

Bourbaki와 수학사

충북대학교 수학과 이승운
solee@chungbuk.ac.kr

충북대학교 수학과 김태수
kimtaesoo@chungbuk.ac.kr

일차대전 전의 프랑스 수학사는 팔목할 만 하였으나 일차대전 후 프랑스는 독일과 영국에 비하여 완전히 진공 상태였다. 이에 젊은 프랑스 수학자들은 독일로부터 크게 자극을 받아 Bourbaki학파를 생성하고 때마침 사회적으로나 정치적으로 생성된 구조주의(structuralism)와 발맞추어 수학의 구조적 접근을 시도하였다. 우리는 Bourbaki의 생성 과정과 발전 단계를 알아보고 그 구성원들과 그들이 심혈을 기울여 집필한 책들, 그리고 업적에 대하여 조사한 후 Bourbaki학파의 쇠퇴 과정을 살펴본다.

주제어: Nicolas Bourbaki, Elements of Mathematics, Henri Cartan, André Weil, 구조주의

0. 서론

근대 수학은 프랑스의 Descartes(1596-1650)로부터 시작되어 Fermat(1601-1665), Cavalieri(1598-1647), Pascal(1623-1662)에 의하여 미분적분학으로 발전되었고, 영국의 Newton(1642-1727)과 독일의 Leibniz(1646-1716)에 의하여 완성되었다.

17세기는 수학사에서 가장 빛나는 시기였다. 특히 1차 세계대전 이전까지 프랑스에는 주목할 만한 수학자들이 많이 있었다.

사영기하학 분야를 개척한 Desargues(1593-1662), Pascal, 2세기 후의 Chasles(1793-1880), 근대 해석기하학의 개념을 정리한 Descartes와 Fermat, 확률론의 De Moivre(1667-1754), De Buffon(1707-1788), Condorcet(1743-1794), 'Clairaut의 미분방정식'으로 유명한 Clairaut(1713-1765), 대수학의 기본 정리인 'D'Alembert의 정리'로 잘 알려진 D'Alembert(1717-1783)는 프랑스를 빛낸 수학자들이다.

프랑스 혁명(1789-1799)은 과거로부터의 이데올로기적인 단절과 많은 변화를 일으키면서 수학의 발전을 가져왔다. 이탈리아계 프랑스인 Lagrange(1736-1813), 천체역학론과 확률의 해석적 이론을 연구한 Laplace(1749-1827), 정수론, 타원함수, 최소제곱

법, 적분에 관한 연구로 유명한 Legendre(1752-1833)도 프랑스인이고, 이들 3L은 프랑스 혁명에 관여하지는 않았다. 반면, 프랑스 혁명을 지지하고 적극적으로 참여했던 Monge(1746-1818)는 미분기하학의 아버지로 그의 제자 Carnot(1753-1823)는 위치기하학, 횡단선의 이론에 관한 소고를 발표하여 수학의 발전에 기여했다.

시대적 제약으로 인하여 Le Blanc이라는 가명으로 논문을 발표했던 여성 수학자 Germain(1776-1831), 수리물리의 Fourier(1768-1830)와 Poisson(1781-1840), 해석학의 대가 Cauchy(1789-1857), 21세에 요절한 Galois(1811-1832)도 19세기에 활동한 프랑스를 대표하는 수학자들이다.

19세기의 수학은 프랑스에서 비롯되어 북유럽과 독일, 영국에 전파되었는데, 새로운 수학은 천문학으로부터 벗어나기 시작했고, 수학의 중심이 프랑스로부터 독일로 옮겨가는데 독일의 수학자 Jacobi(1804-1851)와 Dirichlet(1805-1859)가 핵심적인 역할을 하였다. Desargues, Monge, Carnot에 의하여 연구가 시작된 사영기하학은 Poncelet(1788-1867)가 발전시켰고 Chasles가 해석기하학으로 이어갔다. Monge와 그의 제자들이 프랑스 미분기하학과를 창설하였고 후에 Cauchy, Venant(1796-1886)등이 합류했다. 독일의 Cantor(1845-1918), Kronecker(1823-1891)와 동시대인 프랑스 수학자로는 Poincaré(1854-1912)가 있다.

19세기 유럽 정부들은 과학을 발전시키기 위하여 과학 아카데미를 육성시켜서 고등교육기관이 정비되고, 학자들이 증가하였다. 많은 학자들이 공동으로 연구하고 그 결과를 발표하는 학회나 정기간행물도 정비되었다. 인간 해방의 정신으로부터 자유로운 사고로 진행되고 이것이 수학계에도 크게 반영되어서 자유롭게 생각하는 기반이 형성되었다. 수학은 그 이전의 수학사에서는 볼 수 없을 정도로 큰 발전을 이루었고 20세기의 수학, 즉 현대 수학으로 이어져 갔다. 수학 개념의 도입이나 과거의 성과에 대한 재편성은 첫 30년간 이루어졌고, 그 때의 수학자로 독일의 Gauss(1777-1855)를 들 수 있다.

