한 ‘categorical’과 ‘disjunctive’라는 두 용어가 수용되고 있기 때문이다. 당시는 Hilbert, Pasch, Peano 등에 의하여 「원론」을 보다 현대적인 공리적 방법으로 재구성하려고 시도하던 시기였으며 Veblen의 학위논문도 이와 관련된 것이었다.

“논리적인 기묘함과 과학적인 정확함을 때 이르게 도입하는 것은 학습자에게 지적이고 정서적인 협조를 증대시킬 우려가 있으며 기계적인 기억이나 암송을 조장할 수 있고, 나아가 교과 내용을 심도 있게 추구하는 것에 대해 반감을 갖게 하는 것에까지 이를 수 있다”(Dewey, 1903: 223). Dewey는 이러한 주장의 주된 근거 중의 하나가 ‘심리와 논리를 절대적으로 분리’하는 점에 있다고 말한다. Dewey(1903: 224-225)에게 있어서 논리적인 것과 심리적인 것은 연속적인 발달 과정의 양쪽 한계점으로서, 그 구분은 발달 단계에 따라 달라지는 상대적인 것이다. Dewey(1903: 227-228)에 의하면 논리적인 것이란 아동의 교과를 가장 질서정연한 지적인 체계 속의 것으로 본 것이고 심리적인 것이란 정서나 행위 등으로 이루어지는 현재의 습관이나 경험의 발달로서 본 것이다. 기하학에서 말한다면 논리적인 것은 연역적이고 형식적인 기하학이고 심리적인 것은 직관적이고 감각적인 기하학이다. 직관적이고 감각적인 기하학은 학습자들이 추상화를 통하여 새로운 관념으로 도약할 수 있는 발판으로서의 이른바 구체적인 실재요 문제 상황이다. 이 구체적인 실재, 문제 상황으로부터 추상화를 행하는 동안 학습자는 논증적이고 엄밀하다기보다는 직관적이고 응용적이다. 즉, 논리적이기보다는 심리적인 것이다. 요컨대 Dewey(1903: 223)에게 있어서 기하 교육의 원리는 직관적인 기하학과 연역적인 기하학 중의 양자택일이 아니라 전자에서 후자로의 변환, 즉 심리적인 것으로부터 논리적인 것으로의 연속적인 변환이다.

라. 문제해결 교육론

Dewey의 수학교육론에서 문제해결은 중심적

인 위치를 차지하고 있는데, 이렇게 말할 수 있는 이유는 문제해결이 Dewey에게 ‘수학교육 목적인 동시에 방법’이 되기 때문이며, 이로 인해서 Dewey의 수학교육론을 문제해결 교육론이라고 불러도 큰 무리가 없을 것이다.

앞서 언급했듯이 Dewey(1933: 111)에게 있어서 수학교육의 목적으로서의 반성적 사고는 문제해결과 동일하다. 반성적 사고란 마음속에서 문제를 발견하고, 그 문제를 증시하고, 그 문제에 대하여 연속적으로 사고하는 것으로서, 불분명함, 불확실함, 상충, 장애 등이 경험된 상황을, 명료하고, 조리가 서고, 해결되고, 조화로운 상황으로 변환시키는 것이다.

또한 문제해결로서의 반성적 사고는 발견의 논리로 특징지어지는 과정과 형식논리로 특징지어지는 산물의 두 측면을 가지며,¹⁶⁾ Dewey에게 있어서는 특히 발견적 사고가 중시된다. 발견적 사고 방법을 가르치고자 할 때 발생하는 주된 문제 중의 하나는 그 ‘사고 방법’이라는 것을 어느 정도까지 명시적이고 구체적으로 규정할 수 있느냐 하는 것이다. 다시 말하면 명료하게 정의된 요리 절차와 같은 구체적이고 기계적인 명령에서부터 ‘스스로 생각하라’, ‘자료를 모아라’와 같은 지극히 일반적인 권고 사이의 어느 지점에 위치시키느냐 하는 것이다 (Rorty, 1986). 만약 지나치게 구체적인 절차를 제시한다면 그것은 형식적이 되기 쉽고 따라서 창조적인 문제해결을 촉진하지 못할 것이 분명하며, 반면 지나치게 일반적이라면 그것 또한 문제해결에 아무런 도움이 되지 못할 것이다. Dewey(1933: 3)는 구체적인 지침과 일반적인 금언 사이에서 균형을 유지하려고 노력하고 있다(Rorty, 1986). Dewey에게 있어서 반성적 사고는 명시적인 기능을 포함하지만 그러한 기능

16) 이 절의 논리적 사고교육론 부분에서 고찰하였다.

과 동일시될 수는 없는 것으로서, 이러한 점에서 예술적 활동과 동일하다(Stanic & Kilpatrick, 1989: 19). Dewey(1933: 40)는 기능으로 환원될 수 없는 반성적 사고의 창의적인 측면을 '태도'라고 말하면서 개방된 마음, 전심전력, 책임감의 세 가치를 들고 있다.

