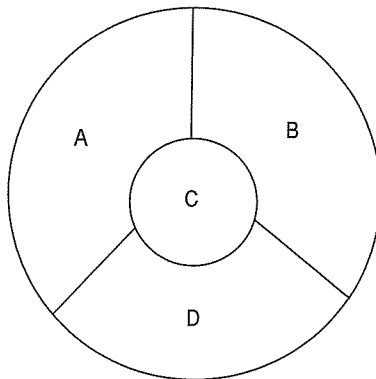


네가지 색(色)으로
지도상의 나라를
구별하는 문제를
컴퓨터가 아닌
수학적으로
증명하는 일은
아직도
계속되고 있다.

지난 여름, 나는 강원도의 어느 산골로 휴가를 다녀 왔다. 처음 가 보는 이 산골을 찾아가느라고 지도를 여러번 살펴 보았었다. 대부분의 지도를 보면, 지역을 구분하기 위해 여러 가지 색을 사용한다. 그러면 몇가지의 색이 필요할까? 예를 들어서, 나라들이 구별되도록 세계 지도에 색을 칠하려면 몇가지의 색이 필요할까? 나라마다 모두 다른 색을 칠하기로 한다면 해결되는 문제이지만 그러면 그 지도는 보기에다 굉장히 헛갈릴 뿐만 아니라 제작비도 더 들지 모르겠다. 그러니까 인접한 나라들 만이 서로 다른 색으로 구별되도록 하는 것이 더 나은 방법이 될 것이다. 이렇게 하려면 최소한 몇가지 색이 필요할까? 이것이 유명한 '4색 문제'라는 것이다. 주장인 즉, 4가지의 색만 있으면, 그 지도가 어떻게 생겼어도 서로 인접한 나라들이 구별될 수 있도록 지도에 나라마다 색칠을 할 수 있을 것이라는 것

4色으로 나라 구별하기

이다. 복잡하고 전문적인 수학적인 지식이 없는 평범한 사람이나 초등학생도 이해할 수 있을 정도로 간단한 이 문제는 1852년 Francis Guthrie라는 영국의 대학생이 제안한 것인데, 그러나 그 후 2백여년 동안, 그리고 아직도 수학자들을 괴롭히고 있는 유명한 문제의 하나가 되었다. 3가지의 색으로는 불가능한 이유를 이해하기는 간단하다. 만일 4개의 나라가 다음 그림처럼 위치하고 있다면, 각각의 나라들이 구별되도록 색을 칠하기 위해서는 4가지의 다른 색이 필요하다.



1976년, 그러니까 4색 문제가 제기된 지 2백년이 조금 더 지나서 Kenneth Appel과 Wolfgang Haken 이라는 미국의 수학자가 이 4색 문제를 해결하였다고 발표했다. 당연히 축하할 일이 아닐 수 없었다. 그러나, 이들이 증명한 방법은 수학자들이 기대하던 멋진 수학적

인 추론들이 결코 아니었다. 이들은 나라들이 배열될 수 있는 모든 경우를 고려하여 결국 1천4백82가지의 지도들이 모두 4가지 색으로 칠해질 수 있음을 보이면 된다는 사실을 증명하였다. 그런데 이 1천4백82가지 지도 각각에 대하여 4가지 색이면 충분하다는 사실을 그대로 보이려면 당시의 대형컴퓨터로도 수십년은 죽히 걸릴 계산을 하여야 하였다. 그래서 이들은 적절한 알고리즘을 연구하였으며 찾아낸 알고리즘을 이용하여 1천2백시간 동안 컴퓨터를 돌려 이를 증명하였다. 그래서 발표된 증명은 1백쪽이 넘을 뿐만 아니라 온통 프로그램과 다이어그램으로 가득차 있었다. 그러니 수학자들이 기대하였던 수학적으로 멋지고 놀라운 증명이 아니었던 것이다. 결국 이들의 증명은 완벽한 것으로 검증되었지만 어떤 의미로는 이 문제에 대한 수학적 고찰은 결코 끝이 난 것이 아니다. 즉, 컴퓨터를 이용하지 않는, 수학적 증명을 기대하고 있는 것이다. 이와 더불어, 평면의 지도가 아닌, 지구본과 같은 지도, 더 나아가 도우넛의 표면과 같은 곡면에 그려진 지도에 대해서는 몇가지의 색이 필요한지 등등의 연구도 진행되고 있다. ㉗

高城 殷 (건국대 수학과 교수)