

조개껍이라고 할 수 있다.

(2) 集團遺傳學의 研究의 發展

한편, Mendel로 대표되는 실험유전학의 발전은 多型種의 특성이 유전자의 多樣性에 기인하는 것이고, 따라서 유전자를 共有하는 집단(Mendelian population)이 종의 진화를 결정하는 단위가 된다는 사실을 알게 하였다. Dobzhansky (1937)는 種이란 진화과정의 한 단계로서 그 一群의 形態는 과거 이들 종의 내부에 실제로 또는 잠재적으로 교배가 이루어지면서 공유하던 유전자의 表現으로 나타나던 것이 2개 또는 그 이상의 여러 形態群으로 나누어져서 生理的으로 交配가 불가능한 상태에 이른 것이라고 하였다. Mayr(1947)도 이와 같은 생각을 바탕으로 하여 種이란 실제로 또는 잠재적으로 교배가 이루어지는 自然個體群의 집단이며, 그 번식방법은 同類의 다른 집단과 격리되어 있음을 지적하고 있다. Danser(1929)의 convivium이나, Lotsy(1925)의 syngameon 등도 이처럼 生殖을 기초로 한 실험유전학에서 얻어진 종의 보조적인 개념들이라고 할 수 있다.

(3) 生物學의 種의 概念

일찌기 레이에 의하여 주목된 바 있는 同一種의 生殖문제는 Brauer(1855), Plate(1914) 등을 통하여 종이란 그 구성개체군의 혈연관계로 묶여지는 自然生物群이라는 생각으로 발전하였고, Dobzhansky(1941), Mayr(1947 1963) 등에 의하여 유전학을 배경으로 한 生物學的 種(biological species)의 개념으로 집약되었다. 卽 종은 유전적인 집단으로서 개체들은 하나의 生殖的 共同體(reproductive community)를 이루어서, 이들은 고유한 생태적 지위를 지닌과 동시에, 유전자풀(gene pool)을 공유하는 유전적 단위가 된다는 것이다. 따라서, 異種 間은 유전자풀의 異質性에 의한 生殖的 隔離(reproductive isolation)로 식별할 수 있다.

결국, Darwin에 의하여 확립된 생물진화의 기본원리는 생물학적 종의 개념의 발전으로서 유전자풀의 異質化를 일으키는 各種 mechanism을 통하여 설명될 수 있게 되었음은 매우 흥미있는 사실이 아닐 수 없다.

식물생리학자 다윈

연세대 강빈구

Charles Darwin의 가장 중요한 업적은 물론 그의 진화론, 자연선택설을 말할 수 있으나 그가 실험생물학자로서 생물학의 다른 분야에 끼친 공적은 그의 진화론에 대한 명성 때문에 일반에게는 널리 알려지지 않은 것이 사실이다. 그는 생물학 이외에도 지질학에 많은 공헌을 하였는데 그가 5년 동안 Beagle 항해후 첫번째로 발표한 *Journal of Researches into the Geology and Natural History of the Various Countries Visited by H.M.S. Beagle, 1832 - 1836*(1839)에서는 사실 그의 첫째 중요관심은 지질학에 대한 것이었다. 여기서는 진화론 이외의 분야에서 그가 연구한 것 중 식물학, 식물생리학, 특히 식물의 운동현상과 관련하여 그가 식물 호르몬의 창시자로서의 연구와 그 업적, 그 의미를 간단히 설명하려고 한다.

다윈 자신은 항상 그가 식물학자가 아니라고 하였는데 그것은 아마 다윈이 식물에 대한 문제를 생각하는 데 있어서는 당시 식물학자들이 생각한(식물의 구조나 기능 그 자체를 연구대상으로 생각했던) 식물학과는 다른점이 있기 때문이었다고 말할 수도 있다. 즉 다윈에게서 여러문제들의 초점은 언제나 그의 지상의 관심이었던 진화와 자연선택의 문제와 결부되어 있었고 그의 식물에 대한 관찰 및 실험은 항상 적응(adaptation)이라는 공통적인 주제를 내포하고 있다.