Dewey의 수학 교육론에서 문제해결이 차지하는 또 다른 위치는 교육 방법이라는 이름이다. 다시 말하면 수학적 개념은 문제해결을 통해서 학습되어야 한다는 것이다. Dewey의 문제해결 방법은 수학을 가르칠 때 학문적으로 시작할 것이 아니라, 수학과 관련을 가지는 현실의 문제 상황에서부터 출발하여 그 문제를 해소하는 과정에서 수학을 수단으로 사용함으로써 그 교과를 학습하게 하는 것이라고 볼 수 있다. Dewey(1987: 244)가 말하는 문제 상황은 경험 상황이라는 말에서도 알 수 있듯이 교과서의 지식을 교실에서 추상적으로 다루는 상황은 아니며, 그보다는 학교 밖의 환경에서 관찰이나 실험과 같은 종류의 해보는 것을 요구하는 상황을 말한다. Dewey는 많은 교수법들이 문제해결을 지향하지만, 그때의 문제는 이러한 경험 상황에서 기인한 진정한 문제가 되지 못하고 교과서와 교실의 범위 안에 제한된 추상적이고 형식적인 문제로 머무는 경우가 대부분임을 지적한다.

Dewey의 이러한 문제해결 방법은 20세기 초 미국의 진보주의 교육운동에 의해서 주요한 교육원리로 채택되어 실행된 바 있는데, 이에 대해서는 "실제적인 문제해결을 중시한 나머지 교과를 생활로 대치시켰고 그 결과 논리적으로 조직된 체계적인 교과를 도외시하게 되었다"는 비판이 가해졌다. Dewey(1938: 114)는 이러한 지적을 인정하면서도 그러한 문제점은 진보주의 실행자들의 결합에 기인하는 것이지 문제해결 방법 자체의 결합은 아니라고 주장하였다.

Dewey(1938: 116)에게 있어서 문제 상황은 수학과 같은 지적인 교과와 결코 대립되는 것이 아니다. 그것은 실리나 실용성의 차원에만 국한되지 않으며 총체로서의 삶의 문제, 곧 일상적이고 학문적인, 실제적이고 이론적인 문제를 모두 포함하는 것으로 보아야 한다(엄태동, 2001: 188).

요컨대 Dewey 문제해결 교육론의 가장 큰 특징은 문제해결을 목적인 동시에 방법으로 보았다는 점에 있다. 그러나 이 관점의 가장 큰 난점은 실현이 결코 용이하지 않다는 점에 있다. 학생들의 사고를 개발함과 동시에 수학 내용을 조직하는 것을 도와주려는 두 가지 목표를 동시에 이루기가 어렵다는 사실은 그동안의 수학교육의 역사가 잘 말해주고 있다(정은실, 1995: 115).

4. 수학교육의 방법

Dewey의 교육방법론을 수학교육 영역에 비추어서 구체화시킨 결과 작업 활동의 원리, 발생적 구성의 원리, 심리적 방법의 세 가치를 얻을 수 있었다.

첫째 작업 활동의 원리는 아동 발달의 초기 단계에 해당되는 것으로서, 수학적 지식은 언어나 기호 보다는 몸과 손을 사용하는 유목적 활동을 통해서 간접적으로 다루어져야만 한다는 것을 뜻한다(Dewey, 1987: 318). Dewey에게 있어서 작업 활동은 추상적인 수학적 지식과 분리되거나 대립된 것이 아니며 오히려 그것을 형성하고 발달시키고 형식화시킬 수 있는 튼튼한 기반을 제공한다. 작업 활동이 성공적이기 위한 제일의 관건은 아동의 능동성이 보장되느냐이다. 명확한 처방이나 지시를 따르든가 기성의 모델을 재생산하는 것과 같은 기계적인 활동은 목적에 적합한 수단을 스스로

찾으려는 노력을 불필요하게 함으로써 아동의 판단력을 최소화하고 나아가 건설적이고 창의적인 태도를 살리지 못하기 때문이다.

둘째 발생적 구성의 원리는 개념 형성에 관한 것이다. Dewey(1891: 144)에 의하면 수학적 개념이란 어떤 대상이 발생되고 형성되는 방법이나 원리이며,¹⁷⁾ 따라서 그 수학적 개념을 형성하기 위해서는 그 개념에 속하는 하나의 전형적인 사례를 스스로 만들어 보아야만 한다. 예를 들어 삼각형 개념을 형성하기 위해서는 세 번에서부터 시작하여 그들을 서로 적절하게 결합하여 하나의 구체적인 삼각형을 스스로 만들어야 한다. 그렇지 않고 이미 만들어진 구체적인 삼각형을 건네받아서 그것이 가진 수학적 성질을 단지 확인하는 것에 그친다면 삼각형이라는 수학적 개념은 형성되지 않을 것이다. 이 원리는 Dienes의 다양성의 원리와 대비되는 것이며 Freudenthal의 전형적인 사례를 통한 수학적 개념 형성 방법과 상통하는 것이다.

셋째 심리적 방법은 Dewey(1916: 342)가 ‘발달적 방법’이라고도 말하는 것으로서, 연역적 체계를 가르칠 때 완성품에서부터 출발하는 것이 아니라 수학자가 그 연역체계를 건설하기까지 거쳤던 과정을 처음부터 밟아가야 한다는 것이다. 전통적으로 연역체계를 가르치는 효과적인 방법은 ‘논리적 방법’ 혹은 ‘체계적 방법’으로 불렸고 이 방법에서는 연역체계를 건설하는 도중에 겪어야만 했던 시행착오나 군더더기는 모두 배제하고 처음부터 공리, 정의, 정리, 증명 등과 같이 완성된 형식에서 출발하였다. Dewey는 이러한 방법은 시간을 절약할 수 있을지는 몰라도 형식적으로 정의된 상징을 다루는 과정에서 학생에게 과도한 지적인 부담을

주게 된다고 말한다. 이와는 달리 수학자가 연역체계를 건설했던 과정을 그대로 따라서 가르치게 되면, 즉 심리적 방법을 채택하게 되면 비록 시간은 많이 걸릴지 모르지만 학생들은 자신들이 다루는 것을 생생하게 이해하게 되고 또 그것을 스스로 다루는 힘을 기르게 될 것이다. 또한 수학자가 연역체계를 건설했던 과정을 따른다는 것은 그 과정에서 학생으로 하여금 수학자가 사용했던 탐구방법, 발견의 방법을 경험하게 한다는 것을 의미하며 이는 수학적 사고력의 함양이라는 수학교육의 목적과도 부합되는 것이다.

