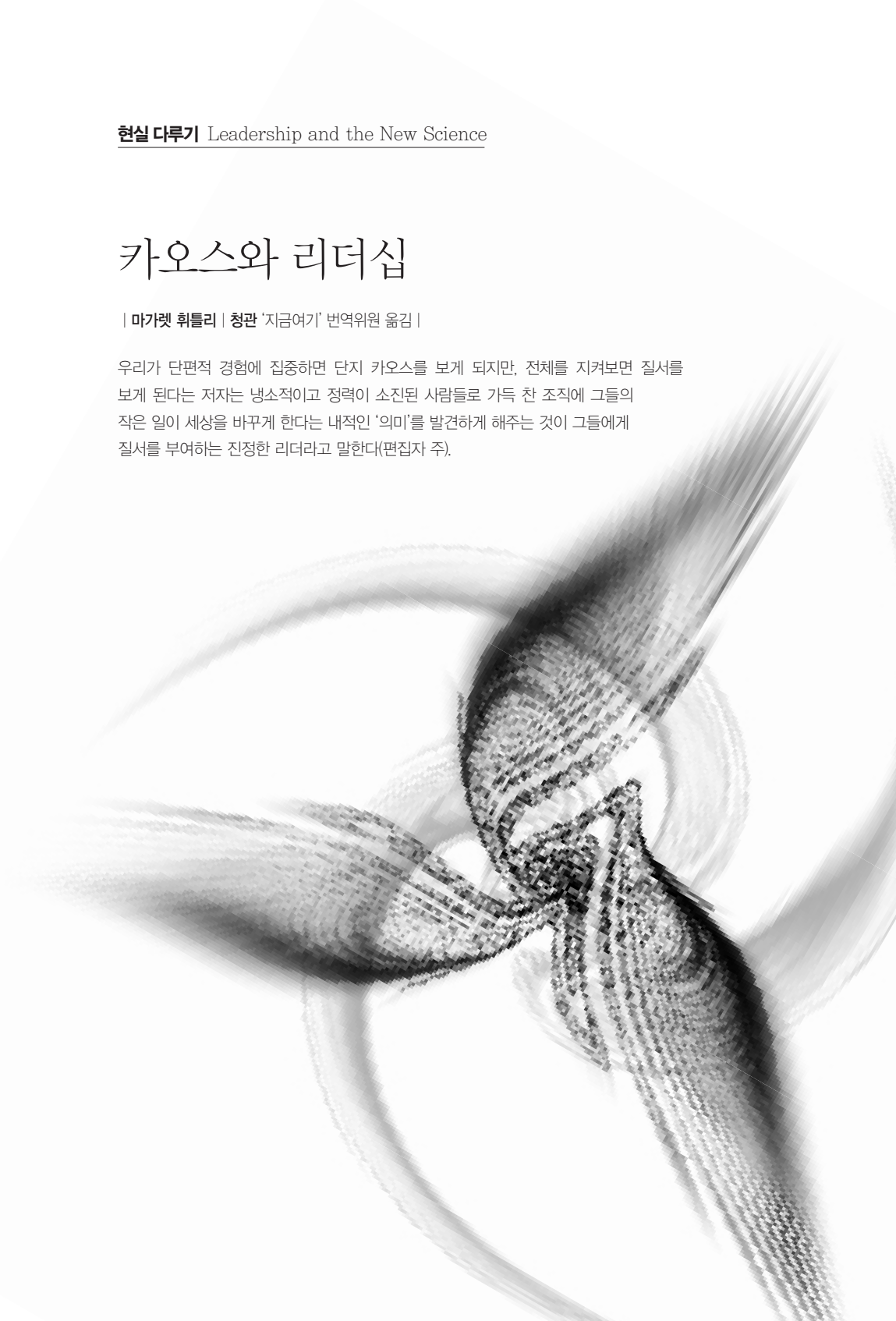
카오스와 리더십

| **마가렛 휘틀리** | **청관** '지금여기' 번역위원 옮김 |

우리가 단편적 경험에 집중하면 단지 카오스를 보게 되지만, 전체를 지켜보면 질서를 보게 된다는 저자는 냉소적이고 정력이 소진된 사람들로 가득 찬 조직에 그들의 작은 일이 세상을 바꾸게 한다는 내적인 '의미'를 발견하게 해주는 것이 그들에게 질서를 부여하는 진정한 리더라고 말한다(편집자 주).



수천 년 전 원초적인 힘들이 인간의 상상력을 수놓기 시작하던 그때 천지창조를 설명해 주었던 신화 속에 위대한 신들이 등장했다. 태초에 카오스(혼돈)가 있었다. 즉 아무 형체도 없이 텅 빈 공간이 모든 걸 삼킬 듯 입을 크게 벌리고 있었다. 그뿐 아니라 지구의 어머니인 가이아도 있었는데 바로 그녀가 형태와 안정을 가져왔다. 희랍 신화에서 카오스와 가이아는 파트너였으며 그 두 원 적인 힘이 대립과 공명의 이중주를 연주하면서 우리가 알고 있는 모든 것들을 창조했다.

카오스와 가이아라는 이 두 신화적 존재가 다시 한 번 현대인의 상상력과 과학에 모습을 드러냈다. 과학자들이 우주의 운행을 더 깊이 탐구함에 따라 그들은 새로운 생명을 얻게 되었다. 이같이 신화적 지혜로 되돌아가는 것은 내게 재미있기도 하고 위안이 되기도 한다. 그것은 우리가 점증하는 격동의 한복판에 살면서도 카오스와 새롭게 관계를 맺을 수 있기 때문이다. 고대의 가이아가 그랬듯이 우리도 카오스와 파트너가 되어 그를 창의력의 원천인 삶의 과정으로 이해할 필요가 있다. "그 형태를 알아볼 수 있게 하는 빛"을 창조하면서 카오스의 거대한 틈새로부터 지지와 대립 둘이 함께 나온다(Bonnefoy 1991, 369-70). 인간은 생식력(生殖力)을 갖고 있기 때문에 창의력을 통해 혼돈을 조직하여 형체와 의미를 낳는다. 우리는 자신이 만든 세계들로 빈 공간을 채우고 우리가 낳은 형체와 의미에 등을 돌린다. 그러나 우리가 반드시 기억해야할 것이 있다. 희랍인들과 과학이 말해주고 있듯이 카오스의 핵심인 심장이 우리 가이아의 중심 깊숙이 자리 잡고 있다는 것을…

현대의 컴퓨터는 카오스의 심장을 드러내 보였다. 컴퓨터 스크린으로 카오스 체계의 반응을 지켜보는 것은 최면에 걸리는 듯한 경험이

다. 컴퓨터는 매순간 스크린 위에 한 점의 빛으로 카오스 체계의 반응을 보여주면서 그 체계의 진화를 기록한다. 컴퓨터의 속도 때문에 우리는 그 체계가 어떻게 진화하는지를 곧 관찰할 수가 있다. 그 체계는 한쪽으로 기울어진 채 앞뒤로 왔다 갔다 하며 결코 같은 지점에 두 번 다시 나타나지 않는다. 이는 전혀 예측이 불가능하다. 그러나 우리가 지켜보는 동안 이 카오스 반응이 하나의 패턴을 만들어 가면서 눈앞에 질서가 스크린 위에 전개되는 것을 목격할 수 있다. 이 체계의 카오스 움직임이 하나의 형태를 만드는 것이다. 그 모양은 "이상한 끌개(strange attractor)"이며 카오스에 내재해 있는 질서가 스크린에 나타난 것이다(다음 페이지의 그림을 보라).