다윈은 식물학자들과는 특별한 인연을 가졌다. 그는 처음에 의사가 되기 위하여 Edinburgh 대학에 들어갔으나 그만두고 다시 성직자가 되기 위하여 1827년에 Cambridge대학에 들어갔다. 여기서도 그는 별로 뚜렷한 발전이 없이 소일하였는데 여기서 당시의 저명한 과학자들을 알게 된 것이 그에게는 중요한 영향을 받은 기회가 되었다. 그중 특히 Cambridge의 식물학 교수였던 John Stevens Henslow는 그에게 natural history에 대한 관심을 일으켜 주고 그에게 자신감을 갖도록 하는 데 직접 영향을 준 사람이다. Henslow

는 1831년 선장 Robert Fitzroy 를 대동하여 *Beagle* 호를 항해할 naturalist를 물색하고 있던 영국 해군에 다윈을 추천한 사람이다. 다윈은 당시의 식물학자 Joseph Dalton Hooker, Asa Gray 등과 친밀한 교분을 가졌고 항상 이들과 학문적인 의견을 교환하였다. 그의 아들 중 George는 천문학, Francis는 식물학, Horace는 토목공학, Leonard는 경제학 및 우생학의 각 분야에 중대한 공헌을 하였는데 이중 특히 Francis는 그의 아버지의 연구를 도와 같이 많은 실험을 하였고 이들을 발표하였다. Francis는 식물학 이외에도 인간으로서의 그의 아버지에 대한 중요한 자료를 갖는 *Life and Letters of Charles Darwin*, 3 vols.(1887), *More Letters: Letters of Charles Darwin*, 2 vols.(1903) 등을 편집하였다.

다윈의 식물에 대한 주요 출판은 "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 Favoured 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 있을 수 없다고 주장하였다. 왜냐하면 관찰자가 그의 머리 속에 연역적으로 무엇을 추론할 것인지의 생각을 전연 가지고 있지 않다면 그는 아무 것도 관찰할 수가 없다고 생각하였다. 그의 방법은 가설적 연역(hypothetic deductive)법이라고 할 수 있는데 그는 그의 주의를 끄는 어떤 문제이든 이에 대해 가설을 세우고 그로부터 이것을 실험적으로 반박 또는 실증할 수 있는 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 적응했을 것이라는 가정을 세우고 실제로 큰 나무들이 자웅이체의 경향을 나타내는지를 조사하였다. 그 자신 영국의 식물상을 조사하여 목본식물과 초본식물로 나누고 목본식물들은 실제로 초본 식물보다 그 성(sex)이 분리된 경우가 많다는 것을 확인하였다. 다윈의 부탁으로 Hooker는 New Zealand의 식물을, Gray는 미국의 식물을 조사하여 같은 결론을 얻었다.

다윈과 동시대에 독자적으로 진화, 자연선택의 연구를 하여 다윈과 거의 똑 같은 결론을 얻은 Alfred Russel Wallace는 과학 전반에 걸쳐 다윈과 비교할 만한 과학자로는 Newton뿐이라고 말하였다. 다윈보다 100년전에 거의 모든 동식물의 외모를 기술하고 분류한 Linnaeus, 동물의 내부 형태구조를 분류학에 도입한 Georges Cuvier, 또 당대의 저명한 De Candolle, Agassiz, Owen, Huxley 등보다 다윈을 훨씬 높이 평가하는 이유는 무엇인가? 다윈은 자연을 보는 그의 예리한 통찰력과 또 이에 따른 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 종 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 종자들을 심어 이들을 길렀을 때 일반적으로 타가수정의 산물은 자가수정의 것보다 훨씬 크고 건강하고 생식력이 강하다는 실험 결과를 얻었다. 12년에 걸쳐 52개의 식물종을 대상으로 한 실험에서 대부분의 경우 타가수정의 결과는 자가수정보다 자연선택의 과정에서 훨씬 유리한 위치에 있다는 것을 알았고 왜 식물이 그렇게 많은 꽃가루를 허비해 가면서 이러한 방향

으로 적응이 됐는지를 충분히 설명할 수 있었다. (당시에는 물론 Mendel의 유전학을 알지 못하였지만 다윈의 실험결과는 생물에서 두 sex가 있다는 의미를 설명하여 줄 수 있었다).