V. Dewey 수학교육론의 현대적 해석

이 장에서는 IV장에서 구축한 Dewey의 경험주의 수학교육론이 현대의 대표적인 여러 수학교육론들과 어떤 관계를 맺고 있는지를 고찰하고자 한다.

1. Piaget의 조작적 구성주의

Piaget 이론의 중심 개념은 조작으로서 그것은 내면화된 행동을 의미한다. 수 개념을 예로 들어서 말한다면 Piaget는 수 개념의 기원에 대한 기존의 여러 견해—즉 사물의 감각적 특성으로부터 추상화를 통하여 발생한다거나 언어적인 수세기에서부터 생긴다는 견해—를 거부하고 대신에 그것이 조작을 통하여 구성된다고 보았다. Piaget에게 있어서 수 개념은 ‘집합화

17) 이에 따른 개념의 정의 방식이 ‘발생적 정의’ 혹은 ‘과학적 정의’이다. 예를 들어 ‘원은 일정한 점으로부터 같은 거리를 가지고 운동하는 점의 자취이다’와 같은 정의는 사물의 직접적인 지각 특성이 아니라 인과, 발생의 조건 또는 과정에 근거한다.

(classification)'와 '계열화(seriation)'라는 두 가지 심리적인 조작의 종합을 통하여 발생된다(우정호, 1998: 172). 그러나 이러한 견해는 이미 Dewey의 『수의 심리학』에서 찾아볼 수 있다. Dewey(1895: 24, 28)에 의하면 수 개념은 사물이 보유한 감각적인 성질도 아니고 사물과 무관하게 마음에 선천적으로 타고난 것도 아니다. 그것은 변별(discrimination)과 관계짓기(relation)라고 하는 두 가지 심리적 조작의 산물이다. 이는 Piaget의 견해와 맥을 같이하는 것으로서, 수학적 개념의 본질은 조작이라는 조작적 구성주의의 기본적인 발상이 Dewey에 있음을 말해준다(우정호, 1998: 117; 平林一榮, 1960: 57).

그러나 조작에서부터 수 개념이 구성되는 보다 구체적인 과정에 대해서는 두 사람의 견해가 다르다. Piaget는 단위에서부터 출발하여 그것을 반복적으로 추가함으로써 수 1, 2, 3, ... 이 연속적으로 구성된다고 본다. 이 메커니즘의 핵심은 전체에 부분이 추가되어 새로운 전체를 이루는 것, 즉 전체와 부분의 관계로서 전체에 부분을 끼워 넣는 것이 집합화 조작이고 이전의 전체에서 새로운 전체로 나아가는 것이 계열화 조작이다(우정호, 1998: 172). 요컨대 Piaget에게 있어서 수 개념의 구성 방향은 부분→전체이다. 그러나 Dewey는 반대이다. Dewey(1895: 42)에 의하면 측정활동은 모호한 전체를 여러 부분으로 분할한 다음 그 부분들을 재결합하여 전체를 명확히 규정하는 과정이며, 이 과정에서 변별과 관계짓기라는 심리적 조작이 일어나고 이 조작에 의해서 수 개념이 구성된다. 요컨대 Dewey의 경우 수 개념의 구성 방향은 전체→부분이다.

마지막으로 수 개념의 중국적인 기원에 관한

Piaget와 Dewey의 견해를 살펴보자. 일차적으로 Piaget와 Dewey는 수 개념의 본질로서의 심리적 조작은 그 자체로 존재하는 것이 아니며 더 근본적인 뿌리를 가지고 있다는 점에 대해서는 동의하지만(Dewey, 1895: 35; 우정호, 2000: 239), 그 뿌리가 무엇인가에 대해서는 의견이 다르다. Piaget에 의하면 조작의 뿌리는 schème이다. schème은 지각할 수도 없고 직접 내관할 수도 없는 선천적인 행동 양식을 말하는 것으로, 이러한 schème에 의해서 행동과 그 행동의 조정이 일어나고 그러한 행동이 내면화됨으로써 조작과 그 구조가 형성된다(우정호, 1998, 169-170). 이렇듯 schème은 물리적인 것이 아니라 심리적인 것이므로 Piaget는 인식론의 전통에서 일차적으로 경험론보다는 선험론의 계열에 속한다고 볼 수 있다. 하지만 전적으로는 아니다. 왜냐하면 Piaget에게 있어서 schème이라는 것은 모든 조작의 구조를 포함하는 기성의 골격이 아니라 그러한 조작의 구조를 가능하게 하는 어떤 '잠재적인' 활동성이며 주체적인 구성의 '가능성'이기 때문이다(우정호, 2000: 248).