19세기 말 수학의 각 분야를 공준으로부터 추론되는 정리들의 추상체로 간주하려는 생각이 확산되면서 각 기하학(비유클리드기하학)은 이 관점에서 수학의 한 분야가 되었다. 1906년에 Fréchet(1878-1973)가 추상공간론을 창시하였고, 일반적인 기하학들이 출현하였다.

20세기의 새로운 수학은 독일의 Hilbert(1862-1943)로부터 비롯되었다. 1900년 8월 8일 파리에서 개최된 제2회 국제수학자회의에서 '수학의 미래의 문제에 대하여'라는 강연을 통하여 23개의 기본 문제를 제시함으로써 수학의 목표를 설정하였다.

Hilbert의 스펙트럼 이론과 더불어 20세기의 해석학의 또 하나의 흐름은 파리학파에 의해서도 준비되고 있었다. 총서가 출판되기 시작한 것은 전세기의 말이고 그 흐름 속에 Lebesgue(1875-1941)의 적분론이 탄생되었고, 함수공간론으로 전개되었다. Hilbert가 의도한 것은 자연 속에서 수학을 찾는 일이 아니라 사고의 세계에서 인위적으로 수학을 구성하는 일이었다. 그러므로 자연 속에 원형이 있어야 할 필요는 물론

없었다. Hilbert의 이 구성적 방법을 ‘형식주의(Formalism)’라고 부른다. 공리는 유클리드에서는 다른 명제를 연역적으로 이끄는 기본 명제였다. 그러나 이제 Hilbert에 의해 완전히 새로운 뜻으로 탈바꿈하였다. Hilbert는 공리를 단지 가설로 간주해 ‘형식주의’를 정립하였다.

1920년대 이후 수학의 가장 큰 특징은 구조적인 접근이라고 볼 수 있다. Hilbert가 처음으로 시도한 공리적인 수학의 접근은, Moore(1862-1932), Huntington(1847-1952), Dickson(1874-1954), Veblen(1880-1960)이 발전시켰다. 그 후 실질적인 구조적 접근을 시도한 사람들은 Noether(1882-1935)와 Van der Waerden(1903-1996)등이며 Van der Waerden이 1930년에 출판한 *Modern Algebra*를 처음 접한 프랑스의 젊은 수학자들은 큰 충격을 받고 Bourbaki학파를 형성하여 구조적 접근을 완성시키기 위하여 노력하였다[10].

일차대전 후 프랑스는 매우 혼란하고 피폐되었다 전쟁은 거의 한 세대의 수학자들을 쓸어 갔고 찬란했던 프랑스의 수학계는 폐허가 되었다. 그러나 그들은 포기하지 않고 수학을 공부하는 모임을 결성하였고, 그 들 특유의 재치와 개성으로 몽친 Bourbaki 학파가 결성되었다.

우리에게는 늘 수수께끼로 알려져 있고 구전으로 비교적 정확하지 않은 몇몇 일화들만이 전해졌으나, 실제로 수학의 모든 분야에 걸쳐 씌어진 그들의 책은 방대함과 더불어 명확하기 짝이 없다. 일련의 번호가 매겨진 이 책들은 모두 연결되어 있어서 앞의 내용은 뒤의 내용에 연결된다. 수학은 하나라는 의미로 ‘mathematics’의 ‘s’자를 삭제하였고 아홉 번의 편집을 거치면서 완벽한 책들을 저술함으로써 과거의 프랑스 수학을 중흥시켰다. 그들의 저력은 어쩌면 역사적으로 계승되어 꽃피웠던 조상들의 유산일 수도 있다. 우리는 프랑스를 대표할 수 있는 Bourbaki의 정신과 업적과 추측이 가능한 구성원들에 대하여 살피고자 한다.

1. 시작

일차대전의 폐허는 1920년대 중반 프랑스의 항학열에 불타는 수학자들에게 도전 정신을 북돋우었다. 전쟁의 많은 사상자들 중에는 당시 학생들의 스승이었던 수많은 과학자, 수학자들이 있었다. 독일을 비롯한 여러 국가들이 과학을 발전시키기 위하여 전장에 학자들을 보내는 반면, 프랑스는 최전선에 앞날이 촉망되는 학생들을 보냈다. 파리의 고등사범학교(École Normale Supérieure)의 전쟁 인명부는 학생들의 2/3가 전쟁터에서 죽었음을 알려준다[4]. 전쟁 후 학생들을 가르칠 젊은 선생님들이 없었고, 앞에서 이끌어 주고 후배들이 의존 할 수 있는 선배들도 없었다. 이것은 무엇을 의미하는가? Dieudonné(1906-1992)에 의하면 그 당시 형성된 수학의 중요한 발견과 연구

할만한 과제들을 대다수의 학생들이 놓치고 있었다[4].

