

植物生理學者「다윈」



姜 寶 求
(延世大教授)

찰스·다윈의 가장 중요한 업적은 물론 그의 진화론, 자연도태설을 말할 수 있으나 그가 실험 생물학자로서 생물학의 다른 분야에 끼친 공적은 그의 진화론에 대한 명성때문에 일반에게는 널리 알려지지 않은 것이 사실이다.

그는 생물학 이외에도 지질학에 많은 공헌을 하였는데 그가 5년동안 「Beagle」 항해 후 첫 번째로 발표한 “Journal of Researches into the Geology and natural History of the various Countries Visited by H. M. S. Beagle, 1832 ~ 1836”(1939)에서는 사실 그의 가장 중요한 관심은 지질학에 대한 것이었다.

여기서는 진화론 이외의 분야에서 그가 연구한 것중 식물학, 식물생리학, 특히 식물의 운동현상과 관련하여 그가 식물 호르몬의 창시자로서의 연구와 그 업적, 그 의미를 설명하고자 한다.

다윈 자신은 항상 그가 식물학자가 아니라고 하였는데 그것은 아마 다윈이 식물에 대한 문제를 생각하는데 있어서는 당시 식물학자들이 생각한(식물의 구조나 기능 그 자체를 연구대상으로 생각했던) 그런 식물학과는 다른점이 있기 때

문이었다고 말할 수도 있다.

즉, 다윈에게서 여러 문제들의 초점은 언제나 그의 지상의 관심이었던 진화와 자연도태의 문제와 결부되어 있었고 그의 식물에 대한 관찰 및 실험은 항상 “적응”이라는 공통적인 주제를 내포하고 있다. 다윈은 식물학자들과는 특별한 인연을 가졌다. 그는 처음에 의사가 되기위하여 에딘버러大学에 들어갔으나 그만두고 다시 성직자가 될려고 1827년에 캠브릿지大学에 들어갔다. 여기서도 그는 별로 뚜렷한 발전이 없이 소일하였는데, 단 여기서 당시의 저명한 과학자들을 알게된것이 그에게는 중요한 영향을 받은 기회가 되었다.

그중 특히 캠브릿지의 식물학교수였던 Henslow는 그에게 natural history에 대한 관심을 일으켜주고 그에게 자신감을 갖도록 하는데 직접 영향을 준 사람이다. Henslow는 1831년 선장 R. Fitzroy를 대동하여 Beagle호를 항해할 naturalist를 물색하고 있던 英國해군에 다윈을 추천한 사람이다.

다윈은 당시의 식물학자 J. D. Hooker, Asa

Gray 등과 친밀한 교분을 가졌고 항상 아들과 학문적 의견을 교환했다. 그의 아들중 George는 천문학, Francis는 식물학, Horace는 토목공학, Leonard는 경제학 및 우생학의 각분야에 중대한 공헌을 하였는데 이중 특히 Francis는 그의 아버지의 연구를 도와 같이 많은 실험을 하였고 이들을 발표하였다.

다윈의 식물에 대한 주요출판은 The various Contrivances by which Orchids are Fertilised by Insects (1862), The movements and Habits of climbing plants (1865), The Insectivorous plants (1875), The Effects of cross and Self Fertilisation in the Vegetable Kingdom (1876), The Different Forms of Flowers on plants of the same Species (1877) 및 The Power of movement in plants (1880) 등으로 이들은 모두 그의 유명한 「on the origin of Species by means of natural Selection, or the preservation of Favored Races in the struggle for life」(1859)의 발표후에 이루어진 것이다.

당시에는 Bacon의 영향으로 과학의 연구는 귀납적인 방법으로만 이루어져야 한다고 믿고 있었다. 그러나 다윈은 순전히 귀납적인 관찰은 있을수 없다고 주장하였다. 왜냐하면 관찰자가 그의 머리속에 연역적으로 무엇을 추론할 것인지의 생각을 전연 가지고 있지 않다면 그는 아무것도 관찰할 수가 없다고 생각하였다.