그러나 Dewey(1895: 144)에게 있어서 조작의 뿌리는 측정활동이고 이 측정활동의 뿌리는 수 본능이다. Piaget의 schème과는 달리 Dewey의 수 본능은 심리적인 존재가 아니다. 그것은 마음이 홀로 보유한 능력이 아니며, 그보다는 마음과 양적인 대상과의 상호작용에 의해서 마음에 주어진 기능적 존재이다.¹⁸⁾ 요컨대 Piaget와 Dewey는 수학이 심리적 조작을 통해서 구성되는 것이라고 보았다는 점에서는 일치하지만, 그러한 심리적 조작 자체의 기원을 살펴본 결과 Dewey와는 다르게 Piaget의 조작적 구성주의는 선험적이고 플라톤적인 계열에 속한다고 말할 수 있다(우정호, 2000: 249).

18) schème과 수 본능의 차이에 관해서는 이 장의 4절에서 고찰할 것이다.

2. Freudenthal의 현실주의 수학교육론

Freudenthal의 수학교육론의 저변에는 Dewey의 경험주의 교육사상이 흐르고 있다고 판단되며 그의 수학교육론은 Dewey 교육론의 수학교육학적 해석이요 구체화로 간주되고 있다(우정호, 2000: 426).

Freudenthal의 수학교육론의 중심 개념은 ‘수학화’이다. 수학화란 수학적 수단을 써서 현실을 조직하는 것으로서, 한차례 수학화가 이루어지면 이전 단계에서 조직의 수단이 되었던 본질이 이제는 조직되어야만 할 현상이 된다. 수학화는 이러한 현상과 본질의 교대 작용에 의한 수준의 상승으로 이루어지며 중국적으로는 추상적이고 연역적인 구조에 이르게 된다(Freudenthal, 1973: 44). Freudenthal의 수학화는 수학과 현실과의 관계를 중시하고 있으며 이런 점에서 기존의 응용을 생각나게 한다. 하지만 Freudenthal의 수학화는 응용과는 다르다. 응용이란 수학이 먼저 존재한 후에 그것이 현실 속으로 찾아 들어가는 것으로서, 전통적인 수학교재에 나오는 문장제라든가 일반적인 공식의 매개변수에 수치를 대입함으로써 해결되는 문제 등에서 나타난다. 반면에 수학화는 현실에서부터 출발하여 그 현실을 정리하는 과정에서 수학이 수단으로 사용되면서 발생하는 것을 말한다. 다시 말해서 수학화는 응용의 역이라고 말할 수 있다.

Freudenthal이 말하는 현실은 Dewey의 경험과 상통한다(정영옥, 1997: 116). Freudenthal이 말하는 현실이란 단지 생활사태라는 좁은 의미가 아니라 물리적, 사회적, 정신적인 세계를 총괄하는 것으로서 과거와 현재의 삶의 의미를 함유하면서 미래를 지향하여 계속적으로 확장되는 것이다. Dewey에게 있어서 경험은 인간과 환경, 지식과 행위 사이의 상호작용으로 이루어

어지며, 그러한 상호작용의 결과 경험 요소들 사이의 의미가 확충되고 미래의 경험에 대한 통제력이 증가됨으로써 재구성되고 성장하게 된다.

수학화 개념에 나타나 있듯이 Freudenthal에게 있어서 수학의 본질은 수학과 현실과의 관계이다. 그에게 있어서 현실은 수학이 뿌리내려야 할 하부구조이며 현실과 관계없는 수학은 유행과 같은 것이 된다(Freudenthal, 1973: 77). 이것은 수학과 경험과의 관계를 중시한 Dewey의 견해와 상통한다. 수학이라는 지식은 그 자체로는 부분적인 것, 불완전한 것인 반면 경험은 전체이고 총체이며 따라서 수학은 경험과의 관계 하에서만 존재할 수 있다는 것이 Dewey의 도구주의 수학기관의 입장이다.

Freudenthal에게 있어서 수학교육의 목적은 수학화하는 능력, 다시 말해서 완성된 지식 체계의 습득이 아니라 그러한 지식체계에 도달할 수 있는 능력이다(우정호, 2000: 387). Freudenthal이 강조하는 수학적 안목, 수학하는 태도는 수학 내적인 가치를 향유하는 것이라기보다는 수학 외적인 것과의 관계 하에서 수학을 사용하고 개조하고 발달시키는 능력을 말하는 것이다(정영옥, 1997: 47). Dewey 또한 기존 지식의 습득 자체보다는 그러한 지식을 발명하고 사용하는 반성적 사고의 개발을 더 우위에 둔다. 반성적 사고는 기존 지식의 학습을 한 부분으로 포함하지만 그 주안점은 어디까지나 사고력에 있으며 지식의 획득은 부차적인 것이다.

Freudenthal의 수학교육방법은 재발명 방법이다. 그것은 수학화해야 할 현실적 맥락에서부터 출발하여 그 현상들을 조직하는 수단으로써 수학적 개념이나 구조를 점진적으로 형식화시키는 것을 말한다(정영옥, 1997: 122). 이것은 Dewey가 말하는 심리적 방법 혹은 발달적 방법과 동일하다(우정호, 2000: 399). Dewey에 의

하면 학습은 일상의 생활 경험 영역 내에서 추출된 자료에서부터 시작되어야만 하며, 이미 경험된 것을 보다 풍부하고 조직화된 형태로, 즉 숙련되고 성숙한 사람이 보유한 형태로 점진적으로 발전시키는 방식으로 이루어져야만 한다.