이상한 끌개는 대부분의 관찰자에게 경외감을 일으킨다. 그래서 과학자들의 글에도 빈번히 시적인 언어가 등장한다. 잘 알려진 끌개도 있지만 새로 발견한 이 끌개들에 두 명의 과학자 데이비드 루엘(David Ruelle)과 폴로리스 테이컨스(Floris Takens)는 '이상한(strange)'이라는 수식어를 붙였다. 그들이 매우 암시적인 명칭을 원했기 때문이다(Gleick 1987, 131). 루엘이 말했듯이 "멋진 이 명칭은 우리가 거의 이해하지 못하고 있는 놀라운 사물에 잘 어울린다(in Coveney and Highfield 1990, 204).

혼돈과 질서가 주는 이 춤을 묘사하기 위해 루엘은 여러 가지 은유를 사용한다. "구름모양의 점들은 곡선을 만들면서 때로는 불꽃이나 은하(銀河)가 되고, 때로는 낯설고 불안하게 증식해가는 식물이 된다. 우리는 그 형상들을 탐색해가며 그들 사이의 조화를 발견해갈 것이다(in Coveney and Highfield 1990, 206)." 루엘처럼 브리그즈(Briggs)와 피트(Peat)도 형상을 잡아가는 이상한 끌개의 드라마와 아름다움을 매우 인상적인 그림으로 표현한다. "몇 개의 줄무늬로 변

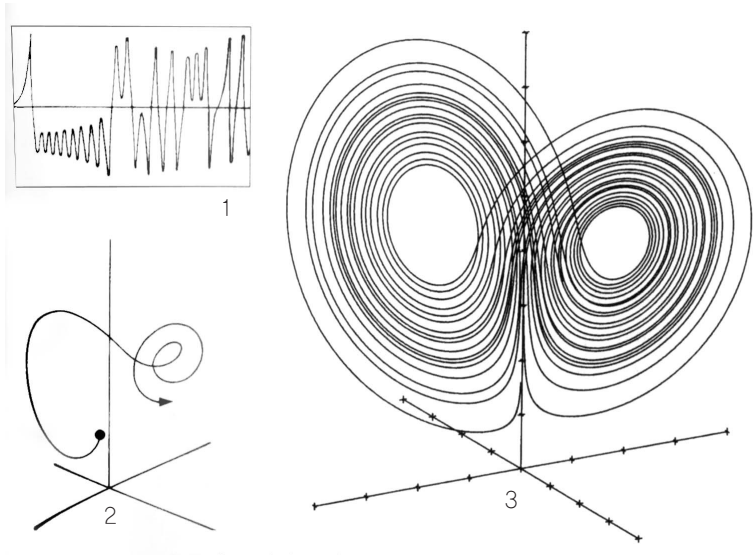


그림1. 이상한 끌개(Strange Attractor) 1. 하나의 변수에 대한 전통적 도형은 카오스의 한 체계를 보여준다. 2. 체계가 위상공간에서 다차원적으로 그려지면 카오스의 형태, 즉 이상한 끌개가 차츰 가시화된다. 3. 그 체계가 카오스적으로 방랑을 반복하면서(체계는 결코 반응을 정확히 반복하는 일은 없다) 끌개가 나타나기 시작한다. 이 나비나 부엉이 모양을 한 이상한 끌개는 카오스 체계에 잠재해 있던 본래의 질서를 드러낸다. 질서는 언제나 형태나 패턴으로 나타난다.

해가면서 하나의 체계가 붕괴, 변형, 혼돈을 향해 끌려간다. 다른 줄무늬 속에서도 체계들이 역동적으로 돌면서 오랫동안 그들의 모양을 유지한다. 그러나 결국 모든 질서정연한 체계들은 이상한 카오스 끌개의 거칠고 유혹적인 손길을 느끼게 될 것이다(1989, 76-77)."

카오스가 언제나 질서와 짝을 이룬다는 것은 우리가 카오스에 대해 보편적으로 알고 있는 정의와 반대되는 개념이다. 하지만 우리가 컴퓨터로 그것을 보기 전까지는 단지 형태를 예측할 수 없는 에너지인 혼돈을 볼 수 있었을 뿐이다. 카오스는 질서가 없는 상태로서, 하나의

체계가 뜻밖의 행동을 시작하기 전 마지막 단계를 말한다. 모든 체계가 다 카오스로 이행하는 것은 아니다. 그러나 하나의 체계가 불안정해지면 그것은 우선 진동기(振動期)에 접어들면서 두 개의 다른 상태를 왕복한다. 이 진동단계 다음 단계는 카오스이고, 강한 나선형 회전이 시작되는 것은 그 다음이다. 하지만 모든 것이 흩어지는 카오스의 영역에서 이상한 끌개가 등장하게 된다. 그 후에야 우리는 비로소 혼돈이 아닌 질서를 볼 수 있게 된다.

컴퓨터 스크린에 이상한 끌개가 나타난다. 과학자들이 그 체계의 거칠고 풍부한 반응을 관찰하는 새로운 방법들을 발전시켰기 때문이다. 그것의 움직임은 위상공간(phase space)이라고 불리는 추상적인 수학적 공간에서 펼쳐진다. 위상공간에서는 이전보다 더 많은 차원에서 체계들의 움직임을 추적할 수 있다. 단지 2차원에서는 볼 수 없었던 형상들이 이제 스크린 위에 빛을 내며 매혹적인 형태로 나타난다.

위상 공간의 인력(引力)의 웅덩이 안에서 체계가 작동된다. 이 웅덩이가 비유적으로 의미하는 것은 그 체계가 수백만의 가능성을 탐구하며 여러 다른 곳을 방랑하면서 그 자신의 새로운 형상을 본뜨는 곳이다. 그러나 그 체계는 방랑하면서 실험하더라도 보이지 않는 경계를 넘지 않는다. 그 경계는 차츰 이상한 끌개의 형상으로 드러나지만 무한(無限)속으로 이탈하지는 않는다. 체계를 위해 이 경계를 한정지을 수 없으며 과학자들이 창조하는 것도 아님을 주목할 필요가 있다. 그 경계는 체계 속에 살아 있고, 체계가 가능한 공간들을 탐험함에 따라 가시화된다. 이미 질서는 존재하고 있었지만 이제야 우리가 그것을 분간할 수 있게 된 것이다.

카오스의 진전 과정이 어떻게 체계 안에서 본래의 질서를 드러내는가를 이해하려면 우리는 시야를 부분에서 전체로 옮겨야 한다. 혼

돈과 질서의 세계를 탐험하면서 브리그즈와 피트가 암시하듯이 전체란 "과학자들이 역동적인 체계를 마치 부품을 다루듯 분리하여 측정하려고 하면 언제나 카오스로 분장한 채 돌진해 오는 것이다(1989, 74-75)." 브리그즈와 피트에 의하면 스크린에 형체를 드러낸 이상한 끌개들은 카오스의 형상이 아니다. 그것들은 전체의 모습이다. 우리가 순간적, 단편적 경험에 집중하면 단지 카오스를 보게 되지만 뒤로 물러서서 형체가 드러나는 것을 지켜보면 질서를 보게 된다. 질서는 언제나 패턴들로 자신을 드러내는데 그 패턴들은 시간을 두고 발전해간다.

대부분의 신과학에서 우리는 비물질적인 물질, 안정에 이르는 불안정, 그리고 이제 질서 잡힌 혼돈과 같은 역설적인 개념들로부터 도전을 받는다. 하지만 혼돈과 질서의 역설은 새로운 것이 아니다. 고대 신화와 신과학으로부터 알 수 있듯이 체계가 살아남으려면 자신의 내부에 잠재적인 혼돈을 반드시 지니고 있어야 한다. 잠재적 혼돈이란 "완벽하게 질서 잡힌 체계 속에 깊이 잠든 피조물"을 말한다(briggs and Peat 1989, 62). 과거를 용해해서 우리에게 새로운 미래라는 선물을 주는 것은 카오스의 엄청난 파괴적 에너지이다. 카오스는 파괴적인 에너지를 통해 우리로 하여금 새로운 것을 향한 황량한 여행을 하게 만들어서 과거라는 구속체제로부터 우리를 해방시켜준다. 오직 카오스만이 심연(深淵)을 창조할 수 있고,우리는 그 속에서 자신을 재창조할 수 있다.