“나는 나이 많은 교수들이 우리에게 수학을 잘못 가르쳤다고 말하지는 않겠다. 다만, 50세의 수학자가 이-삼십대에 그가 배운 수학을 이해했다는 사실은 의심할 여지가 없지만, 50세에 그가 처음 접한 새로운 수학에 대하여 완전히 이해했다고 믿어지지 않는다. 사범학교를 졸업했을 때 나는 ideal이 무엇인지 이해하지 못했고, 이것이 1930년대 프랑스의 젊은 수학자들의 실상이다.”

제 1차 세계 대전 이후 잠시 파리에 머물렀던 학생 Cartan(1904-)은 당시의 상황에 대하여 다음과 같이 설명하였다.

“우리가 전쟁 후 첫 세대이다. 우리 이전 세대는 모두 사라졌으므로 진공 상태에서 우리가 모든 것을 새로 만들어야만 했다. 이것이 바로 그 당시 소수의 젊은 수학과 학생들이 당면한 일이었다[6]. 친구들 몇 명은 외국으로 나갔고, 특히 독일로 가서 그곳의 상황을 관찰하였다. 독일의 수학자들로부터 자극을 받아 프랑스 수학을 재생시키기 위하여 André Weil(1906-1998), Chevalley(1909-1984), De Possel(1905-1974) 등이 모여서 Bourbaki를 탄생시켰다.”

Cartan이 파리의 고등사범학교에서 만나 친구가 된 Weil와 Bourbaki의 첫 만남을 시작한 해는 1935년 1월 14일이었다[3]. 고등사범학교를 졸업한 후 열명 가량의 젊은 수학자들은 매우 친밀한 관계를 유지하였고, 그들은 모두 대학에서 강의하는 것으로 인생의 첫발을 내딛고 프랑스 전역으로 흩어 졌다. Cartan과 Weil는 Strasbourg 대학에서 미분적분학 강의를 맡았다. 그 당시 교재는 젊은 교수들이 여러 가지 점에서 부적합하다고 여겼던 Goursat(1858-1936)가 만든 ‘Traité d’Analyse’였다. Weil에 의하면, Cartan은 강의의 주제를 설명하기 위한 최선의 방법에 관하여 Weil에게 계속 질문을 하였으므로 Weil는 그에게 ‘호기심 덩어리(the grand inquisitor)’라는 별명을 붙였다[8]. 질문을 반복한지 수개월 후 1934년 겨울, Weil는 교육 과정에 대한 문제점을 해결하기 위하여 논문을 쓰자고 동창생들을 불러 모았고, 이것이 바로 Bourbaki의 태동이었다. 논문을 쓰자는 제안은 빠르게 퍼져 친구들은 모이기 시작했고, Cartan을 포함하여 Weil, Delsarte(1903-1968), Dieudonné와 Chevalley는 모임을 구성하기 위하여 파리의 라틴계 구역(Latin quarter)에 있는 카페 Capoulade에서 정기적인 만남을 가졌고 ‘해석학논문위원회(Committee on the Analysis Treatise)’라는 모임을 결성했다[1]. Chevalley에 따르면 그들의 계획은 단순히 Goursat 의 책을 바꾸기 위해 다른 교과서를 쓰는 아주 초보적인 수준이었다[5]. 교육 과정에 무엇을 포함해야 하는 지 많은 토의를 거친 후, 그들은 마침내 처음부터 끝까지 수학의 모든 것을 완벽하게 표현해야 한다고 결정했다[4]. 1935년의 첫 모임에 대하여 Cartan은 회상했다[3].

“우리는 자주 이견이 대립되었고 심한 논쟁을 자주 하였으나 여전히 좋은 친구로 남았다, 우리는 모든 과제를 반복하여 편집하였고, 편집 후 큰소리로 읽고 세심하게

점점하였다. 각 chapter 마다 아홉 번까지 편집되기도 하였다. 그러나 결국 모두 지치고 피곤할 때 Dieudonné가 말하곤 했다, “이제 끝났어. 내가 최종안을 쓰겠어.” “Dieudonné는 마지막 편집을 끝내고 영원히 도달할 수 없을 것 같던 구성원 모두의 동의를 얻었으나 시간이 무척 많이 걸렸다. 우리의 방법은 아마도 공동 작업을 함에 있어서 최선책은 아닐 수도 있었으나 우리는 그 방법을 택했다. 또한 우리의 책들은 전순서 집합 형태로(linearly ordered) 나열 할 수 있어야만 했다. 즉 앞의 내용을 알아야 뒤의 내용을 이해할 수 있게 써야만 했는데, 이 작업이 수학의 어느 한 부분에서만 사용되기보다는 가능한 많은 영역에서 사용될 수 있는 기본적이고 근본적인 도구가 되어야만 한다고 믿었기 때문이다.”