결론적으로 Freudenthal은 수학의 본질과 가치 그리고 수학교육의 목적과 방법이라는 일반적인 차원에서 Dewey와 일치하며 나아가 Dewey의 교육 사상을 수학교육 분야에서 수학의 특성에 비추어 구체화시키고 더욱 적절하게 발전시켰다고 볼 수 있다.

3. Polya의 문제해결 교육론

Polya에 의하면 수학교육 목적으로서의 수학적 사고의 본질은 개념을 정의하고 정리를 증명하는 등의 연역적인 사고보다는 정의와 정리 및 증명법을 창조하는 발견적 사고에 있다. 달리 말하면 기성의 수학적 지식을 확립하는 논증적 추론보다도 관찰된 사례들로부터의 일반화, 귀납, 유추 등에 의한 추측하기 등과 같은 개연적 추론이 수학적 사고의 본질적인 부분이라는 것이다(정은실, 1995: 93).

이처럼 수학적 사고를 발견의 맥락과 정당화의 맥락으로 구분한 Polya의 견해는 앞서 고찰했던 반성적 사고에 대한 Dewey의 견해와 상통한다. Dewey에 의하면 반성적 사고는 산물과 과정의 두 측면으로 나눌 수 있으며, 산물은 명시적으로 규정할 수 있는 형식논리를 따르며 과정은 암시, 추측, 실험과 같은 발견의 논리를 따른다.¹⁹⁾

Polya의 또 다른 독특성은 수학적 사고를 문제해결과 동일시한다는 점이다. Polya(1957: 120

; 1966: 125)는 “단순한 명상 또는 백일몽에 빠져있지 않는 한 인간의 사고는 어떤 목표를 지향하고 있으며 수단을 찾고 문제를 해결하고자 하는 것”이라고 말한다. Dewey(1920: 140)도 “사고란 문제사태에 대한 반응이며 인간은 문제가 없으면 사고하지 않는다”고 말하면서 사고와 문제해결을 동일시한다.

Polya와 Dewey의 가장 큰 공통점은 문제해결을 예술적 활동으로 보았다는 것이다. 수학교육에서의 문제해결 교육론은, 첫째 맥락으로서의 문제해결, 둘째 기능으로서의 문제해결, 셋째 예술로서의 문제해결의 세 종류로 구분할 수 있는데, 예술로서의 문제해결이라는 관점은 Polya와 Dewey가 견지한 관점이다(Stanic & Kilpatrick, 1988). 예술적 활동의 핵심적인 두 요소는 명시적으로 규정할 수 있고 훈련이 가능한 기능과 그러한 기능으로 환원이 불가능한 모종의 독창성으로 이루어진다. Polya(1981, xi)에게 있어서 문제해결 활동은 ‘수영이나 스키나 피아노 연주와 같은’ 예술적 활동으로서 경험과 판단이 요구되는 발명의 활동이다. Dewey에게 있어서도 또한 문제해결은 예술적 활동이다.²⁰⁾

Polya(1966, 123)의 문제해결의 또 다른 독특성은 문제해결 뿐만 아니라 그것을 가르치는 활동 또한 예술적 활동으로 파악하고 있다는 점에 있다. Polya에게 있어서 문제해결 활동은 문제에 대한 이해, 해결 계획의 작성, 계획의 실행, 반성의 네 단계로 이루어진 질문과 권고 형태의 목록으로 이루어져 있기는 하지만 결코 프로그램화 하거나 기계적으로 적용될 수 없는 것으로서 경험, 심미안, 판단이 요구되는 활동이다(정은실, 1995: 123). 만약 예술적 성격이 결여된다면, Polya의 질문과 권고의 목록은 기

19) 제 IV장 3절에서 고찰하였다.

20) 제 IV장 3절에서 고찰하였다.

계적인 절차적 기능으로 축소되게 되고 결과적으로 예술로서의 문제해결은 기능으로서의 문제해결로 환원되기 쉽다.

Dewey 또한 사고하는 방법을 가르치는 것을 예술적 활동으로 파악한다. Dewey(1987: 269)에 의하면 가르치는 방법은 목적 달성을 위하여 지적으로 통제된 활동, 즉 예술의 방법이며 교사는 예술가이다. 예술가로서의 교사는 아동들로부터 고무적인 목적과 새로운 아이디어를 이끌어낼 수 있어야 함과 동시에 그러한 것들을 실현할 수 있는 기교와 기술을 갖고 있어야 한다(Dewey, 1933: 288).

이러한 공통점에도 불구하고 Polya와 Dewey는 문제의 성격에 대한 관점에서 차이를 보인다. Dewey에게 있어서의 문제는 '실제적인 문제', '생활문제'로서 그것은 수학을 한 요소로 포함하는 수학 외적인 상황인 반면, Polya에게 있어서의 문제는 대체로 수학적인 문제이다. 또 다른 차이점은 Polya와는 달리 Dewey는 맥락으로서의 문제해결 관점을 포함한다는 것이다. 지식은 문제상황을 낙착된 상황으로 전환하는 문제해결 과정을 통해서 습득해야 한다는 문제해결 방법론이 그것이다.

4. 구성주의 수학교육론

Dewey의 수학 교육론은 현대의 구성주의 수학교육론과 밀접한 관련이 있는 것으로 주장된다(Vanderstraeten & Biesta, 1998; Garrison, 1995, 1997; Cobb, 1995). 이 절에서는 마음관을 비교함으로써 Dewey의 구성주의를 Kant, Piaget의 그것과 비교하고자 한다.