우리들 대부분은 자신의 삶에서 이런 카오스 여행을 경험해 보았을 것이다. 개인적 차원에서 카오스는 "영혼의 어두운 밤" 혹은 "의기소침" "우울"과 같은 여러 가지 이름으로 우리 곁을 지나갔다. 언제나 그 경험은 철저한 의미의 상실이다. 즉 이전의 방식으로는 전혀 뜻이 통

하지 않는다; 모든 것의 가치가 과거와는 전혀 다르다. 이런 어두운 밤에 관한 자료들은 많은 정신적 전통과 문화 속에 잘 보존되어 왔다. 그것들은 인간 경험의 한 부분으로서 우리가 어떻게 형태(形)와 무형(無形), 신형(新形)이 추는 나선형 춤에 참여하는가를 보여준다. 우리가 개인적으로 카오스(혼돈) 속으로 떨어져간 시기를 돌이켜보면 그 시기가 끝나면서 우리는 변한 모습으로 나타나고, 어떤 면에서는 더 새롭고 강해졌다는 것을 알 수 있다. 우리는 내면에서 창조의 춤을 추고 있으며 성장하려면 언제나 붕괴라는 두려운 영역을 통과해야 한다는 것을 알게 되었다.

새로운 질서가 등장할 때 카오스가 중요한 역할을 한다는 것이 잘 알려져 있음에도 불구하고 서구 문화가 그 역할을 그토록 강렬하게 부정한 것은 이상한 일이다. 우리는 자연을 지배하려는 허황된 꿈을 꾸면서 삶에서 카오스를 제거할 수 있고 정상에 이르는 지름길이 있다고 믿었다. 목표를 세우거나 비전을 내세우면 결코 뒤돌아보면서 혼란이나 절망에 빠지지만 않으면서 거기에 도달할 수 있을 것이라고 믿었다. 이런 믿음과 함께 우리들은 삶, 즉 새로운 것이 창조되는 과정에서 멀어지게 되었다. 현대의 삶이 그 어느 때보다 더 혼란스러워지고 통제가 어려워진 지금에서야 우리는 다시금 카오스를 곰곰이 생각하게 된 것이다(see Hayles 1990). 그 역동적인 탐험을 신과학을 통해서 하건, 고대 신화를 통해서 하건 그 교훈은 중요하다. 카오스가 일으킨 파괴는 새로운 것을 창조하는데 반드시 필요하다.

카오스 이론은 소위 결정론적인 카오스로 알려진 카오스의 특수한 다양성을 연구한다. 흥미롭게도 이 과학 분야는 수세기 동안 철학과 정신세계의 논쟁에 휘말려 왔다. 이 세상은 우리의 삶이 미리 예정된 결정론적 세계인가? 이것이 사실이라면 자유의지는 어떻게 되는

가? 몇몇 초기 카오스 과학자들은 결정론과 자유론간의 긴장이 해결되지 않았다는 사실에 매료되었다. 과학이 이 논쟁을 해결한 듯 했다. 질서정연한 우주에서 자유가 어떻게 작용하는가를 설명한 것이다. 체계 전체의 형상은 예견될 수 있거나 예정되어 있다. 그러나 이 형상이 어떻게 형태를 잡아가느냐 하는 것은 자유의지라는 개인의 행위에 달려있다는 것이다: "체계는 결정되어 있지만 다음에 무엇을 할는지는 말할 수 없다(Gleick 1987, 251)." 아니면 조직 기획자 T.J. 카트라이트(T.J. Cartwright)가 말했듯이 "카오스는 예견불가능한 질서다(1991,44)."

카오스의 형상은 정보로부터 구체화된다. 그 정보는 자신을 피드백하고 과정을 통해 변화를 겪는다. 이것은 반복과 피드백이라는 과정으로서 대부분의 신과학을 통해 친숙해졌다. 그것은 자기 조직화와 프랙털(fractals: 부분이 전체를 닮은 구조-역자주)을 창조하는 것과 똑같은 과정이다. 이 과정이 새로운 것을 창조할 수 있는 이유는 그것이 비선형 체계에서 발생하기 때문이다. 코브니와 하이필드(Coveney and Hifield)는 비선형성(非線形性)을 "당신이 예상한 것보다 더 얻는 것"이라고 설명했다(1990, 184). 과거에는 단지 다루기가 너무 힘들어서 과학이 비선형성을 무시하는 경향이 있었다. 과학은 예견에 초점을 맞추었고 비선형 체계는 예견을 거부했다. 혼란스럽지 않으면서 결정론을 추구하기 위해 비선형 방정식은 "선형화"되었다. 일단 비선형 방정식이 이런 식으로 왜곡되자 이제 더 단순한 수학으로도 다룰 수 있었다. 그러나 자연의 비선형 성격을 선형화하는 이 과정을 통해 과학자들은 삶의 과정을 볼 수 없게 되었다. 이안 스튜어트(Ian Stewart)의 말을 빌리면 삶은 "냉혹할 정도로 비선형적"이다. 비선형성에 대한 인식이 깊어지고 카오스 이론에 보다 새로운 수학적 도구들

이 사용되면서 삶이 어떻게 작동되는가를 다시 한 번 더 분명하게 깨닫게 되었다(Capra 1996, Ch. 6).

비선형 세계에서는 매우 사소한 변화, 즉 분간할 수 없을 만큼 작은 것들도 전혀 뜻밖의 결과로 확대될 수가 있다. 하나의 체계가 비선형이고 피드백 고리에 얽혀있으면 반복이 자체에 변화를 되먹여 체계를 확대하고 성장시킨다. 여러 번의 반복을 거듭한 후, 너무 적어서 눈에 띄지도 않는 하나의 변화가 전혀 예측할 수 없는 엄청난 충격을 일으킬 수 있다. 그 체계는 갑자기 뜻밖의 방향으로 이탈하거나 놀라운 방식으로 반응한다. 이것의 한 가지 비근한 예는 낙타의 등을 부러뜨린 지푸라기라는 속담이다(이 속담은 원래 'Tis the last straw that breaks the horse's back: 말의 등을 부러뜨리는 것은 마지막 한 오라기의 지푸라기다'에서 유래된 것으로 영국의 소설가 찰스 딕킨즈가 그의 소설 'Dombey and Son'에서 처음으로 변형하여 사용했다. 모든 일에는 한계가 있다는 뜻이다-역자 주). 그런 작은 차이가 붕괴를 일으킬 줄은 아무도 몰랐다. 왜냐하면 낙타 속에서 무슨 일이 벌어지고 있는지를 아무도 볼 수 없었기 때문이다. 비선형 세계에서는 원인과 결과의 상관관계가 없는 것이다.

고전 과학의 관점을 통해 우리의 문화는 작은 차이들이 평균화 되고 사소한 변화들은 한 점에 모이며 근사치는 일어날 일에 대해 상당히 정확한 그림을 제공할 것이라고 믿게 되었다. 그러나 카오스 이론은 세계의 비선형 역동성을 부각시킨다. 이것은 우리가 아주 솜씨 있게 그려낸 말쑥한 차트나 도형과는 전혀 다르다. 비선형 체계에서는 아주 사소한 변화가 재앙을 초래할 수도 있다. 만약 우리가 반올림하여 소수점 이하 31자리로(이런 숫자를 계산하는 데는 천문학적인 컴퓨터 파워가 필요하다) 나타낼 만큼 작은 차이를 만들어서 단지 백번

만 그 차이를 반복해도 계산 전체가 뒤틀리게 될 것이다. 두 개의 체계는 예측할 수 없이 서로 멀리 갈라졌을 것이다. 이런 반응은 아주 미세한 차이도 결코 무시할 수 없다는 것을 보여준다. 물리학자 제임즈 크러치필드(James Crutchfield)의 말대로 "카오스는 당신 앞에서 그 사소한 차이를 거대하게 폭발시킨다"라고(Briggs and Peat 1989, 73).