그의 방법은 가정적 연역법이라고 할수 있는데 그는 그의 주의를 끄는 어떤 문제이든 이에 대해 가설을 세우고 그로부터 이것을 실험적으로 반박 또는 실증 할 수있는 결론을 추론하였다.

그 예로, 그는 Hooker와 Asa Gray에게 보낸 서신에서 큰 목본식물들은 한 나무가 수많은 꽃을 가지고 있는데 만약 이들이 자웅이체가 아니라면 그 나무의 크기 때문에 자가수정을 할 가능성이 많을 것이라고 말하였다.

그는 많은 여러가지 사실들로부터 꽃들은 타가수정을 하도록 적응됐을 것이라는 가정을 세우고 실제로 큰 나무들이 자웅이체의 경향을 나타

내는지를 조사하였다. 그 자신 英國의 식물상을 조사하여 목본식물과 초본식물로 나누고 목본식물들은 실제로 초본식물보다 그 性이 분리된 경우가 많다는 것을 확인했다. 다윈의 부탁으로 Hooker는 뉴질랜드의 식물을, Gray는 美國의 식물을 조사하여 같은 결론을 얻었다.

다윈과 同時代에 독자적으로 진화, 자연도태의 연구를 하여 다윈과 거의 똑같은 결론을 얻은 A. R Wallace는 다윈을 과학전반에 걸쳐 그와 비교할만한 과학자로는 뉴튼 뿐이라고 말하였다.

다윈보다 百年전에 거의 모든 동식물의 외모를 기술하고 분류한 Linnaeus, 동물의 내부형태구조를 분류학에 도입한 Georges Cuvier, 또 당대의 저명한 De Candolle, Agassiz, Owen, Huxley등보다 다윈을 훨씬 높이 평가하는 이유는 무엇인가? 다윈은 自然을 보는 그의 예리한 통찰력과 또 이에따른 실험적 연구로 문제의 해결을 추구하였다.

그의 타가수정에 대하여 Orchid는 훌륭한 재료로 사용되었다. 그는 이 식물의 꽃이 곤충에 의하여 타가수정이 이루어지도록 적응되었다는 사실을 관찰하였고 이 적응에 있어서 각 種간에 상당한 변이가 있음을 알았다.

그는 실험을 통하여 꽃이 열리기 직전에 이를 덮어 곤충이 접근하지 못하게 하고 인위적인 방법으로 자가수정과 타가수정을 하여 이를 비교하였다. 각각의 수정에서 얻은 種子들을 심어 이들을 길렀을때 일반적으로 타가수정의 산물은 자가수정의 것보다 훨씬 크고 건강하고 생식력이 강하다는 실험결과를 얻었다.

12년에 걸쳐 52개의 식물종을 대상으로한 실험에서 대부분의 경우 타가수정의 결과는 자가수정보다 자연도태의 과정에서 훨씬 유리한 위치에 있다는것을 알았고 왜 식물이 그렇게 많은 꽃가루를 허비해가면서 이러한 방향으로 적응이 됐는지를 충분히 설명할수 있었다.(그 당시에는 물론 Mendel의 유전학을 알지 못하였지만 다윈의 실험결과는 생물에서 두 Sex가 있다는 의미를 설명하여 줄수 있었다.)

다윈의 식물생리학에 대한 중요한 공헌은 식물의 “운동”에 대한 것이다. 그는 食虫식물인 *Drosera rotundifolia*의 잎에 곤충들이 잡혀있는 것을 발견하고 이들을 채집하여 실험을 하였다. 잎은 Disc모양인데 여기서 수많은 tentacle이나 있고 그 끝에서는 끈끈한 물질을 분비한다. 곤충이 여기에 닿으면 붙어버리는데 그때 충격이 근처의 tentacle로 전파되어 이들이 그 쪽을 향하여 굽어지고 그 분비물이 곤충에 집중된다.

다윈은 여러가지 종류의 화학물질을 시험하여 어떤 물질이 이 분비를 촉진시키는지를 조사하였다. 그는 이 분비물질에 여러종류의 단백질질을 분해할 수 있다는 것을 알았고 분해된 산물이 식물조직속으로 흡입된다는 사실을 발견하였다. 다윈은 동물로부터 질소화합물의 공급을 받도록 적응된 이 식물이 양분이 배마른 토양에서도 잘 자랄 수 있다는 사실과 결부시켜 설명하였다.

