한국수학사학회지 제20권 제4호(2007년 11월), 61 - 70

조합수학의 유래

수원대학교 수학과 이상욱
swree@suwon.ac.kr
수원대학교 수학과 고영미
ymkoh@suwon.ac.kr

인류의 문명은 수학적 관찰과 사고의 결과를 정립하고 삶과 자연에 대한 인식과 인식방법을 깨우쳐가며 시작되었다. 수학은 이집트와 이라크(메소포타미아) 등의 중동 지역의 문명에 논리적 사고를 일깨운 그리스-로마 문명이 합쳐지면서 크게 기하학과 대수학의 흐름을 타고 발전하여 왔다. 수학은 다양한 분야로 분파되기도 하고 다시 합쳐지는 과정을 반복하며 발전을 거듭하면서 결국 현대문명의 기반과 토대를 형성하였다. 서양 문명의 역사는 실로 수학의 역사인 것처럼 인식되기도 한다.

20 세기 말, 컴퓨터의 발달과 함께 수학에서도 새로운 분야가 태동하여 큰 발전을 보았는데, 이 분야가 이산수학 또는 조합수학이라는 이름으로 불리는 수학이다. 조합수학은 '21 세기의 수학'이라는 별칭을 가질 만큼 활성적인 연구 분야로 자리를 잡아가고 있으며 교육적 차원의 중요성도 부각되고 있다.

본 논문에서는 조합수학의 발생을 엿볼 수 있는 흥미로운 문제들을 훑어보며 조합수학의 유래와 의미를 논하고자 한다.

주제어 :

1. 조합수학

수학은 무엇일까? 이 질문은 오래 전부터 시작되어 지금까지도 빈번히 제기되는 문제이다. 쿠랑 Courant [4]은 수학을 이해하기 위해서는 수학의 세계 속으로 들어가 수학이 다루는 이론들의 근본 개념과 내용 및 형식을 관찰해야 한다고 주장한다. 허시 Hersh [5]는 수학을 객체로 놓고 그의 존재와 의미를 바라보는 수리철학적 관점에서 수학을 이해하고자 하며, 클라인 Klein [7]은 서양 문명의 기반으로서 수학을 이해하려고 한다. 그러나, 수학을 어떤 의미로 이해하든 수학이 서양 문명의 근간이 되어왔음에는 이견이 없는 듯하다.

20세기 말(1970 ~ 2000), 컴퓨터의 발전으로 인하여 세계 문명의 변혁을 예고하는 과학적 발전이 도래하기 시작하였다. 컴퓨터의 발전과 함께 인터넷의 발달은 20세기(후반)의 과학(기반)사회를 21세기의 정보화시대 및 지식(기반)사회로 변모시켰다. 20세기에 융성했던 과

학의 발전은 17세기에 개발된 뉴톤Newton과 라이프니츠Leibniz에 의한 미분적분학에 기반을 두고 있으며, 이러한 기반 위에서 성장한 수학을 연속수학continuous mathematics이라고 명명한다. 이에 반하여 컴퓨터가 갖는 유한성으로 인하여 유한집합의 크기와 구조 등을 수학적으로 다루어야 할 필요성이 대두되면서 유한집합과 관련된 수학이 새로이 연구대상으로 부각된다. 그러한 필요에 의하여 개발된 수학을 연속수학과 대비하여 이산수학discrete mathematics이라고 부른다.

이산수학은 21세기로 넘어오면서 그래프 이론graph theory이나 조합수학combinatorics과 거의 같은 의미를 나타내는 용어로 사용되고 있다. 그러나, 이산수학은 조금 더 포괄적인 의미를 지니며, 그래프 이론과 조합수학을 포함하는 광의의 조합수학을 의미한다. 브리태니커 백과사전[3]에 따르면, 조합수학은 유한하거나 이산적 구조를 갖는 시스템에서의 선택과 배열, 연산 등과 관련된 수학을 지칭한다. 이러한 정의를 수용할 경우, 그래프 이론은 조합수학의 범주에 포함되어야 한다. 참고로, 로바스Lovasz[8]는 조합수학을 다양한 문제들의 모음 정도로 설명하고 있는데, 이러한 의견도 조합수학을 바라보는 하나의 관점을 제시한다.

본 논문에서는 조합수학과 관련된 수학사와 조합수학 분야의 도래를 야기한 흥미로운 수학 문제들을 살펴봄으로써 조합수학의 유래를 간략하게 알아보고 그 의미를 논해보고자 한다.