기상학자 에드워드 로렌즈(Edward Lorenz)는 그의 유명한 "나비효과"라는 이론으로 이 문제에 뭇사람의 주목을 끌었다. "일본 도쿄에서 나비가 날갯짓하는 것이 텍사스에서 토네이도(혹은 뉴욕의 폭풍우)에 영향을 미칠 수 있는가?"라고 로렌즈는 묻는다. 정확한 일기예보를 위해서는 불행한 일이지만, 그의 대답은 "그렇다"였다. 그런데 우리는 조직에 있어서 흔히 이런 "날갯짓"을 경험한다. 모임에서 하나의 우발적인 논평이 조직 속에 날아든다. 그런데 그것이 점점 커지고 돌연변이를 일으켜 큰 오해를 불러일으킨다. 이를 해결하는 데는 엄청난 시간과 노력이 요구된다. 그들 사업의 비교적 적은 부분에서 발생하는 사건들이 갑자기 커져서 사업의 전반적인 생존을 위협하게 된다는 것을 많은 조직은 알고 있다. 인도 보팔에 있는 유니온 카바이드 공장에 재난이 닥치기 전, 그 공장이 회사 전체의 이윤에 차지하던 비율은 고작 4%였다. 그러나 이 공장에 일어난 재난은 회사 전체의 대규모 구조조정과 전반적 가치평가 절하로 이어졌다. 또 알레스카에선 한 척의 오일 운반선, 엑슨 발데즈의 실수로 얼마나 커다란 생태적, 문화적 황폐화가 일어났는가?

과학은 우리 세계의 비선형적 특성과 새롭게 관계를 맺음으로써 크게 영향을 받아왔다. 과학적 사고에서 나온 많은 보편적인 가설들은 철회되지 않으면 안된다. 과학자 아더 윈프리(Arthur Winfree)가 표현했듯이 과학의 오랜 꿈은 가벼운 변화에 영향을 받지 않는 우주에

관한 것이었다:

> 서양 과학의 기본적인 생각은 지구상에서 당구공의 움직임을 설명하려고 할 때, 다른 은하계의 어떤 행성 위에 나뭇잎이 떨어지는 것을 고려할 필요가 없다는 것이다. 매우 작은 영향들은 무시할 수 있기 때문이다. 사물이 작동되는 방식에는 융합이 있다. 그리고 변덕스러운 작은 영향들이 폭발해서 우연히 큰 결과를 일으키지는 않는다(in Gleick 1987.15).

그러나 카오스 이론은 이런 가설들이 틀렸음을 증명했다. 세상은 우리가 지금까지 꿈꾸었던 것보다 훨씬 더 민감하다. 모든 변수를 설명할 수 있는 방법들을 알게 되면 우리는 즉시 예지능력을 되찾을 수 있다는 희망이 있었다(회의나 책에 붙여진 제목들만 보아도 알 수 있다; 최근 내 책상을 스쳐간 "불확실성의 정복"과 "복잡성의 지배"도 좋은 예다). 그러나 사실 지배와 예언에 대한 욕망은 결코 이 비선형 세계에서는 충족될 수가 없다. 우리는 그런 탐구를 포기하는 편이 좋을 것이다. 비선형 체계에서 반복은 작은 차이들이 자라서 강력하고 예견할 수 없는 결과를 낳도록 도움을 준다. 어떤 모델도 결코 포착하지 못할 만큼 복잡한 방법으로 그 체계는 스스로 피드백하고, 사소한 변화를 확대하며, 네트워크 전반에 걸쳐 소통하고, 혼란스럽고 불안정해지며, 어떤 예견도 할 수 없게 만든다.

하나의 체계는 반복을 통해 카오스와 질서 양쪽을 방문하는 여행을 시작 한다. 반복의 가장 아름다운 결과는 프랙털의 예술성에서 볼 수 있다. 프랙털과 이상한 끌개 사이엔 차이가 있다. 이상한 끌개는 카오

스 체계가 그려낸 자화상이다. 그것들은 본질적으로 언제나 프랙털이며 교묘하게 패턴을 이룬다. 하지만 그것들은 수학적 대상의 특수한 범주에 속한다. 대략 서로 다른 이상한 끌개가 24개 있는 것으로 짐작된다. 이와 대조적으로, 프랙털은 패턴들로부터 창조된 어떤 대상이나 형체를 묘사한다. 그 패턴들은 다양한 축척 수준에서, 분명하게 반복된다. 프랙털은 자연 발생적인 것도 있고 사람이 만든 것도 있는데 그 수는 무한하다.

두세 가지 비선형 방정식을 취하여 그 방정식의 결과를 체계에 계속적으로 피드백 함으로써 컴퓨터상에서 프랙털을 발생시킬 수 있다. 중요한 것은 어떤 한 가지 해답이 아니고, 무수한 반복이 있은 후에 반응들이 만들어내는 복합적인 그림이다. 개별적인 해답을 입력하면 체계 전체가 자세하고 반복적인 형태로 나타난다.

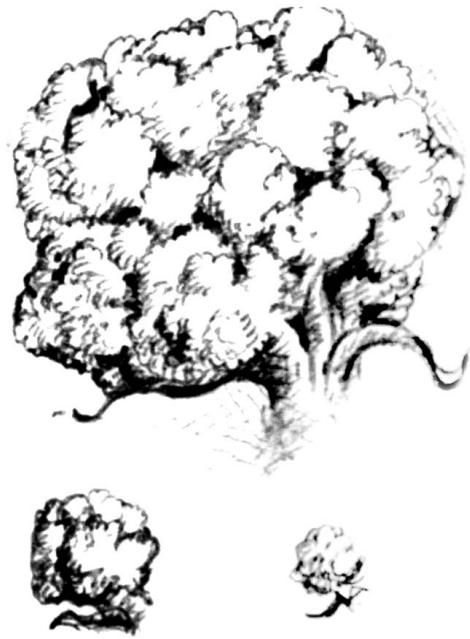


그림2. 브로콜리의 프랙털 성질은 알아보기가 쉽다. 같은 모양이 많은 다른 수준에서 나타난다. 충분히 성장한 머리부분에서부터 작은 꽃에 이르기까지 모두 같은 모양이다.

이 복잡한 프랙털 풍경 도처에는 스스로 닮은 데가 있다. 확대해보면 하나의 형상은 다른 모든 것에서 보는 것과 유사하게 보인다. 아무리 깊이 들여다보거나, 십억 배 이상 확대해서 봐도 그 형태들은 똑같다. 패턴 속에 패턴, 또 그 속에 패턴이 있다. 거기엔 끝이 없다. 아무리 척도가 작아도 이런 복잡한 모양들은 끊임없이 형성된다. 이렇게 만들어지는 형상들을 우리는 영원히 쫓아가야 할 것이다. 그리고 한 층 더 미세한 수준에서도 언제나 더 많은 것이 있을 것이다.