1875년 Insectivorous plants가 발표되자 당시 유럽의 식물학자들의 상당수는 이를 받아들이지 아니하였다. 그의 아들 Francis는 이 식물에 고기를 먹이고 그 생장을 관찰한 결과 고기를 안먹인 식물보다 현저하게 생장이 왕성하다는 실험결과를 얻었다.

이와같이 다윈은 식물의 여러 작용을 적응의 문제와 결부시켜 생각하였다. 그는 덩굴식물의 촉수(tentacle)의 운동에 관심을 갖고 그 메카니즘을 규명하였다. 이 식물의 성장하는 줄기의 첨단은 옆으로 굴절생산을 하는데 이것이 어떤 물체에 닿으면 그것에 대하여 회전하게 되므로 여기에 감기게 된다. 이때 대상물질(가령 막대기)의 직경이 6인치를 넘으면 이 반응은 일어나지 않는다.

적응으로서 덩굴식물이 갖는 잇점은 그잎이 光合性을 위하여 태양광선을 많이 받도록 다른 식물위로 높이 자라야 하는데 이를 지탱할 튼튼한 줄기를 만들지 않아도 된다는 것이다.

그러면 왜 직경이 6인치 이하에만 이 운동이 일어나는가? 만약에 상대방이 직경이 큰 거대한 나무라면 여기는 처음부터 매달리지 않는 것

이 유리할 것이다. 다윈은 덩굴현상이 분류학적으로 여러가지 다양한 종류의 식물에서 나타나는데에는 모든 식물들이 이와 비슷한 성질의 운동능력을 가지고 있을 것이라는 것을 예견하였고, 그의 아들 Francis의 도움으로 5년동안 연구를 계속하여 1880년에 *The power of movement in plants*를 발표하였는데 여기서 식물생장 호르몬의 문제의 시초가 시작되었다.

다윈父子는 식물의 뿌리나 줄기가 어떤 외부요인의 작용으로 옆으로 굽는 굴성(tropism)운동을 연구하였다. 식물의 굴성운동은 원통형의 기관의 생장부위에서 한쪽의 세포생장과 그 반대쪽의 생장속도가 같지 아니할때 일어나는 현상이다. 다윈의 적응과 연관시켜 생각할때, 가령 식물의 줄기가 광선의 방향으로 굽으므로 식물체가 광선에 대한 자신의 위치를 조절하는 굴광성이나 뿌리가 重力의 방향으로(밑으로) 굽는 굴지성의 의미는 자명한 것이다.

그들은 *phalaris Canariensis*의 자엽초에 광선을 조사하여 이것이 광선의 방향으로 구부러질때 광선을 받는, 즉 광선자극에 민감한 부위는 자엽초 위 첨단에 위치하고 실제로 생장이 일어나는(굽는) 부위는 여기서 조금 밑으로 떨어진 부위에서 일어난다는 것을 발견하였다.

이와같이 두 부위는 공간적인 분리뿐 아니라 시간적 분리로도 구별된다. 즉 광선을 조사하고 나서 暗所에서 얼마를 기다리면서 굴성반응이 시작된다. 그들은 실험적으로 첨단부위를 제거하거나 또는 불투명한 물질로 만든 “골무” 같은 것을 첨단에 씌우면 광선을 조사해도 굴성반응이 일어나지 않는다는 것을 발견했고, 또 반대로 광선을 첨단에만 부위별로 조사하면 밑에 광선을 받지 않는 부위에서 굴성반응이 일어난다는 실험결과를 얻었다.

그들은 이러한 실험데이터를 근거로 “Some matter in the upper part which is acted upon by light, and which transmits its effect to the lower part”가 존재한다는 결론을 내렸는데 이것이 오늘날의 식물 호르몬옥신(auxin)의 존재를 예견한 최초의 계기가 된 것이다.