2. 조합수학의 유래

현대적 의미의 조합수학은 유한집합의 크기와 그 구조에 관련된 수학을 의미한다. 조합수학은 조합론enumerative combinatorics1)과 그래프이론graph theory, 유한집합론theory of finite sets 또는 조합집합론combinatorial set theory, 디자인 이론design theory, 조합기하학combinatorial geometry, 조합확률론combinatorial probabilistic methods 등을 포함하며, 최근에는 조합정수론combinatorial number theory도 하나의 중요한 연구 분야로서 포함된다. 그러나 조합수학은 연구의 성격과 목적에 따라 구분되기도 하는데, 윌슨Wilson[10]은 조합수학에서 다루어지는 문제들을 존재성 문제existence problem, 구성 문제construction problem, 세기 문제enumeration problem, 최적화 문제optimization problem 등으로 구분하고, 폴리아Polya[9]는 조합수학을 조합론enumerative combinatorics, 존재조합론existential combinatorics, 구성조합론constructive combinatorics 등으로 삼분한다. 특히 폴리아는 조합수학이 흥미로운 문제풀이problem solving로부터 시작된다는 점을 들어 레크레이션 수학recreational mathematics임을 강조한다.

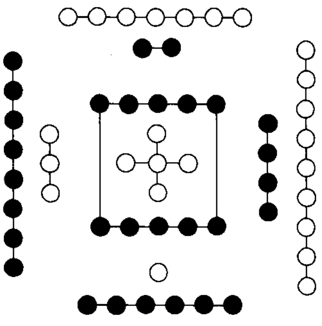
현대적 의미의 조합수학의 역사는 대략 17세기에 시작된 것으로 평가된다. 실제로 1666년에 라이프니츠가 그의 논문 Dissertatio de Arte Combinatoria (Dissertation concerning

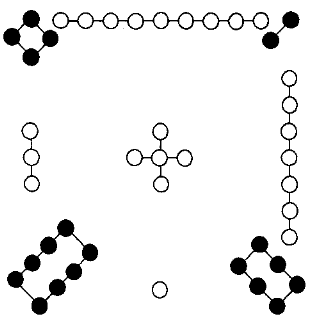
1) 저자는 개인적으로 '조합론'으로 enumerative combinatorics 를 지칭하고, 조합수학은 조합론과 그래프 이론 등을 포함한 현대적 의미의 포괄적 조합수학을 의미하는 용어로 사용하기를 선호한다.

the Combinatorial Arts)에서 처음으로 조합수학 combinatorics 이라는 용어를 사용한 것으로 알려져 있으며[3, 10], 학문적 성격에 비추어 보았을 때, 파스칼 Pascal 의 논문(1665)[2]을 시초로 보는 의견도 있다[2]. 그러나, 18세기에 이르러 오일러 Euler (1707–1873) 가 조합수학의 문제들을 다루면서 보편화가 가능한 수학적 방법들을 사용함으로써 조합수학이 본격적인 발전을 보이게 된다. 그러므로 현대적 조합수학의 시발점을 '오일러'로 보는 것이 대체적인 일반적 견해이다.

현대적 의미가 아니라면, 조합수학은 수학의 역사와 맥을 같이 한다. 연속의 개념은 무한과 연속체에 대한 칸토르 Cantor (1845–1918)의 집합론이 정립된 후에 받아들여진 개념이며, 그 이전의 수학은 근본적으로 이산적 사고에 기인한다. 그러므로 이집트와 이라크(메소포타미아) 등의 중동 문명이 그리스와 로마 문명으로 이어지면서 태동한 기하학과 대수학의 초기 단계에서의 수학은 다분히 조합수학적 사고를 소용한다.

이제, 조합수학과 관련된 고대 수학을 잠깐 살펴보자. 고대의 조합수학은 동양에서 시작된 것으로 여겨진다[2]. 중국의 하도河圖와 낙서洛書, 또 인도의 힌두 경전에 나와 있는 순열의 개수 등이 그 예가 된다. 하도란 기원전 3천 년경, 동방의 배달시대[3]의 태호 복희伏羲(BC 3528 ~3413)씨가 천하天河에서 나온 용마龍馬의 등에 그려진 무늬에서 천지의 섭리를 깨닫고 그린 그림으로 '자연 속에 숨겨져 있는 질서'를 나타낸다고 한다. 천지 변화를 계시하는 또다른 그림이 낙서인데, 이는 약 4200년 전, 하夏나라 우임금이 9년간의 홍수를 다스리던 중, 낙수洛水에서 나온 거북神龜의 등에 드리워진 점에서 천지 변화의 기틀을 깨닫고 그린 그림이라고 한다[13]. 이러한 하도와 낙서는 문왕과 주공 등을 거쳐 후일(7세기경) 주역周易 I-Ching 의 체계적 기초가 되었다.