프랙털이 우리 세계에 처음으로 도입된 것은 베느와 만델브로(Benoit Mandelbrot)의 연구에 의해서였고, 다음에는 IBM으로 이어졌다(무한한 패턴들은 20세기 초에 몇몇 수학자들에 의해 묘사되었지만 그들의 작업은 아주 최근까지도 잠자고 있었다). 그들에게 이름을 붙이면서 만델브로는 기하학이라는 언어를 사용했는데 우리는 그 언어를 통해 자연을 새로운 방식으로 이해할 수 있게 되었다. 프랙털은 패턴으로 우리 주변 어디에나 존재한다. 그것에 의해 자연은 구름, 강, 산, 많은 식물, 부족 마을, 우리의 뇌, 폐, 순환계 등을 조직화한다. 이 모든 것이 프랙털이며 보다 더 낮은 여러 수준에서 지배적인 패턴을 베끼고 있다. 우리는 프랙털 형태의 우주에 살고 있다. 하지만 최근까지도 우리에겐 그것들을 보는 수단이 없었다. 이제 그걸 볼 수 있으므로 우리에겐 배워야할 몇 가지 놀라운 교훈이 있다.

프랙털에서 내가 배운 으뜸가는 한 가지 교훈은, 패턴으로 정돈된 세계는 전통적인 척도를 통해서는 자신을 설명할 수 없다는 것이다. 무한히 복잡한 프랙털은 정확한 측정이 불가능하다. 만델브로의 기본적인 프랙털 연습은 동료와 학생들에게 던진 간단한 질문이었다: “영국의 해안선의 길이는 얼마나 되나?” 그의 동료들이 곧 알게 된 사실은 이 질문에 답이 없다는 것이었다. 초점을 맞춰 가까이 다가갈 때,

측정할 세세한 것들이 더욱 많아진다. 해안선을 따라 기어 다니며 돌출된 바위 하나하나를 측량하려고 해도 항상 보다 작은 척도에서 측량해야 할 것들이 더 남아있을 것이다.

낯익은 도구로는 프랙털을 정확하게 평가할 수 없으므로, 관찰과 측량을 하는데 새로운 접근방법이 필요하다.(그림3), (그림4)

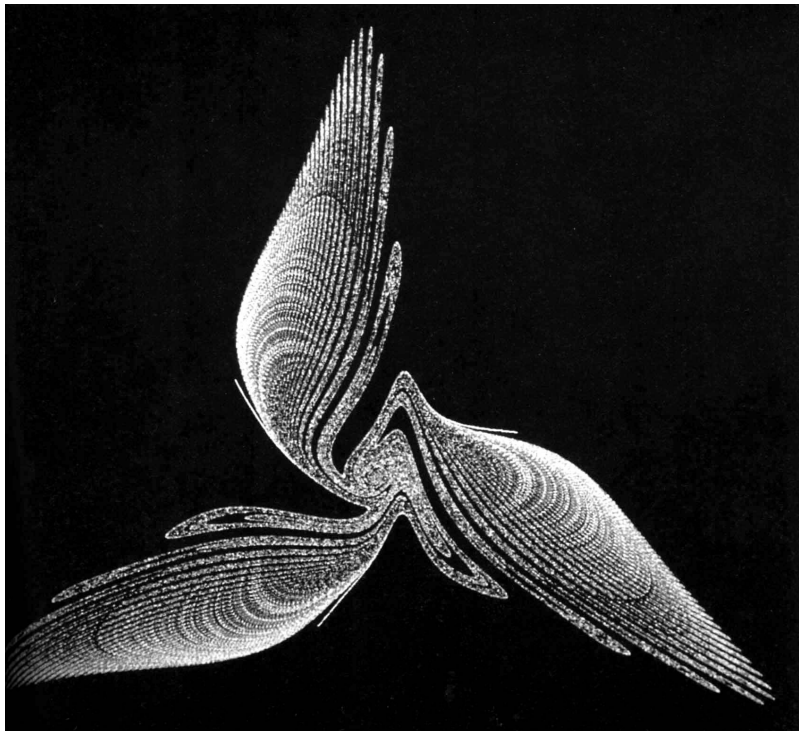


그림3. 삼익조(三翼鳥): 카오스의 이상한 끌개 이것은 카오스 체계가 그린 자화상이다. 이 체계의 반응은 수백만 번 이상의 반복에 의하여 작성된다. 이 체계는 카오스적으로 방랑하는 것 같다. 언제나 새롭고 다른 반응을 보이면서, 그러나 시간이 지나면서 보다 깊은 질서–형상–이 드러난다. 이 질서는 본래 그 체계에 내재해 있던 것이다. 질서는 항상 거기에 있었지만 카오스적 움직임이 다차원적으로 반복되기까지는 나타나지 않았다.

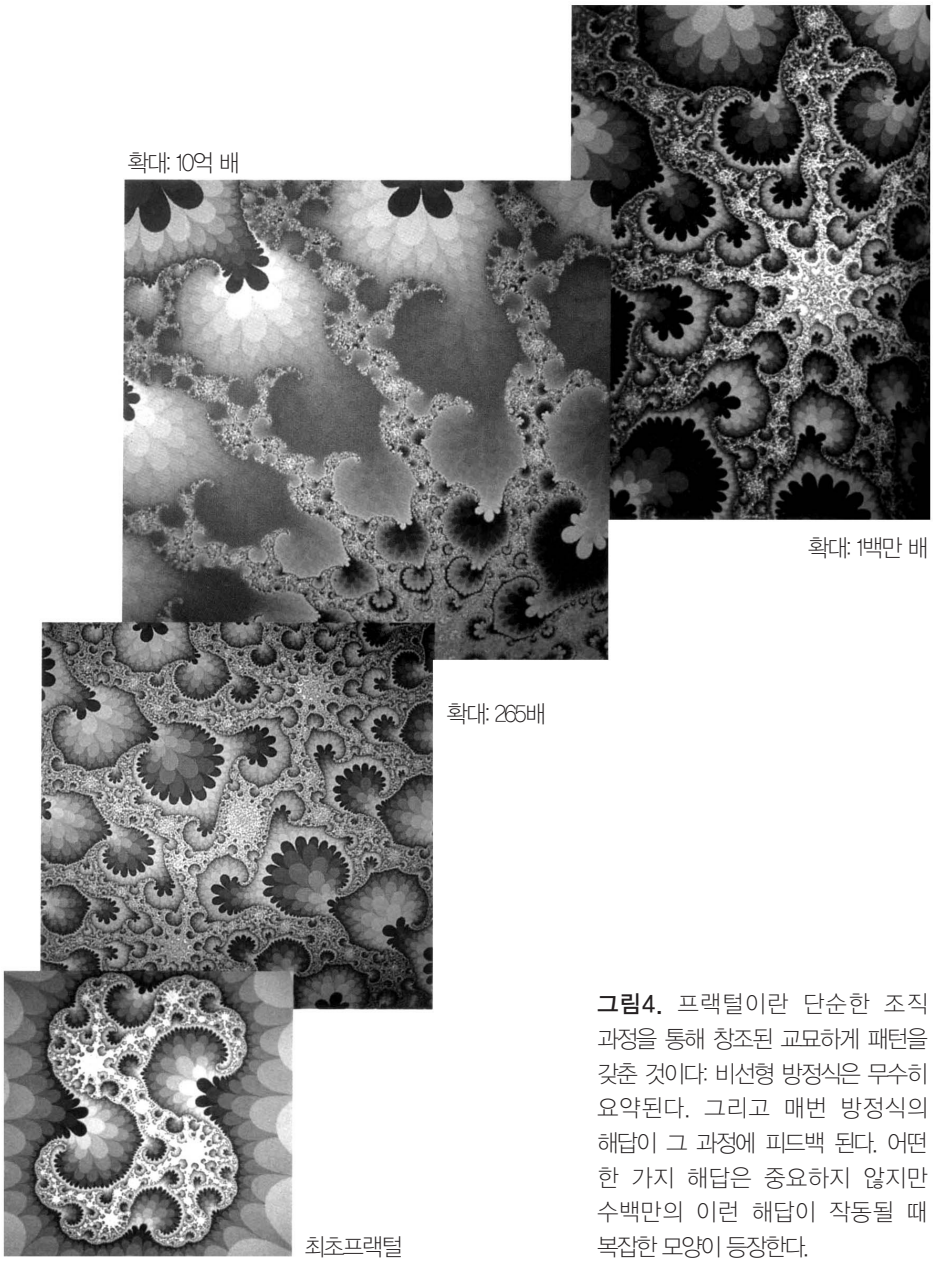
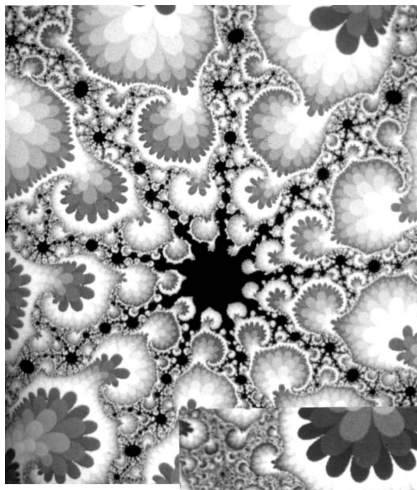
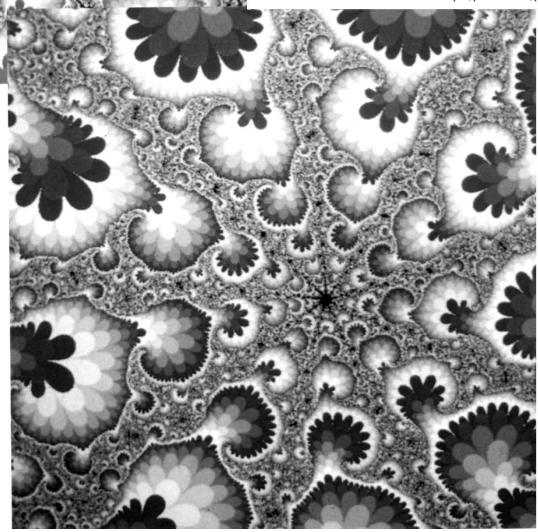