점차 그들은 더 자주 모임 필요가 있다고 판단하였고, 새로운 과제를 여름철 몇 주 일 동안 쓰기로 결정하였다. 처음 참여했을 때 그들은 과제의 문제점을 알지 못했지만 곧 문제점을 발견하였다. 1935년 7월 그들은 Besse-en-Chandesse에서 첫 번째 모임을 가졌고 약 3년 안에 수학의 본질적 원론들을 구성할 수 있을 것이라 믿었다. 그들은 무언가 새로운 것을 쓰기 위한 목표를 세우기보다 이미 알려진 모든 것들을 완벽하게 재구성하려는 시도를 했다. 그러나 그것은 거의 이루어지지 않았고 첫째 chapter는 4년 후에도 완성되지 않았다. 이 모임이 Nicolas Bourbaki라고 명명된 최초의 만남이었고, 곧 이 조직과 회원들은 20세기 수학의 커다란 수수께끼 중의 하나가 되었다.

세월이 흐른 후 Weil는 Bourbaki라는 이름이 붙여진 경로에 대하여 설명했다. 그를 포함한 몇몇의 Bourbaki 회원들은 파리사범학교에서 초청강연을 하였고, 1학년 자연계 학생들에게 매우 추천할만한 강의가 있으니 참석하라는 공고를 하였다. 강의를 진행됨에 따라 저학년 학생들은 가짜 턱수염과 독특한 억양으로 자신을 꾸민 나이 많은 학생 Husson의 강의를 들으려고 모여들었다. 그는 열심히 강의를 듣는 저학년 학생들에게 이해할 수 없고 무의미한 내용을 강의했다. 그의 결과는 엉터리였고 그 중에서도 가장 터무니없는 ‘Bourbaki의 정리’로 끝을 맺었다. 오직 한 학생만이 그의 강의를 처음부터 끝까지 들어야한다고 주장했을 뿐이다. Husson은 Franco-Prussian 전쟁에서 장군으로부터 그의 정리에 Bourbaki라는 이름을 받았다고 밝혔고 그 이름을 따서 모임의 이름이 Bourbaki가 되었다[8].

Bourbaki 회원들은 만장일치로 모임의 이름을 Bourbaki로 선택한 것이 매우 재미있었다. Weil의 아내는 모임의 이름을 정할 때 Bourbaki의 대모 자격으로 Bourbaki의 세례명을 Nicolas로 정했고, 따라서 Nicolas Bourbaki가 태어났다. Weil, Chevalley, Dieudonné, Cartan과 Delsarte는 초창기 회원이고, 퇴직할 때까지 모두 Bourbaki의 활동적인 회원들이었다[3]. 오늘날 그들은 Bourbaki 모임의 창시자들로 여겨진다.

세월이 흐른 후 한 회원에 따르면, 그들은 Bourbaki를 구성하여 대부분의 시간을 바쳤고, 은퇴할 때까지 기여했던 사람들이었고, Mandelbrojt(1924-)와 De Possel도 초기의 공헌자들 중 한사람이라고 밝혔다[2].

2. 수학의 개혁

Bourbaki 회원들은 수학을 완전히 개혁해야 한다고 믿었다. 그들은 선배 수학자들이 과거의 관습에 사로잡혀 새로운 것을 무시한다고 느꼈고 이것이 '50세 정년퇴직'이라는 규칙이 초창기 Bourbaki에 확립된 이유이다. Dieudonné에 따르면

“만약 Bourbaki가 구성한 수학이 더 이상 시대의 방향과 일치하지 않는다면, 모든 것은 소용없고 재구성 해야만 한다. 이것이 Bourbaki의 모든 저자들이 50세에 은퇴해야 한다고 결정한 이유이다[4].”

Bourbaki는 수학자에게 본질적인 도구가 될 수 있는 논리적으로 정리된 기초를 확립하고, 그 기초를 토대로 연속적으로 이론을 전개할 수 있는 내용으로 연구를 진행하였다. 그들이 집필한 여섯 권의 책 '수학원론(Éléments de mathématique)'¹⁾ 중 첫 권은 '집합론'이다. Bourbaki는 이전의 수학적 분류들이 이전의 동물학적인 분류와 마찬가지로 정확하지 않다는 사실을 깨달았다.