용마 하도 龍馬 河圖


신귀 낙서 神龜 洛書

낙서는 그림에서 보듯이 가로, 세로, 대각선상의 점들의 개수의 합이 15 로 동일한데,

2) B. Pascal (1665). Traite du Triangle Arithmetique avec Quelques Autres Petits Traitres sur la Mesure Metiere (Desprez, Paris).

3) 배달국은 약 5900년 전, 한韓민족의 시원인 국조 환웅桓雄이 세운 나라로서 환웅에 의하여 1565년간(BC 3897 ~2333) 통치되었다고 알려져 있다[13].

이와 같이 $n \times n$ 크기의 사각형에 n^2 개의 수들을 행과 열을 따라 배열하되 가로, 세로, 대각선상에 놓인 수들의 합이 일정한 배열을 서양에서는 마방진magic square 이라고 부른다. 확인되지는 않았지만, 13세기경에 중국과 이슬람 문화권과의 교류로 마방진이 서양(중동)에 전해져 아라비아 수로 쓰여진 6×6 크기의 마방진이 기록된 철판이 중국 변방에서 발견되기도 하였다고 한다[2].

동양에서 발견된 또다른 조합수학은 파스칼의 삼각형으로 유명한 이항계수이다. 이항계수는 인도의 힌두 문화에서 발견되는데(1150년경), 힌두는 이항계수가 한 집합의 같은 크기를 갖는 부분집합들의 개수를 의미함을 알고 있었다고 한다. 힌두들은 파스칼의 삼각형에 관하여서도 어느 정도 알고 있었던 듯하다. 이항계수들로 이루어진 삼각형은 파스칼보다 앞서 이미 13세기에 중국의 수학자 양휘에 의해서 알려졌다고 하고, 또 주세걸朱世傑[14]의 저서 사원옥감四元玉鑑에서도 다루어져 있다. 양휘 또는 주세걸의 삼각형,4) 즉, 파스칼의 삼각형으로부터 이항계수들 사이에 만족되는 다양한 점화관계식을 발견할 수 있다. 점화관계식과 다양한 성질을 갖는 이항계수는 조합수학combinatorics 의 기본 모델중의 하나로서 중요한 대상이다.

서양의 기록에 따르면, 이후로는 동양에서의 조합수학의 발전에 관한 어떠한 기록도 발견할 수 없다고 한다. 동양에서의 조합수학의 발전에 관한 역사의 탐문은 한국수학사학회의 과제이기도 하다.

현대 조합수학의 기원은 앞에서 밝혔듯이, 이항계수의 삼각형 배열을 다룬 1665년의 파스칼의 논문과 조합수학에 해당하는 다양한 문제들을 다룬 라이프니츠의 1666년 논문으로 여겨진다. 라이프니츠의 수학은 오일러5)로 이어져 정수의 분할 문제와 쾨니그스버그의 다리 문제 등을 위시한 다양한 문제들이 다루어지면서 현대적 조합수학의 도래를 재촉하게 된다. 18세기에 큰 발전을 보였던 대수적 기호의 사용은 점진적으로 대수학과 조합수학의 근본적 연관성에 대한 이해를 유도하였다. 또한 드므와브르de Moivre 의 1697년의 다항정리, 1718년의 포함-배제 원리 등의 발견과 1748년의 오일러에 의한 자연수의 분할 문제의 이해를 위한 생성함수, 혹은, 형식멱급수formal power series 의 사용은 조합수학의 획기적 발전을 가져왔다. 1900년을 전후한 영국 수학자 케일리Cayley (1821-1895), 미국 수학자 맥매혼 MacMahon (1854-1929)을 거쳐, 1900년대의 헝가리 수학자 에르디쉬Erdős (1913-1996)6) 와 1960년대부터 조합수학의 정립을 위한 연속 기획논문을 발표했던 이탈리아 태생의 미국 수학자 로타Rota (1932-1999)를 위시한 많은 수학자들의 헌신적인 연구 활동으로 오늘날의

4) 양휘 또는 주세걸이 파스칼보다 이항계수 간에 성립하는 삼각형 구조를 먼저 알고 있었기에 그들의 이름을 따라 사용하는 것이 타당성을 갖기도 한다.