그림4. 프랙털이란 단순한 조직 과정을 통해 창조된 교묘하게 패턴을 갖춘 것이다: 비선형 방정식은 무수히 요약된다. 그리고 매번 방정식의 해답이 그 과정에 피드백 된다. 어떤 한 가지 해답은 중요하지 않지만 수백만의 이런 해답이 작동될 때 복잡한 모양이 등장한다.

여기서 우리는 줄리아 셋 프랙털(Julia Set fractal) 속으로 깊숙이 여행을 떠난다. 실물 크기에서 출발하여 반복되는 형상을 1조 배까지 확대해간다. 어디를 보던지 명백히 똑같은 패턴들을 보게 된다. 프랙털은 질서 잡힌 형체들이 결코 멈추지 않는 무한한 세계를 어렴풋이 보여준다. 그것들은 자신에게 피드백한 단순함이 어떻게 눈부시게 복잡한 형체로 완결되는지를 보여준다.(그림5)



확대: 4백억 배



확대: 1조 배

그림5.
"그 심오한 무한 속에서
나는 보았노라.
사랑으로 거두어들여
한 권의 책으로 묶은
온 우주의 흩어진 잎새들을."
–단테

그림6–1. 비행기 창문에서 적운(積雲)의 프랙털 특성(되풀이 되는 패턴)을 탐구하는 것은 매혹적이다.

그림6–2. 그랜드 캐년의 이 경관에서 다른 보다 작은 계곡들이 전경(前景)으로 명백하게 보인다.
사진작가들은 흔히 자연의 프랙털 특성을 포착한다. 반복적인 패턴들이 자연에서 여러 가지 축척 수준으로 쉽게 나타나기 때문이다.

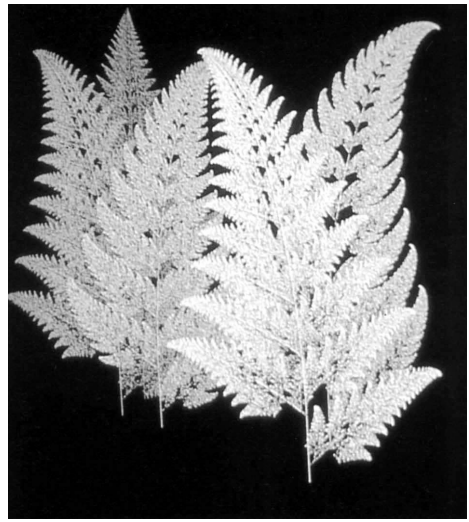


그림7–1. 컴퓨터로 만든 것 자연산 양치류의 프랙털 특성 때문에 컴퓨터상에서 화려한 인공 양치류를 창조하는 것이 가능하다.

그림7–2. 자연산 양치류 자연과 인간의 예술에서 발견되는 나선형 무늬들은 질서와 카오스의 춤을 보여준다.

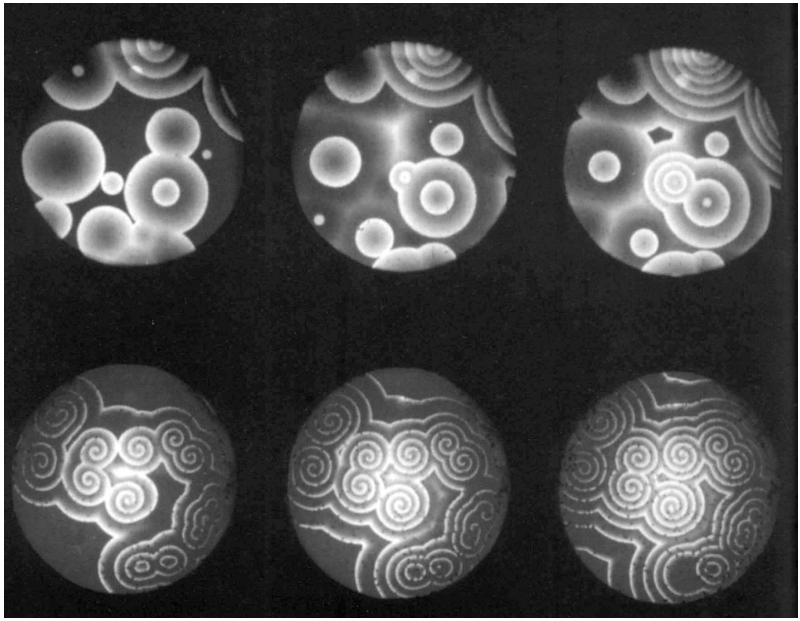


그림8. 벨루소푸–자보틴스키 반응 특정한 화학 혼합물이 변화를 겪을 때 그것은 스스로 조직화하여 원래의 혼합물보다 훨씬 더 복잡한 모양을 만들어낸다. 변화과정이 계속됨에 따라 보다 복잡한 나선형이 등장한다.

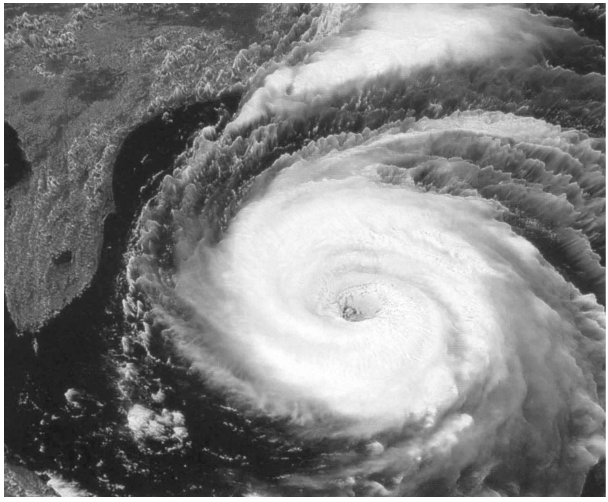


그림9–1. 엄청난 에너지 체계가 스스로 조직화하여 복잡한 나선형으로 바뀐다. 많은 은하계들도 똑같은 형태를 보인다.