구성은 마음과 세계, 주체와 객체 사이의 이분법을 바탕으로 하는 전통적인 실재론적 인식론(경험론이든 관념론이든)에서의 표상(representation)과 대비되는 개념이다. 표상은 지식의 참다운 대상인 객관적 실재가 주관적 마음에 비치는 것, 즉 주체의 외부에 있던 지식이 주체의 내부로 들어오는 것을 뜻한다. 이와는 다르게 구성은 마음이나 주체가 세계나 객체에 의존함이 없이 지식의 대상을 얻고 앎에 도달하는 것을 뜻한다. 다시 말해서 표상이 객체에 서부터 출발하여 마음에 도달하는 것이라면 구성은 주체에서부터 출발하여 객체에 도달하는 것이 된다. 전통적인 실재론적 인식론에서는 구성을 배제하고 표상만으로 앎을 설명하려 하였으며, Glasersfeld의 급진적 구성주의는 여기에 반대하여 표상을 배제하고 구성만으로 앎을 설명하려 하였다. 두 학파는 서로 대립되지만 표상과 구성 중에서 양자택일을 했다는 점에서는 유사하다. 이들과 달리 Kant, Piaget, Dewey의 구성주의는 '객체로부터 마음으로의 표상'과 '마음에 의한 객체의 구성'이라는 서로 대립되는 두 과정을 종합하려한다. 이것은 세 사람의 마음관을 살펴보면 확인할 수 있다. 왜냐하면 표상과 구성을 동시에 확보하기 위해서는 마음은 모종의 능동적인 구성 능력을 '선천적으로' 타고나기는 하되, 그 능력은 기성의 것이 아니라 '미완성의 잠재적인 것'이어야만 하기 때문이다.

Kant는 마음이 선천적으로 타고나는 형식을 '아프리오리' 혹은 '카테고리'라고 말한다.²¹⁾ 이것은 완전한 지식이 아니라 지식을 가능케 하는 힘이라는 점에서 합리론에서의 본유관념과

21) Kant에게 있어서 모든 산술명제는 '종합적인 아프리오리'이다. 예를 들어 12의 개념은 7과 5의 결합이라는 관념의 분석만을 통해서 얻어질 수 없는 것, 즉 종합적인 것이다. 또한 12의 개념은 결코 경험으로부터 얻어질 수 없는 것으로서 그것을 얻기 위해서는 반드시 '직관'의 작용이 있어야만 한다(Copleston, 1961: 222).

구별되며, 수동적이 아니라 능동적인 구성능력이라는 점에서 감각적 경험론에서의 자료처리 형식과 구별된다. Kant는 아프리오리와 경험의 결합은 ‘받아들이고’ ‘만들어내는’ 활동의 결합이라고 말한다(박영배, 1996: 42).

Piaget가 가정하고 있는 마음의 생득적 능력은 ‘감각 동작 schème’²²⁾인데 이것은 Kant의 아프리오리에 해당하는 것이다(이홍우, 2000). schème은 인식주관이 선천적으로 타고나는 것으로서 행동과 조작을 가능케하는 능력이며 능동적으로 대상을 구성할 수 있는 능력이다(우정호, 2000: 239). Piaget가 말하는 schème의 주된 특징은 기성의 고정된 능력이 아니라 장차 행동과 조작을 통하여 발현될 활동성으로서 잠재적이고 가능한 것이라는 점이다(우정호, 2000: 248). 마음은 schème에 의하여 새로운 대상을 구성하고 그 대상에 구현된 성질을 내면화를 통하여 마음에 받아들인다.

Dewey(1916: 101)에게 있어서 마음이 타고나는 것은 생득적 경향, 본능적인 행동양식²³⁾이며 이것은 중추 신경계의 원초적인 신경조직에 기초를 두고 있다. 이것은 잠재해 있는 지적 능력으로서 환경의 변화에 특정한 방식으로 반응하여 다른 변화를 일으키는 경향들이다.

Kant, Piaget, Dewey의 마음관의 차이점은 Dewey가 말했던 작용의 세 가지 유형 즉, 자아작용(action), 상호작용(interaction)과 그리고 교변작용(transaction) 개념을 통해서 변별할 수 있다. Dewey에 의하면 자아작용에서는 한 실재가 대상에 작용하는 힘이 그 실재의 ‘내부에서’ 나오고, 상호작용에서는 한 실재가 대상에 작용하는 힘이 실재들 ‘가운데서’ 발생하며, 교변작용에서는 대상들 사이의 작용이 먼저 있고 그 작용 속의 기능에 의해서 대상에 존재성이

부여된다(Bernstein, 1966: 119). Kant의 아프리오리나 Piaget의 schème은 심리적 요소로서 세계와 상호작용한다. 반면에 Dewey가 말하는 생득적 경향, 본능적 행동 양식은 심리적인 존재는 아니며 마음과 세계사이의 교변작용 속의 기능적인 존재이다. 이러한 변별에 근거하여 Vanderstraeten et al.(1998)은 Dewey의 구성주의를 ‘교변적 구성주의(transactional constructivism)’라고 부른다.

VI. 결 론

지금까지 이 논문에서는 Dewey의 전체적인 사상체계에 비추어 이른바 ‘Dewey의 경험주의 수학교육론’을 구축하고 그것과 현대적인 여러 수학교육론을 비교하였다. 이러한 연구 결과가 일반적으로 함의하는 바는 다음과 같이 요약될 수 있다.