5) 2007년은 오일러의 탄생 300주년으로 세계 각국에서 그를 기리는 행사가 치러졌다. 특히, 2007년에 Dartmouth College의 두 명의 수학자 Dominic Klyve 와 Lee Stemkoski 에 의하여 그에 대한 공식 홈페이지 Euler Archive(www.eulerarchive.org)가 구축되었음은 크게 반길 일이다.

6) 에르디쉬는 랜덤그래프 이론의 창시자로서, 오일러 이후 가장 많은 논문을 발표하고 가장 많은 사람들과 공동 연구를 했던 수학자로 알려져 있다[11].

조합수학의 모습이 형성되기 시작한다. 2000 년대로 넘어서면서의 조합수학의 현대 역사에 대한 보다 자세한 내용은 [2, 3, 10] 등을 참조하기 바란다.

3. 조합수학 문제

앞 절에서 그 유래를 논하기 위하여 간략하게 살펴본 조합수학의 역사에서 보았듯이, 조합수학은 실로 흥미로운 문제들을 풀려는 시도로부터 발전하였다. 대표적인 예로써 조합론의 기원이 된 순열과 조합 문제와 그래프이론의 기원이 된 쾨니그스버그의 다리 문제를 들 수 있다. 이 외에도 조합수학에서 다루어지는 세부 분야의 기원을 이룬 많은 흥미로운 문제들이 있다. 이 절에서는 몇 개의 재미있는 문제들을 살펴봄으로써 문제로부터 시작되었다는 조합수학의 유래에 대한 독자들의 이해를 도모하고자 한다. 여기에 언급한 문제들은 [10]을 주로 참조하였다.

순열과 조합에 관한 문제로 기원전 7 세기에 역경(주역)에서 우주의 변화를 나타내기 위하여 사용한 64괘를 들 수 있다. 64괘卦란 두 가지 종류의 효爻(가운데가 끊어진 막대와 긴 막대로서 음양을 나타냄) 6개로 나타낼 수 있는 서로 다른 배열들을 말하는 것으로 중복순열의 예가 된다. 라이프니츠는 64괘를 중국인들의 2진법 사용에 대한 증거로 생각하였다. 인도에서는 기원전 6세기에 세상의 모든 맛을 6가지의 기본 맛들의 조합으로 이해하였고, 또 향수를 만들기 위하여 16개의 향료로부터 4개의 향료를 선택하는 방법이 1820 가지였음을 알고 있었다.

양의 정수 6 또는 7을 자기 자신 이하의 양의 정수의 합으로 표현하는 방법의 수는 얼마인가? 이는 곧 자연수의 분할 문제[12]를 의미하고, 현대적인 세기 문제의 기원이 되는 대표적인 문제로 등장한다. 1748년에 오일러는 주어진 자연수 n 을 홀수만의 합으로 나타내는 분할의 수와 서로 다른 양의 정수의 합으로 나타내는 분할의 수가 같음을 증명하였다. 이때, 오일러는 생성함수를 사용하였는데 이는 현대 조합수학에서 사용되는 매우 중요한 대수적 수단을 제공한다.

1839 년, 플뤼커 Plüker 는 $1, 2, \ldots, n$ 으로 구성된 순열 3 개를 선택하여 줄을 맞춰 3 층(열)으로 배열하되, 각 열의 3 개 수가 모두 다르게 주어지고 $1, 2, \ldots, n$ 에서 임의로 선택된 2 개의 수가 n 개의 열(3쌍의 수)중 오직 하나에만 포함되도록 배열하는 문제를 제기하였다. 참고로, 이러한 배열은 $n \equiv 1, 3 \pmod 6$ 일 때만 가능함이 판명되었다. 1850 년에 커크만 Kirkman 은 '여학생 문제'로 불리는 문제를 제기하였다. 이 문제는 15명의 여학생이 일주일 동안 매일 한 번씩 3열종대로 줄지어 산책을 하기로 하는데, 어떠한 두 명의

학생도 두 번 이상 같은 3열에 들어가지 않도록 배열하는 것이다. 이 문제의 해는 스타이너의 3쌍 체계 Steiner's triple system 로 알려졌고 디자인이론 design theory 의 근간이 되었다.