그림9-2. 선사시대의 이중 나선 구리 장식물 나선형은 구석기 시대에 시작되어 전 세계의 인간 예술에 나타난다. 칼 융은 이 나선형이 인간의 영혼에 있어 창조와 파괴의 춤의 원형이라고 믿는다.

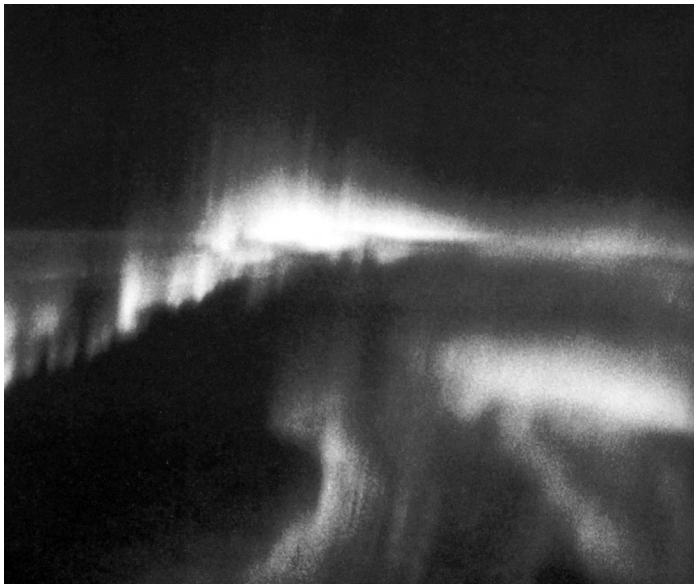


그림10. 북극광 태양풍(太陽風)이 지구의 대기 속으로 들어올 때 충전된 분자들이 전자기(電磁氣)를 띤 극으로 흘러간다. 그 분자들이 질소 및 산소와 상호작용 할 때 유색광(有色光)으로 가시화된다. 이들 오로라는 공간이 비어있지 않다는 것을 보여준다.

프랙털 경관에서 주목해야 할 것은 양이 아니라 질이다. 체계가 얼마나 복잡한가? 어떤 특기할 만한 모양들이 있는가? 다른 체계의 모양들과는 어떻게 다른가? 프랙털 세계에서 만일 질적인 요소들을 무시하고 양적인 면에만 초점을 맞춘다면, 우리는 좌절할 수밖에 없을 것이다. 연구가 양적인 면에 치우치면 명료해지기는커녕 무한정 오리무중에 빠지고 말 것이다. 정보는 결코 끝나지 않을 뿐더러 결코 완전하지도 않다. 우리는 더욱 더 많은 정보를 축적하지만 이해도는 더욱 더 낮아진다. 각각의 부분들을 연구하거나 연속성이 없는 양(量)을 통해 체계를 이해하려고 하면 헤매게 된다. 세부적인 것들을 통해서는 전체를 볼 수 없기 때문이다. 하지만 체계를 이해하고 다루기 위해서는 그것을 전체 속에서 하나의 체계로 관찰할 필요가 있다. 전체는 사실이 아니라 형상으로만 드러난다. 체계들은 무늬로서 자신을 드러내지 동떨어진 사건이나 데이터 포인트(data points: 컴퓨터 안에서 규명할 수 있는 요소)로 자신을 드러내지는 않는다.

조직에 있어 우리는 활동을 측정하는 데 명수다. 사실 그것이 우리가 주로 하는 일이다. 체계의 각 부분들만을 정밀하게 측정하려는 것이 헛된 일이라는 것을 우리는 프랙털을 통해 알 수 있다. 이와 같은 환원주의적 연구의 결말은 결코 만족스럽지 못할 뿐더러 체계의 가운데 작은 부분 하나도 제대로 아는 것이 없게 된다. 카오스의 과학자들은 움직이고 있는 형상을 연구한다. 조직들을 비슷한 방법으로 이해하려 한다면, 조직이 움직이고 있는 모양은 어떤 것일까?

이 질문에 대한 다른 해답들은 조직을 전체적 체계로 보고 접근하면 전체성 찾기 학습은 우리에게 새로운 기술이다. 비록 그것이 우리가 원하는 정보를 제공해주지 못한다는 것을 알면서도 낡은 척도에 의존할 수밖에 없었다. 그러나 무늬를 보는 것은 우리에게 낯선 기술이

아니다. 결국 우리는 무늬를 인식하는 종족이며, 심지어 어린아이들도 무늬를 인식하는 데 뛰어난 명수다. 그러나 오랜 동안 자료 분석을 하면서 계속 늘어나는 자잘한 일에 점점 더 탐닉해 찾기 때문에 우리가 이 선천적인 능력을 다시 얻기 위해 서로 도와줄 필요가 있다. 이제는 차트들이 홀릴 듯이 춤을 추는 책 페이지와 컴퓨터 스크린에서 고개를 들어 형체와 모양의 세계를 바라보도록 다같이 자신을 훈련시켜야 한다.

첫 단계는 우리가 찾고 있는 것이 무엇인가를 깨닫는 것이다. 지금까지 패턴이란 한번 이상 일어나는 어떤 반응이라고 매우 간결하게 묘사해왔다. 이것은 기본적인 것 같지만, 중요한 것은 우리가 무엇을 보려고 노력하는가에 주목하는 일이다. 그러므로 우선 우리는 반복되는 반응과 주제를 찾도록, 즉 고립된 요소들이나 각각의 플레이어들을 살피고 싶은 유혹을 멀리하도록 조심해야 한다. 다음과 같은 간단한 질문만 던져 봐도 흔히 무늬들을 알아볼 수 있다: "전에 우리가 이런 걸 본 적이 있나?", "여기서 친근감을 느끼는 것은 왜인가?" 무늬들을 보려면 그 문제에서 한 발짝 뒤로 물러서서 원근법을 터득해야 한다. 가까운 범위에서는 형상들이 잘 드러나지 않는다. 형상이 드러나려면 일정한 거리와 시간이 필요하다.

무늬를 인식하기 위해서는 우리가 함께 생각에 잠겨 참을성 있게 앉아있어야 한다. 내가 참을성을 말하는 이유는 무늬가 형태를 잡는 데는 시간이 걸릴 뿐만 아니라, 우리가 세상을 다르게 보려고 애쓰고 있으며 오랜 세월동안 눈이 멀어 있었기 때문이다.

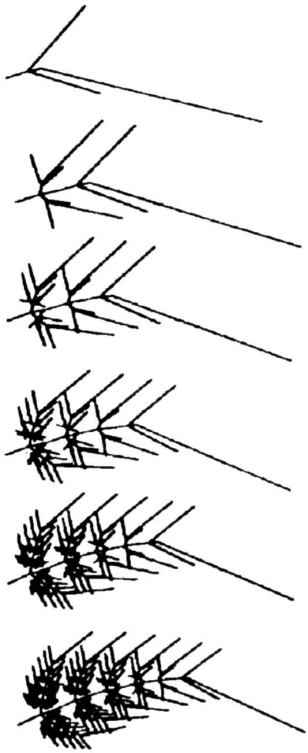
프랙털은 유난히 복잡한 대상물이다. 인간 두뇌의 주름이나 폐의 조밀한 구조 같은 복잡한 프랙털 구조는 정보와 자원을 처리할 수 있는 능력을 증가시킨다. 그러나 이런 복잡성은 인간이 만들어낸 복잡

성과는 전혀 다른 과정을 통해서 창조된다. 프랙털의 복잡성은 단순성에서 비롯된다. 카오스 과학자 마이클 반슬리(Michael Barnsley)를 매혹시킨 것은 단순한 방정식을 연역(演繹)함으로써 자연적인 사물의 모양을 재창조하는 것이었다. 그것을 "카오스 게임"이라고 부른다. 이 게임은 프랙털의 기본적인 모양에 대한 필수적인 정보를 확인하는 것으로 시작한다(첫 번째 시도는 양치류를 가지고 했다). 이런 방정식은 놀랄 만큼 단순하며, 따라서 정밀하고 규범적인 정보가 필요하다고 생각할지 모르지만 방정식에는 이런 것들이 포함되지 않는다. 그 다음 그는 자체에 피드백하기 위해 방정식들을 작동시킨다. 그것들은 다양한 축척(縮尺)수준에서 작동하면서 다른 크기를 보이며 자유롭게 반복적인 방랑을 이어간다. 이런 접근으로 그는 컴퓨터로 식물원 전체를 성공적으로 재생할 수가 있다.