옛날 동물학자들은 '이 동물들은 모두 바다에 산다.'와 같이 매우 피상적인 유사성에 의하여 동물을 분류하였으나 결국 그들은 동물을 정확히 분류하기 위하여 더 깊은 전문성이 요구된다는 것을 깨달았다. 과거의 수학자도 이와 비슷한 실수를 저질렀다.

“Bourbaki는 논리적이고 합리적인 질서에 의하여 과제를 다루었다. 이는 만약 과거의 것이 옳지 않다면 그 것을 버려야 한다는 것을 의미한다[4].”

많은 토의를 거친 후 Bourbaki는 '수학원론'의 주제를 다음의 순서로 설정하고, 마침내 그들이 중요한 어떤 것도 끌어낼 수 없는 비본질적인 수학을 배제시켰음을 깨달았다[4].

- I. 집합론(Set theory)
- II. 대수학(Algebra)
- III. 위상수학(Topology)
- IV. 일변수함수(Functions of one real variable)
- V. 위상벡터공간(Topological vector spaces)
- VI. 적분(Integration)

다음 표는 Bourbaki의 선택을 요약한 것이다.

1) Bourbaki는 Euclid의 'Elements'가 2000여년 수학을 지배하였듯이 자기들의 저서가 또 다른 2000년의 수학을 지배할 것이라고 생각하여 책의 제목을 지었다고 전해진다.

부정확한 줄거리를 제외한 나머지 (What remains after cutting the loose threads)	배제된 것 What is excluded(the loose threads)
선형, 다중선형대수 (Linear and multilinear algebra)	서수기수론 (theory of ordinals and cardinals)
유사위상수학 (A little general topology the least possible)	격자론(Lattices)
위상벡터공간(Topological vector Spaces)	일반위상수학(Most general topology)
호몰로지 대수(Homological algebra)	유한군론 (Most of group theory finite groups)
가환대수(commutative algebra)	수론(Most of number theory)
비가환대수 (Non-commutative algebra)	삼각급수(Trigonometrical series)
리군론 (Lie groups)	보간법(interpolation)
적분론(Integration)	다항식의 급수(Series of polynomials)
미분다양체(differentiable manifolds)	응용수학(Applied mathematics)
리만기하(Riemannian geometry)	

Dieudonné's metaphorical ball of yarn : Here is my picture of mathematics now. It is a ball of wool, a tangled hank where all mathematics react upon another in an almost unpredictable way. And then in this ball of wool, there are a certain number of threads coming out in all directions and not connecting with anything else. Well the Bourbaki method is very simple-we cut the threads[4].

Bourbaki가 계획을 세우는 데는 그리 오래 걸리지 않았다. 그들은 한해에 세 번 모였다(한 주씩 두 번, 두 주 동안 한 번). 그들의 규칙 중 가장 중요한 것은 모든 논점에 대하여 만장일치로 결론을 내리는 것이었는데 누구도 불충분하거나 불완전한 내용에 대해 거부할 권리를 가졌다. 일찍이 Bourbaki는 각 chapter에 대한 주제에 일치된 의견을 모았고, 집필 초안 작업을 원하는 어떤 회원에게도 기회를 주었다. 그들은 각자 내용을 쓰고 완성한 후 모임에 참석했다.

집필한 내용은 정확히 소리를 내어 한줄 씩 읽어 내려갔다. Dieudonné에 따르면 각각의 증명은 단계별로 확인되었고 수도 없이 지적을 받았다. 그에 따르면 Bourbaki 모임에서 비판의 신랄함을 당연한 것으로 여겨야 하며, 그것은 어떤 외부의 비판보다 훨씬 더 심했다. 모임 기간 동안 언제든지 어떤 회원이든 비평하고 논평 또는 질문을 하기 위하여 진행을 중단시킬 수 있었다. Bourbaki는 질서 정연한 점잖은 토론보다 맞서서 대결하는 격렬한 토론이 더 좋은 결과를 유도해 낼 수 있다고 믿었다.

첫 번째 초고를 수정하여 내용을 많이 줄인 후 두 번째 초고를 쓰는 것은 새로운 구성원들의 몫이었다. 두 번째 저자들은 모임을 갖는 동안 제시된 모든 제안과 수정안을 수용하였다. Bourbaki의 좌우명중 하나는 '비전문가들에 의한 전문가들의 통제'였기 때문에 어떤 회원도 일을 맡을 수 있어야만 했다[2]. 즉 그들은 자신의 전공이 아닌 영역에서도 chapter를 쓸 수 있어야만 했다. 모든 저자들은 자신의 초고는 타인에 의하여 언제든지 고쳐질 수 있으며 찢겨버릴 수도 있다는 사실을 받아들여야만 했

다. 출판하기 위하여 최종적으로 만장일치를 이루기까지 같은 장이 열 번까지 나타날 수도 있었다. Chapter가 인정받는 순간부터 책으로 만들어지기까지는 평균 8년에서 12년이 걸렸다[4]. Bourbaki는 다수의 책들을 20년이 넘는 동안 이 방법으로 출판했다.