이 외에도 디자인이론의 골격을 이룬 문제로 라틴 사각형 문제 Latin square problem 가 있다. 라틴 사각형이란 n 개의 심볼을 $n \times n$ 크기의 사각형의 각 행에 배열하되 각각의 행과 열에 각 심볼이 한 번씩만 나타나게 배열한 결과를 말한다. 오늘날 널리 알려진 게임 수도쿠 數獨 sudoku 7)가 라틴 사각형의 특수한 경우에 해당한다.

쾨니그스버그의 다리 문제[12]는 1730년대에 제기되어, 이를 오일러가 해결하면서 그래프 이론이 태동하였다. 이 외에도 지도의 4색 문제가 그래프이론의 또다른 불씨였음은 잘 알려진 사실이다. 1853년에 영국의 구트리 Guthrie 가 추측한 "모든 지도는 4개의 색으로 색칠 가능하다"는 문제는 평면그래프8)에서 인접한 두 개의 점을 다른 색으로 칠한다는 조건 하에서 모든 평면그래프는 4개의 색으로 채색이 가능한가를 묻는 문제가 된다. 이에 대한 증명을 1976년에 이르러 아펠 Appel 과 하켄 Haken 이 컴퓨터를 이용하여 제시하였다[1]. 그래프이론을 야기한 또 하나의 문제를 들자면, 1859년에 해밀톤 Hamilton 이 제기한 세계여행문제가 있다. 이는 정12면체에 해당하는 평면그래프에서 선분을 따라 모든 점을 거쳐 최종적으로 시작점으로 되돌아오는 회로를 찾는 문제이다. 이 외에도 1875년에 케일리가 제기한 서로 다른 분자 구조를 갖는 유기화합물(C_nH_{2n+2})의 개수를 세는 문제 등이 그래프이론의 발전을 도모하였다.

구의 패킹 문제 sphere packing problem 는 2차원의 문제로 설명하자면, 주어진 한 개의 원반과 접하면서 둘레에 서로 겹치지 않도록 배열할 수 있는 같은 크기의 원반의 최대 개수가 6임을 보이는 문제이다. 3차원의 경우, 한 개의 구와 접하면서 그 둘레에 같은 크기의 구를 겹치지 않게 배열할 수 있는 구의 최대 개수가 12인가 하는 문제가 1694 년에 뉴턴 Newton 과 그레고리 Gregory 사이에 오간 문제로서 조합기하학의 출발점이 되었다.

이상에서 간략하게 언급한 문제들 외에도, 확률과 관련하여 일종의 마코프 과정을 따르는 조합론적 구조의 변화를 탐구하는 랜덤그래프 random graphs, 임의의 순열에 포함된 단조증가 수열의 길이를 구하는 문제, 임의의 수열에서의 등차부분수열의 존재성 문제 등이 조합수학의 영역을 넓혀주고 있다. 이러한 문제들의 공략을 시도하는 연구들은 조합수학의 새로운 대수적 특성을 개발하여 조합수학을 대수학의 한 분야로 변모시키고 있다.

---

7) 9개의 3×3 크기의 블록으로 나누어진 9×9 크기의 사각형의 각 블록에 1부터 9까지의 수들이 모두 포함되며 전체 사각형의 각 행과 각 열에도 모두 나타나도록 수를 배열하는 게임. 완성된 수도쿠는 라틴 사각형이 된다.

8) 평면 위에서 선분들이 겹쳐지지 않게 그릴 수 있는 그래프. 지도의 영역을 그래프의 점으로 표시하고 국경에 인접한 두 나라에 해당하는 점들을 선분으로 연결하면 평면 그래프를 얻는다.

4. 조합수학의 의미

수학은 자연에서 발생하는 변화를 인식하고 그러한 변화의 정도를 측정할 수 있는 방법을 제시한다. 수학은 인류의 인식 수준을 높여주었을 뿐만 아니라 과학기술의 발전에 근거한 21세기 인류 문명의 기저에 둥지를 틀고 있다. 실로 서양 문명(지식)의 역사는 수학의 역사처럼 인식되기도 한다. 이러한 수학의 영역에 20세기 후반부터 새로운 성향이 움트기 시작하여 빠른 속도로 성장하여 자리를 잡은 분야가 바로 조합수학이다. 이러한 조합수학은 근본적으로 유한집합에 대한 크기와 구조에 대한 탐구활동으로 정의할 수 있다.