첫째, Dewey의 수학교육론이 주장하는 바를 한마디로 말한다면 “수학의 본질은 유용성에 있으며, 따라서 유용하게 가르치는 것이 수학을 수학답게 가르치는 것이요 잘 가르치는 것이다”라고 할 수 있다. 이는 수단적 가치와 내재적 가치를 분리, 대립 시키고 후자를 더 우월시했던 전통적인 수학교육철학과 크게 대비되는 것이다. 여기에서 주의해야할 것은 Dewey가 말하는 ‘유용성(수단적 가치)’의 의미이다. Dewey가 말하는 유용성의 개념은 전통적인 가치 구분—실제적인 가치와 이론적인 가치, 물질적인 가치와 정신적인 가치, 기술적인 가치와 인간적인 가치 등—에서 어느 한쪽에만 속하는 것이 아니라 두 영역 모두에 걸쳐있는 것이다. Dewey(1920: 157)의 유용성은 생활문제

22) 수 개념의 기원이 되는 것은 결합(분리), 순서화, 대응 schème이다(우정호, 2000: 241).

23) 수 개념과 관련하여 마음은 수 본능을 타고난다(Dewey, 1895: 144).

해결을 위한, 생활 적응을 위한 유용성만이 아니라 ‘경험의 성장을 위한’ 유용성이다(엄태동, 2001: 189). 이러한 유용성은 인간적인 가치와 대립되는 것이 아니며 나아가 그러한 인간적인 가치에 상응할 수 있는 효과적인 통로가 될 수 있다는 것이 Dewey의 주장이다(Dewey, 1987: 399-400).

둘째, 지금까지의 고찰은 Dewey의 수학교육론이 현대의 여러 수학교육 이론의 원형이며 수학교육 현상을 포괄적으로 바라볼 수 있는 하나의 패러다임을 말해준다. 미국에서 진보주의 교육 운동의 쇠퇴 이후 Dewey의 수학교육론은 수학교육의 실제에 그 적용력을 상실하는 것처럼 보였으나 1980년대 문제해결 교육 운동기를 거치면서 그 아이디어가 다시 반영되기 시작하였다. Dewey의 도구주의적 수학관은 Piaget의 조작적 구성주의의 기초가 되었으며, Polya의 문제해결 교육과 Freudenthal의 현실주의 수학교육론에 반영되어 있다. 특히 Dewey의 수학교육론은 현대의 구성주의 수학교육론에 인식론적이고 교육학적인 토대를 제공하고 있다. Dewey의 수학교육론은 오늘날 수학교육에 점차로 구현되고 있다고 말할 수 있다.

흔히 우리나라 제 1차 교육과정은 당시 미국의 진보주의 교육 운동과 Dewey의 영향을 받은 것이라고 말해진다. 실제 그 당시 교과서의 단원은 수학적 개념이 아니라 ‘학습원’, ‘창수네 마을’, ‘학급 도서관’ 등과 같은 생활 단원으로 이루어져 있으며 각 생활 단원은 생활문제에서부터 출발하여 수치계산 문제로 나아가는 방식을 취하고 있다. 그러나 여기서의 생활 문제는 단순한 문장제 형태로서 Dewey가 사고와 탐구의 기반이라고 말하는 ‘문제상황’과는 거리가 있으며, 자연수와 분수의 도입과 전개 방식도 Dewey가 『수의 심리학』에서 말한 것과는 부합되지 않는다. 결론적으로 우리나라

제 1차 교육과정이 Dewey의 영향을 받았을 수는 있지만, Dewey의 이론을 충실히 구현했다고는 볼 수 없다.

이 연구는 Dewey의 수학교육론을 이론적으로 고찰하였을 뿐 그 의의를 살려서 구체화하는 일은 하지 못하였다. Dewey의 경험주의 수학교육론을 구체화하는 일, 즉 아동의 현재 경험 속에 잠재하고 있는 요소를 찾아내서 그것을 점진적으로 발전시키고 조직화시키는 작업은 이론적 고찰보다도 더 어려운 일이다. 왜냐하면 그것은 수학교과 지식에 정통하는 것이 외에도, 아동의 심리적인 힘이 발달되는 원리에 대한 통찰력도 요구하기 때문이다. 경험의 원리를 따르는 교육은 그렇지 않은 교육보다 교사에게 더 많은 것을 요구하는 셈이다. 교육과정과 관련하여 현재 본 논문의 이론적 탐구를 바탕으로 하는 실제적인 연구가 후속되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 김규욱(2001). **Dewey 교육이론에 대한 교육 본위론적 재해석**. 서울대학교 대학원 박사 학위논문.
- 박영배(1996). **수학 교수·학습의 구성주의적 전개에 관한 연구**. 서울대학교 대학원 박사 학위논문.
- 엄태동(2001). **John Dewey의 경험과 교육**. 서울: 원미사.
- 우정호(1998). **학교수학의 교육적 기초**. 서울: 서울대학교 출판부.
- _____(2000). **수학 학습-지도 원리와 방법**. 서울: 서울대학교 출판부.
- 이흥우(1997). **교육의 개념**. 서울: 문음사.
- _____(2000). **교과의 내면화. 아시아 교육연**