여러 해 동안, 대부분의 Bourbaki 회원들은 프랑스 전역의 대학에서 근무하였다. 거기서 그들은 수학 분야에 커다란 가능성을 보여주는 학생들을 Bourbaki의 신입회원으로 모집하였다. 공식적으로 회원들이 바뀌는 것도 아니고 고정된 회원 수가 있는 것도 아니었고 신입 회원이 필요하다고 느꼈을 때 Bourbaki는 후보자(cobaye)로서의 모임에 학생 또는 동료들을 초대했다. 회원으로 받아들여지기 위해 후보자(guinea pig)는 모든 것을 이해할 뿐만 아니라 능동적으로 참여해야 하였다. 그들은 Bourbaki 유형에 적응하기 위해 많은 관심과 능력을 보여 주어야 했다. 철두철미한 수학 정신을 필요로 하는 도전적인 문제에 만약 후보자가 침묵하면 그는 다시 초대되지 않았다.

만약 새로운 신입회원이 유망하다고 인정되면, 그는 계속해서 초대받고 점차 어떤 공식적인 절차 없이 Bourbaki의 회원이 된다. 완전한 익명성을 갖는 것은 불가능할지라도, Bourbaki는 결코 자진해서 외부에 알리지 않는 않았다. 따라서 Bourbaki 회원들이 자신들에 대해 대중들에게 알리자고 동의하는데도 많은 시간이 걸렸다. 다음 표는 Bourbaki의 저자들 중 몇몇의 이름이다.

1세대 (1st generation) (founding fathers)	2세대 (2nd generation) (invited after WWII)	3세대 (3rd generation)
Cartan	Dixmier	Borel
Chevalley	Godement	Bruhat
Delsarte	Eilenberg	Cartier
Dieudonné	Koszul	Grothendieck
André Weil	Samuel	Lang
	Serre	Tate
	Shwartz	

Cartier(1932-)가 밝힌 Bourbaki 사람들²⁾

3. 저서

Bourbaki 책들은 단단한 구성으로 공리적 표현을 사용하여 씌어진 최초의 책들이다. 그들은 총론에서 출발하여 각 론에 이르는 작업을 가능한 자주 시도했다. 수학은 근본적으로 단순한 각각의 수학 문제는 최적의 해가 존재한다는 믿음을 가지고 작업하였다. 따라서 지극히 엄밀한 구조와 표현을 요구했다. 처음 발간된 여섯 권의 책

2) 다른 자료에 의한 회원들의 목록은 약간의 차이가 있는데 Coulomb, Ehresmann(1905-1979), De Possel과 Mandelbrojt가 1세대로 Bourbaki 웹사이트의 목록에 적혀있다.

‘수학원론’은 철저히 일렬로 나열된 참고 체계를 사용했다. 어떤 지점에서의 참조도 이전 본문에서 또는 이전의 책에서 찾아볼 수 있었다. 독자들 모두를 만족시키지는 못하였으나 Bourbaki적 표현법과 어휘는 현재 여전히 사용되고 사실상 매우 유용하다. ‘수학원론’은 구조의 개념을 처음으로 수학적으로 도입하였고, 그것을 수학 각 부분의 분류 기초로 하여 수학의 기초적 모든 부분을 체계적으로 기술한 획기적인 저작이며, 잘 정리된 본문 외에도 많은 결과를 포함한 연습문제와 그 분야의 역사를 개관한 ‘Historical Note’³⁾로 되어 있고, ‘Historical Note’는 ‘수학사’로 별도 출판되고 있다. 텐서곱·외적대수(外積代數)·위상선형공간 등 그때까지 문헌에도 없었던 중요한 개념을 맨 처음 기술하여 보급시킨 공적도 크다.

Weil은 그가 공집합을 \emptyset 로 표시했다는 사실을 손녀가 알고 매우 감동 받았다는 사실을 늘 회상했다. Chevalley는 Bourbaki는 이제 화합과 조정 및 개선을 고려한 교재를 채택해야함을 의미한다고 하였다. 결론적으로 그것이 바로 참된 Bourbaki 구조의 개념이다[5]. \emptyset 뿐만 아니고, Bourbaki는 \Rightarrow , \mathbb{N} , \mathbb{R} , \mathbb{C} , \mathbb{Q} 와 \mathbb{Z} 의 부호도 처음 사용하였고, 여집합, bijective, surjective 그리고 injective라는 용어도 역시 최초로 사용하였다.