다윈의 식물생리학에 대한 중요한 공헌은 식물의 운동(movement)에 대한 것이다. 그는 식충식물인 *Drosera rotundifolia*의 잎에 곤충들이 잡혀 있는 것을 발견하고 이들을 채집하여 실험을 하였다. 잎은 disc 모양인데 여기에 수많은 tentacle이 나 있고 그 끝에서는 끈끈한 물질을 분비한다. 곤충이 여기에 닿으면 붙어버리는데 그때 충격이 근처의 tentacle로 전파되어 이들이 그쪽을 향하여 굽어지고 그 분비물이 곤충에 집중된다. 다윈은 여러가지 종류의 화학물질을 시험하여 어떤 물질이 이 분비를 촉진시키는지를 조사하였다. 그는 이 분비물질이 여러 종류의 단백질을 분해할 수 있다는 것을 알았고, 분해된 산물이 식물조직 속으로 흡입된다는 사실을 발견하였다. 다윈은 동물로부터 질소 화합물의 공급을 받도록 적응된 이 식물이 양분이 메마른 토양에서도 잘 자랄 수 있다는 사실과 결부시켜 설명하였다. 1875년 insectivorous plants가 발표되자 당시 유럽의 식물학자들의 상당수는 이를 받아들이지 않았다. 그의 아들 Francis는 이 식물에 고기를 먹이고 그 생장을 관찰한 결과 고기를 안먹인 식물보다 현저하게 성장이 왕성한 실험결과를 얻었다.

이와 같이 다윈은 식물의 여러 작용을 적응의 문제와 결부시켜 생각하였다. 그는 덩굴식물의 촉수(tentacle)의 운동에 관심을 가지고 그 메카니즘을 규명하였다. 이 식물의 생장하는 줄기의 첨단은 옆으로 굴절성장을 하는데, 이것이 어떤 물체에 닿으면 그것에 대하여 회전하게 되므로 여기에 감기게 된다. 이때 대상물질(가령 막대기)의 직경이 6인치를 넘으면 이 반응은 일어나지 않는다. 적응으로써 덩굴식물이 갖는 이점은 그 잎이 광합성을 위하여 태양광선을 많이 받도록 다른 식물 위로 높이 자라야 하는데, 이를 지탱할 튼튼한 줄기를 만들지 않아도 된다는 것이다. 그러면 왜 직경이 6인치 이하여야만 이 운동이 일어나는가? 만약에 상대방이 직경이 큰

거대한 나무라면 여기는 처음부터 매달리지 않는 것이 유리할 것이다.

다윈은 덩굴 현상이 분류학적으로 여러가지 다양한 종류의 식물에서 나타나는 데에는 모든 식물들이 이와 비슷한 성질의 운동능력을 가지고 있으리라는 것을 예견하였고, 그의 아들 Francis의 도움으로 5년 동안 연구를 계속하여 1880년에 "The Power of Movement in Plant"를 발표하였는데 여기서 식물 생장호르몬의 문제가 시작되었다.

다윈 부자는 식물의 뿌리나 줄기가 어떤 외부요인의 작용으로 옆으로 굽는 굴성(tropism) 운동을 연구하였다. 식물의 굴성운동은 원통형의 기관의 생장부위에서 한쪽의 세포생장과 그 반대쪽의 생장속도가 같지 않을 때 일어나는 현상이다. 다윈의 적응과 연관시켜 생각할 때, 가령 식물의 줄기가 광선의 방향으로 굽으므로 식물체가 광선에 대한 자신의 위치를 조절하는 굴광성(phototropism)이나 뿌리가 중력의 방향으로(밑으로) 굽는 굴지성(geotropism)의 의미는 자명한 것이다.