그가 프랙털과 카오스 게임으로 한 작업은 놀랍고도 교훈적이다. 우선 반슬리는 이 우주에 여전히 결정론이 작동되고 있음을 보여준다. 그가 만드는 모양들은 예견가능하고 최초의 공식으로 결정된다. 그러나 불확정론도 중요한 역할을 한다. 그 공식이 다음에 어떻게 자신을 해결할 것인가, 그 무늬가 스크린 위 어느 곳에 나타날 것인가는 예견할 수가 없다. 자연은 몇 가지 단순한 원리나 공식을 가지고 우리가 어디서나 볼 수 있는 복잡한 형체를 만들어내는 것 같다. 그 원리나 공식은 마음대로 돌아다니면서 발전할 수 있는 자유와 관련되어 있다.

많은 분야에서 프랙털들을 포착해서 유사한 현상들이 자연과 인위적 체계의 다양한 축척 수준에서 발생하는지 안하는지 실험해보았다. 사업의 미래를 전망하는 사람들과 프랙털의 질을 관찰해온 주식분석가들로부터 주식시장 동향에 이르기까지, 뇌와 폐 조직의 프랙털의 질이 어떻게 훨씬 더 큰 능력을 갖게 하는지를 설명하는 생리학자들에

그림11. 카오스 게임
복잡하고 굽은 양치류의
본질적인 모습은 어떤 것인가?
그것은 4개의 직선이 이루는 하나의 무늬다.



형상을 그대로 유지하고 크기만 자유롭게 바꾸면서 이 무늬를 반복하면 양치류의 복잡성과 아름다움이 나타난다. 무늬는 언제나 이미 페이지 위에 있는 것과 반드시 연결되며 이 표본에서는 곧게 선 자세로 나타난다.
모든 프랙털 무늬들은 개체들이 몇 가지 단순한 규칙에 대해 자유와 책임을 동시에 구사할 때 창조된다.
복잡한 구조물들을 단순한 요소와 규칙, 자율적인 상호작용을 통해 오랜 시간에 걸쳐 나타난다.

이르기까지, 아름다운 도시와 건물을 반복되는 조화로운 무늬들로 설명하려는 건축가들에 이르기까지, 많은 분야에서 상상을 하고 연구를 하는데 프랙털을 도입하여 사용하였다. 프랙털은 자연계의 운행을 이해하는데 매우 색다른 렌즈 역할을 했다. 또한 카오스와 질서가 결합하여 아름다움을 낳는다는 것을 알아냈다.

그래서 나는 프랙털을 사회조직을 이해하는 데 직접 적용할 수 있다고 믿는다. 모든 조직은 본질적으로 프랙털이다. 어디에서도 비슷한 행동을 흉내 내지 않는 조직은 없다고 생각한다. 공장 종업원을 만나거나 나이 많은 지배인을 만나거나 간에, 한 조직에서 사람들이 보이는 등골이 오싹할 정도로 유사한 행동을 하는 것을 보고 가끔 충격을 받는다. 나는 은밀함, 솔직함, 험담, 조심성 같은 것을 반복적으로 하게 보이는 경향을 탐지할 수 있다. 이와 같이 반복되는 행동양식은 이른바 조직의 문화이다. 어떤 조직을 만나더라도 이 같은 프랙털 특성은 누구나 경험할 수 있을 것이다. 사원들이 고객인 우리를 어떻게 대하는가를 알면 사장이 자기 사원들을 어떻게 다루는지 알 수 있다. 나는 컨설턴트로서 중요한 교훈을 얻었다. 고객이 나와 어떤 관계를 맺고 있는지 주목하면 고객이 체계에 어떤 중요한 문제점이 있는지 알아낼 수 있다는 것이었다.

프랙털의 질서는 단순한 공식이 복잡한 네트워크 안에서 그 자체에 피드백할 때 비롯된다. 이 단순한 공식 속에 포함된 모양만이 반응에 영향을 준다. 자기들의 가치에 크게 헌신하는 조직들은 이 프랙털 창조 과정을 잘 이용한다. 이런 조직들에선 당신이 어디를 가는가, 누구와 말을 하는가, 그 사람의 역할이 무엇인가 하는 것은 중요치 않다. 당신이 생산에 종사하는 현장 종업원과 상급 지배인의 행동을 관찰해 보면 그 조직이 무엇에 가치를 두는지, 어떤 기준으로 일을 선택하는

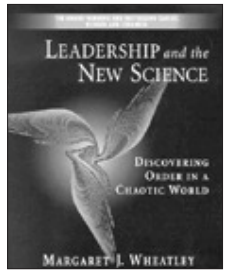
지를 알 수 있다. 가치는 우연한 대화에서도 언급된다. 가치가 실제적이고 살아있는 것이라고 느껴질 것이다.(다음 호에 계속)

• 이 글은 'Leadership and the New Science'에서 발췌하였습니다.
• 이 글은 미내사의 허락없이 무단 전재나 배포를 할 수 없습니다.

저자 | **마가렛 휘틀리(MARGARET J. WHEATLEY)** | 영국 로체스터 대학 졸업, 1966년부터 68년까지 한국에서 평화유지군 근무, 이후 뉴욕대학에서 시스템 사고와 미디어 생태학으로 석사학위, 하버드에서 사회정치학, 조직행동과 변화전공으로 박사학위. 1973년 이래 걸스카웃에서 군대조직, 도시와 기업의 CEO에 이르기까지 모든 형태의 조직을 대상으로 컨설턴트와 강연을 해옴.

역자 | **청관 조의래** | 1933년 6월 5일 황해도 평산 출생, 1939년 서울로 이주. 보성 중 · 고등학교 졸업. 서울대학교 사범대학 영어교육과 졸업. 서울사대부고 교사. 청주고 교사. 주성대 강사.
역서: 윤회의 비밀(장경각), 에드가 케이시(동쪽나라), 순교자(삼중당) 등 다수. 저서: 거꾸로 사는 세상(수 집), 연구영어(금성), 영문독해(금성)

추천도서 마음에 닿은 책 Good Book



Leadership and the New Science

Margaret J. Wheatley 저 | Berrett-Koehler Publishers 刊 | $ 20.95

휘틀리는 이 책에서 신과학이 어떻게 세계에 대한 우리의 이해를 급격히 변화시키고, 이 혼돈의 시기에 함께 잘 살아가고 일할 수 있는지 가르쳐준다. 이 책은 우리가 어떻게 커다란 확신을 가지고, 좀더 쉽게 조직의 새로운 형태로 변화해갈지를 알려준다.
즉, 아원자 세계에서 마저 문제가 되는 것은 관계이다, 삶은 상호연결된 거대한 그물망이다, 거기서 협조와 참여가 요구된다, 혼돈과 변화는 변형을 위한 유일한 길이다라는 사실을 과학과 사회조직 세계에서 근본적으로 살피고 적용하는 법을 가르쳐준다.