Bourbaki는 마침내 초기 여섯 권의 책을 끝마쳤고, 자연스럽게 ‘다음 할 것은 무엇인가?’를 생각하였다. 인위적인 것은 아니었으나 큰 영향력을 가졌던 기존 회원들은 이제 은퇴할 나이가 되었다. 그들의 첫 번째 책은 기초 원리를 포함하고 있었지만, 회원들은 더욱 특수한 주제를 찾아야 했다. 하지만 조직화된 Bourbaki 방식은 주제들에 접근하기 위한 최고의 방법이었을까? ‘모든 회원은 전 분야에 관심이 있어야만 한다.’라는 좌우명은 강화되어 일을 더욱 어렵게 만들었다. 수학의 기본적인 내용을 대부분 담고 있는 여섯 권의 책의 내용은 비교적 쉬웠다. 그 당시 Bourbaki 회원이었던 Cartier는 다음과 같이 언급했다.

“마흔 살에 우리는 Bourbaki가 갈 곳이 어디인지 말할 수 있었고, 그 목표는 수학의 기초를 제공하는 것이었다. 지금 Bourbaki는 어디로 가야할 지 모르는 것 같다”

그럼에도 불구하고, Bourbaki는 계속해서 출간을 했다[2]. 두 번째 시리즈는 두 권의 매우 성공적인 책들로 구성되어 있다.

Book VII 가환대수(Commutative algebra), Book VIII 리군론(Lie Groups)

1970년대 말에는 Bourbaki의 방법이 널리 이해되고 많은 교재들이 Bourbaki 스타일로 씌어질 것이라는 Cartier의 주장에도 불구하고, Bourbaki는 더 이상 할 일이 없었다. 그들은 융통성 없이 굳은 형식으로 새로운 수학적 발전을 피하려는 것은 지극히 힘들다는 사실을 깨달았다. 그와 더불어 Bourbaki는 저작권과 번역권에 대하여 출판

3) 고대 Greece부터 시작하여 그 역사적인 흐름을 일별한 후 그들의 구조적인 접근을 하고 있다. 따라서 서양 수학사의 전통을 이어 받은 매우 방대한 자료와 철학적 동기를 함께 생각하여 쓴 논문이다.

사와의 싸움에 직면하였다. 이 문제는 1980년 ‘길고 유쾌하지 않은’ 법률적인 논쟁 후에 해결되었다[7].

1983년 Bourbaki는 마지막 저서 ‘IX 스펙트럼 이론(Spectral Theory)’을 출판했다. 그 당시 Cartier는 Bourbaki가 공통처럼 거대하고, 머리는 꼬리로부터 너무 멀리 떨어져 있다고 느꼈다.

“Dieudonné가 Bourbaki의 저자였을 당시 인쇄된 모든 단어는 그의 펜으로부터 나온 것으로 환상적인 기억과 더불어 한 단어 한 단어 모두를 알았다. 어디에 어떠한 것이 Dieudonné가 얻은 결과 인가? 라고 묻는다면 책장으로 가서 책을 꺼내 정확한 곳을 찾아 책을 펼 수 있었다. 그러나 Dieudonné가 은퇴한 후에는 누구도 이 일을 할 수 없었다. 따라서 Bourbaki는 기존의 형태를 잃은 후 40권의 책을 출판했다[7].”

Bourbaki는 현재 연 3회 ‘Seminaire Bourbaki’를 파리에서 개최하고 전문가에게 의뢰하여 수학 각 분야의 성과를 정리한 보고서를 받아서, 그 보고 요지를 출판하고 있지만 중요한 출판물 없이 거의 20년이 지난 지금 공룡이 쓰러져⁴⁾ 간다고 볼 수 있지 않을까? 다만 Nicolas Bourbaki는 사실상 존재한 사실이 없고, 오직 현명한 교육과 연구 작업을 수행할 뿐이었는데 어떻게 사라진다고 말할 수 있겠는가?

4. 결 론

20세기 수학의 가장 큰 특징은 구조적인 접근이라고 볼 수 있다. Noether의 시도 이후 수학을 구조론의 입장에서 집대성한 주체는 Bourbaki 학파이다. 그들은 1939년에 수학적 구조를 정의하고 universal mapping problem의 개념을 도입하였다. 비록 그들이 정의한 structure나 universal mapping problem이 너무 많은 것을 한꺼번에 다룸으로써 오히려 구조적인 방법을 복잡하게 만드는 우를 범하였으나, 수학은 함수의 연구라는 입장과 그들의 방법이 지금도 가장 적절한 것이라는 점은 확실하다[9].