- 구, 1(1), 249-271.
- 임재훈(1998). **Platon의 수학교육 철학 연구**. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 정은실(1995). **Polya의 수학적 발견술 연구**. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 차미란(1987). **Dewey의 교육이론에 나타난 경험과 교과와의 관계**. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 平林一榮(1960). J. Dewy 著「數の心理學」の 산술교육사적위치: J. Piaget에連らなるもの. **數學 教育學 論究**, 日本數學教育會.
- 한대희(2000). **인간교육으로서의 수학교육**. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- Bernstein, R., J. (1995). **존 듀이 철학 입문**. (정순복, 역). 서울: 예전사. (영어 원작은 1966년 출판).
- Cobb, P. (1995). The relevance of practice: a response to Orton. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(3), 230-253.
- Copleston, F. (1961). *A history of philosophy*. Westminster: Newman Press.
- Dewey, J. (1891). How do concept arise from percept. In J. A. Boydston (Ed.), *John Dewey: the early works 1895-1898*, 5. Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press.
- Dewey, J., & McLellan, J. A. (1895). *The psychology of number and its applications to methods of teaching arithmetic*. New York: D. Appleton company.
- Dewey, J. (1896). Psychology of number, In J. A. Boydston (Ed.), *John Dewey: the early works 1895-1898*, 5 (pp. 424-429). Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press.
- _____(1898). Some remarks on the psychology of number. In J. A. Boydston (Ed.), *John Dewey: the early works 1895-1898*, 5. Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press.
- _____(1903). The psychological and the logical in teaching geometry. In J. A. Boydston (Ed.), *John Dewey: the middle works, 1899-1924*. Carbondale: Southern Illinois University Press.
- _____(1913). Interest and effort in education. In J. A. Boydston (Ed.), *John Dewey: the middle works, 1899-1924*, 7. Carbondale: Southern Illinois University Press.
- _____(1920). *Reconstruction in philosophy*. Boston: Beacon Press.
- _____(1925). *Experience and nature*. New York: Dover Publications Inc.
- _____(1929). *The Quest for certainty: A study of the relation of knowledge and action*. New York: G. P. Putnam's Sons.
- _____(1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Boston: D. C. Heath.
- _____(1987). **민주주의와 교육**, (이홍우, 역). 서울: 교육과학사. (영어 원작은 1916년 출판).
- _____(1995). **경험과 교육**, (강윤중, 역). 서울: 배영사. (영어 원작은 1938년 출판).
- Fine, H. B. (1896). Review of the psychology of number and its applications to methods of teaching arithmetic. In J. A. Boydston (Ed.), *John Dewey: the early works 1895-1898*, 5(Appendices xxiii-xxvii). Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press.

- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: D, Reidel Publishing Company.
- Garrison, J. (1995). Deweyan pragmatism and the epistemology of contemporary social constructivism. *American Educational Research Journal*, 32(4), 716-740.
- _____(1997). An alternative to Von Glasersfeld's subjectivism in science education: Deweyan social constructivism. *Science and Education*, 6, 543-554.
- Moore, E. H. (1903). On the foundations of mathematics. In *A general survey of process in the last twenty-five years*, (1926 Yearbook, pp. 32-57). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Polya, G. (1986). 어떻게 문제를 풀 것인가. (우정호, 역). 서울: 천재교육. (영어 원작은 1957년 출판).
- _____(1966). On teaching problem solving. In *The role of axiomatics and problem solving in mathematics*. The Conference Board of the Mathematical Sciences.
- Ratner, S. (1992). John Dewey E. H. Moore and the philosophy of mathematics education in the twentieth century. *Journal of Mathematical Behavior*, 11, 105-116.
- Rorty, R. (1986). Introduction. In J. A. Boydston (Ed.), *John Dewey: the later works 1925-1953*, 8. Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press.
- Stanic, M. A., & Kilpatrick, J. (1988). Historical perspectives on problem solving in the mathematics curriculum. In Charles & Silver (Eds.), *The teaching and assessing of mathematical problem solving*, 3 (pp. 1-22). Reston, VA: National Council of Teachers Mathematics.
- Thorndike, E. L. (1922). *The psychology of arithmetic*. New York: Macmillan.
- Vanderstraeten, R., & Biesta, G. (1998). Education, diversity, and constructivism: A pragmatic point of view. Reproduction by EDRS, ED 422422.
- Veblen, O. (1904). A system of axioms for geometry. *Transactions of the American Mathematical Society*, 5, 343-584.

A Study on Dewey's Experientialism on Mathematics Education

Woo, Jeong Ho (Seoul National University)

Kang, Heung Kyu (Gongju National University of Education)

The aims of this study are to identify Dewey's theory on mathematics education and to clarify its influence on the modern theories of mathematics education. For this purpose, we have examined Dewey's theory of knowledge named as pragmatism or instrumentalism, and studied the Dewey's theory of education in which he maintained education is the reconstruction of experiences. And then, we have examined Dewey's theory on mathematics education, such as theory of mathematics, purpose of mathematics education, contents of mathematics education, and methods of mathematics ed-

ucation respectively. After that, we have analyzed how his theory on mathematics education is connected with the diverse theories of modern mathematics education, such as Piaget's operational constructivism, Freudenthal's theory of realistic mathematics education, Polya's theory on mathematical problem-solving, and social constructivism.

Through this study, we might say that Dewey's theory on mathematics education is a prototype of modern theories of mathematics education and a comprehensive paradigm which is very suggestive to the phenomena of mathematics education.

* **Key words** : Dewey, experience(경험), instrumentalism(도구주의), problem solving(문제해결), Piaget, Freudenthal, Polya, constructivism(구성주의).

논문접수 : 2005. 4. 1.

심사완료 : 2005. 4. 30.