조합수학은 흥미로운 문제들에 대한 풀이의 시도로 시작되어 그 안에서 사용되는 방법과 논리의 체계가 잡혀가며 컴퓨터 과학의 이론적 배경뿐만 아니라 다양한 분야에서의 응용을 제공한다. 이는 때로는 '21세기의 수학'으로 명명되기도 하며 교육의 관점에서도 훌륭한 학습 대상이 되는 수학 분야이다. 미국수학협회 MAA, Mathematical Association of America 와 미국수학교사협의회 NCTM, National Committee of Teachers of Mathematics 도 그들이 제안한 21세기의 수학교육과정 표준안에 조합수학(이산수학)을 학생들이 기본(필수)적으로 이수할 교과목중 하나로 추천하였다.

조합수학은 매우 광범위한 문제들을 다루는 수학의 한 분야이고, 각 문제의 해결방법으로 새로운 사고체계 및 대수체계를 개발하여 사용하고 있음을 알 수 있다. 조합수학의 많은 문제들이 흥미로운 퍼즐 같은 문제들로부터 시작되었으나, 컴퓨터의 발달에 끼친 조합수학의 영향을 비롯하여 구체적이고 다양한 응용을 포함하고 있으며 21세기에 들어서는 조합수학이 실질적으로 중요한 많은 응용문제들을 다루게 되었다.

조합수학이 교육적 가치가 큰은, '조합수학 문제'에서 보았듯이, 태생이 사람들이 쉽게 이해할 수 있으며 흥미로워할 만한 문제들로부터 시작되었음을 이유로 들 수 있다. 소수의 문제만을 소개하였지만 이들 각 문제들은 (본 글에서 설명되지는 않았지만) 나름대로의 풀이 과정을 가지며, 그러한 풀이 과정은 독창적인 아이디어를 담고 있다. 문제가 복잡해지면 학교수학에서 다룰 수 있는 수준을 훨씬 넘어가 버리지만, 기초적인 간단한 문제들의 경우, 문제의 특성과 속성은 그대로 지니면서 학생들의 적정 수준의 시도에 의하여 풀이가 가능하기 때문에 학생들의 탐구심을 자극하고 그들의 창의적 사고활동을 유발할 수 있다. 조합수학 문제들은 모든 문제에 공통적으로 적용되는 공식이나 풀이 방법을 이용하기 보다는 개별 문제마다 독창적인 방법을 찾아내 해결해야 하는 특징이 있다. 그래서 조합수학의 교육은 학생들의 창의적 사고능력을 함양시키는 데에 있어 훌륭하게 역할을 하리라 여겨진다. 조합수학은 또한 그 유래가 적절한 이야기를 담고 있기 때문에 학생들의 호기심을 충족시키기에도 적절하다. 그래서 문제풀이만을 강조하는 대신 약간의 역사적 사실을 곁들여 가며 지도를 할 수 있기에 수학에 대한 흥미를 잃은 학생들의 수학에 대한 흥미를 되돌릴 수 있다고 여겨진다.

이미 잘 알려져 있는 크로네커 Kronecker (1823-1891) 의 "신은 자연수를 만들고, 이외의 모

든 수학은 바로 인류의 업적이다"라는 말을, 조합수학을 수학의 중요한 연구 분야로 확립하는데 크게 기여한 수학자이면서 철학자였던 로타Rota가 조합수학의 중요성을 강변하며 다음과 같이 바꾸었다[6].

"God created infinity, and man, unable to understand infinity, had to invent finite sets." (신은 무한을 창조하였고, 무한의 개념을 이해할 수 없었던 인간은 유한집합을 발명해야만 했다.)

로타는 자신의 말에 대하여, 유한과 무한 사이의 상호 관련성, 즉, 유한으로써 무한을 이해하는 과정 속의 모든 현상에는 조합수학이 존재한다고 부연 설명하였다. 이는 극한 또는 연속의 개념을 사용하는 연속수학에서조차 추상적 개념에 대한 사람들의 인식과정에 조합적 사고 및 인식이 근본적으로 내재되어 있음을 의미하기도 한다.