1930년대에 Bourbaki 학파에 의하여 수학적 구조주의가 강조된 이래로 수학적 구조 규명이 현대 수학의 주류를 이루게 되었다. 현대 수학의 가장 중요한 전개 방법은 공리론적 방법이며, 공리론적 방법으로 수학의 한 체계를 형성해 나가려면 완전무결한 공리계의 설정이 필요하다. 이 공리계를 그 수학 체계의 수학적 구조라고 할 수 있다. 즉, Cantor의 집합에 공리계를 도입하여 원소들 사이에 상호 관계를 부여함으로써 한 구조가 형성된다.

반대로, 어떤 수학의 체계가 존재할 때 이 체계에 대한 공리계를 추출하여 이 체계

4) 오늘날은 한해에 세 번 ‘L’ Association des Collaborateurs de Nicolas Bourbaki’의 이름으로 Bourbaki 세미나를 한다. 이 모임에는 Bourbaki가 선택한 주제들을 듣기 위해 200명 이상의 수학자들이 세계에서 모여 든다. 그들의 최근 출판물은 1998년에 인쇄된 책 ‘가환대수(commutative algebra)’의 10장이다.

의 내용을 완전히 파악한다는 것은 수학적 구조의 규명이 되는 것이다.

Bourbaki 학파에서는 현대 수학을 구조에 입각하여 분류하고, 현대 수학의 각 분야를 구조 위주로 전개하려 시도한 것이다. 근대 수학에서는 수학을 대수, 해석, 기하로 분류하였으나, 집합에 기초를 둔 구조적인 면에서 본다면, Bourbaki 학파에 의하여 소개된 수학적 구조는 대수적 구조, 순서적 구조, 위상적 구조로 크게 분류된다.

Bourbaki 학파의 생성과정을 살펴보면 그 것은 결코 좋은 환경 속에서 만들어진 것은 아니다. 전쟁 직후 젊은 수학자들이 당시의 수학 연구 및 교육의 문제점을 살피고 수정 보완하려고 시도한 것이 모임의 시작이었다. 폐허에서 시작하였으나 주옥같은 40권의 저서를 남긴 그들의 저력은 일차대전 이전의 프랑스의 찬란한 문화와 무관하지 않다고 생각된다.

끝으로 이 논문을 수정하고 보완하여 주신 심사위원께 깊은 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. Beaulieu, L. *A Parisian Café and Ten Proto-Bourbaki Meetings* (1934-1935), *The Mathematical Intelligencer* Vol.15 No.1 1993, 27-35.
2. Borel, A., *Twenty-Five Years with Nicolas Bourbaki*, 1949-1973, *Notices of the AMS* Vol.45 No.3 1998, 373-380.
3. Cartan, H., *André Weil: Memories of a Long Friendship*, *Notices of the AMS* Vol.46 No.6 1999, 633-636.
4. Dieudonné, J., *The Work of Nicholas Bourbaki*, *American Math. Monthly* 77, 1970, 134-145.
5. Guedj, D., *Nicholas Bourbaki, Collective Mathematician: An Interview with Claude Chevalley*, *The Mathematical Intelligencer* Vol.7 No.2 1985, 18-22.
6. Jackson, A., *Interview with Henri Cartan*, *Notices of the AMS* Vol.46 No.7 1999, 782-788.
7. Senechal, M., *The Continuing Silence of Bourbaki-An Interview with Pierre Cartier*, *The Mathematical Intelligencer*, No.1 1998, 22-28.
8. Weil, A., *The Apprenticeship of a Mathematician*, Birkhäuser Verlag 1992, 93-122.
9. 홍성사, 홍영희, "Categorical Topology의 역사," *한국수학사학회지* 10(1997) No. 2, 11-23.
10. 홍영희, "수학적 구조에서의 아이디어", *한국수학사학회지* 14(2001) No. 2, 29-44.

Bourbaki and the History of Mathematics

Department of Mathematics, Chungbuk National Univ. **Seung On Lee**

Department of Mathematics, Chungbuk National Univ. **Tae-Soo Kim**

Before the First World War, French mathematicians were leading mathematical community in the world but after the war, there was a vacuum compared with Germany and England. So it was necessary to make everything new in France. Young mathematicians from École Normale Supérieure came together to form the Bourbaki group. Bourbaki advanced the view that mathematics is a science dealing with structures, and that it attains its results through a systematic application of the modern axiomatic method. French culture movements, especially structuralism and potential literature, including the Bourbakist endeavor, emerged together, each strengthening the public appeal of the others through constant interaction.

In this paper, we investigate Bourbaki's role and their achievements in the twentieth century mathematics, and the decline of Bourbaki.

Key words : Nicolas Bourbaki, Elements of Mathematics, Henri Cartan, André Weil, Structuralism.

2000 Mathematics Subject Classification : 06A99, 54A99, 54D99.

논문 접수 : 2005년 4월 16일, 심사 완료 : 2005년 6월