조합수학은 21세기의 수학으로 불리듯 점차 그 중요성이 부각되어 가고 있으며, 관련된 역사적 사료들에 대한 관심 또한 고조되고 있다. 그러나, 동양이 서양보다 먼저 조합수학에 대한 기록을 남겼음은 고무적인 일이라 하겠다. 서양의 사료에 의하면 최초의 몇몇 기록 이후에 동양의 조합수학에 대한 기록은 알려진 것이 없다고 한다. 그러나 파스칼의 삼각형에 대한 예에서 보았듯이 양휘 또는 주세걸이 파스칼보다 훨씬 이전에 이항계수의 삼각형에 대한 이해와 기록을 남겼다. 이와 같은 예는 조합수학의 경우에 더 많이 발견될 수 있을 것으로 사료된다. 이와 같은 추측의 근거는 조합수학에서 사용되는 문제해결 방법이 복잡하기는 해도 높은 수준의 이론적 배경을 전제하기보다는 독창성이 번득이는 아이디어를 사용하고 있기 때문이다. 조합수학과 관련한 수학사에 대한 탐구와 조사는 한국수학사학회가 앞으로 다루어야 할 훌륭한 과제가 아닐까 하는 생각을 해보며 한국수학사학회의 동양수학사학에 대한 노력을 기대해본다.

참고 문헌

1. K. Appel, W. Haken, *Every Planar Map is Four Colorable*, Contemporary Mathematics, American Mathematical Society 98, 1989.
2. N.L. Biggs, E.K. Lloyd, R.J. Wilson, *The History of Combinatorics*. Chapter 44, 2163-2198, Handbook of Combinatorics, edited by R. Graham, M. Grotshel, and L. Lovasz, Elsevier, 1995.
3. Combinatorics, *In Encyclopedia Britannica*. Retrieved 11, 2007, from Encyclopedia Britanica Online: www.britanica.com/eb/article-21882.

4. R. Courant, H. Robbins, 박평우, 김운규, 정광택 옮김. What is Mathematics? 수학이란 무엇인가? 경문사, 2002.
5. R. Hersh, 허민 옮김, What is Mathematics, Really?, 도대체 수학이란 무엇인가?, 경문수학산책 24, 2003.
6. M. Kac, G.-C. Rota, J.T. Schwartz, *Discrete Thoughts: Essays on Mathematics*, Science, and Philosophy. Chapter 6 Combinatorics, 49-62, Birkhauser, 1992.
7. M. Klein, 박영훈 옮김, Mathematics in Western Culture (1953), 수학, 문명을 지배하다. 경문수학산책 29, 경문사, 2004.
8. L. Lovasz, *Combinatorial Problems and Exercises*, Elsevier Science Publisher, 2004.
9. G. Polya, R.E. Tarjan, D.R. Woods, *Notes on Introductory Combinatorics*. Birkhauser, 1983.
10. R. Wilson. *Combinatorics: a Historical and Pedagogical Approach*, 191-199, Using History to Teach Mathematics: An International Perspective, 2000.
11. 고영미, 이상욱, 폴 에르디쉬와 확률론적 방법론, 한국수학사학회지 18(2005), No. 4, 101-112.
12. 고영미, 이상욱, 오일러가 수학사에 미친 영향에 대한 소고, 한국수학사학회지 20(2007), No. 3.
13. 안경전, 개벽, 실제상황, 대원출판, 2006.
14. "주세걸" 한국브리태니커 온라인, http://timeline.britannica.co.kr/.

The Origin of Combinatorics

Department of Mathematics, Suwon University **Sang wook Ree**
Department of Mathematics, Suwon University **Young mee Koh**

Combinatorics, often called the 21 st century mathematics, has turned out a very important subject for the present information era.

Modern combinatorics has started from some mathematical works, for example, Pascal's triangle and the binomial coefficients, and Euler's problems on the partitions of integers and Königsberg's bridge problem, and so on.

In this paper, we investigate the origin of combinatorics by looking over some interesting ancient combinatorial problems and some important problems which have started various subfields of combinatorics. We also discuss a little on the role of combinatorics in mathematics and mathematics education.

Key words : Combinatorics, Graph theory, Design theory, Discrete mathematics.

2000 Mathematics Subject Classification : 01A05, 05-03.

ZDM Subject Classification : A30.

논문 접수 : 2007년 8월 10일, 심사 완료 : 2007년 9월 28일