그들은 *Phalaris Canariensis*의 자엽초에 광선을 조사하여 이것이 광선의 방향으로 구부러질 때 광선을 받는, 즉 광선자극에 민감한 부위는 자엽초 위 첨단에 위치하고 실제로 생장이 일어나는(굽는) 부위는 여기서 조금 밑으로 떨어진 부위에서 일어난다는 것을 발견하였다. 이와 같이 두 부위는 공간적인(spatial) 분리뿐 아니라 시간적(temporal) 분리로도 구별된다. 즉 광선을 조사하고 나서 암소에서 얼마를 기다리면 굴성반응이 시작된다. 그들은 실험적으로 첨단부위를 제거하거나 또는 불투명한 물질로 만든 "꿀무" 같은 것을 첨단에 씌우면 광선을 조사해도 굴성반응이 일어나지 않는다는 것을 발견했고, 또 반대로 광선을 첨단에만 부위별로 조사하면 밑에 광선을 받지 않은 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

호르몬 옥신(auxin)의 존재를 예견한 최초의 계기가 된 것이다.

오늘의 진화론

인하대 양 서 영

1809년 프랑스의 동물학자이며 철학자인 Lamarck에 의해 처음으로 진화론이 발표되었고 유명한 Darwin, Wallace에 의하여 진화의 개념이 확립된 이래 100여년이 지나는 동안 수많은 생물학자들의 계속된 연구결과로 현대에 이르러는 거의 완벽에 가까운 진화론이 수립되었고 오늘날의 생물학에서는 어느 분야를 막론하고 모든 생물학적 현상을 생물진화의 원리에 결부하여 생각하게 되었다.

Lamarck의 진화에 관한 사상은 4가지로 요약할 수 있는데, 첫째로, 모든 생물은 처음 생겨났을 때부터 이미 어떤 일정한 방향으로 진화해 나갈 요인을 내포하고 있어 진화과정을 통하여 “완전”한 생물체로 진화된다고 하였다. 둘째로는, 모든 생물은 그 생물이 주어진 환경에 적응할 수 있는 능력이 있다고 보았다. 세째는, 모든 생물은 단일 기원이 아니고 항상 자연발생(spontaneous generation)적으로 수시로 생겨나며, 따라서 동일조상들이 아니고 진화의 과정은 점진적으로 진행되어 완전한 형태의 생물로 진화한다고 믿었다. 끝으로, 모든 생물은 생활과정에서 얻어진 획득형질이 다음 대에 유전되고 이러한 획득형질의 축적이 대를 거듭함에 따라 종이 변한다고 믿었다.

Lamarck의 진화론에는 많은 오류가 내포되어 있으나 그의 진화론에서 중요한 점은 종이란 일정불변한 것이 아니라 항상 진화한다는 점과 진화과정이 돌발적으로 일어나는 것이 아니고 점진적으로 진화한다는 개념이며, 이 점은 Darwin도 같은 의견이었다. Lamarck의 관심사는 주로 어떤 생물이 시간이 지남에 따라 어떻게 진화하는가에 있었고, 따라서 수직적 진화(시간에 따른)를 다룬 데 비하여 Darwin의 관심사는 그의 저서 「종의 기원」에서 기술한 바와 같이 주로 어

떤 한 종이 어떻게 여러 종으로 분화되는가를 다룬 면에서 볼 때 그는 수평적인 진화과정에 중점을 두었다고 하겠다.

Darwin의 진화론은 Lamarck가 주장한 자연발생설에 대하여 비판을 가하고 모든 생물은 동일 조상에서 출발하여 시간이 흐름에 따라 여러 종으로 분화하였다고 설명한다. 즉 모든 생물의 조상은 동일기원이란 것이다. 또한 그는 종이 형성되는 과정은 개체변이와 자연선택의 두가지 과정을 통하여 이루어진다고 주장하였다. 모든 생물은 많은 개체변이를 나타내며 이들 중에서 환경에 보다 적합한 형질을 가진 개체는 그렇지 않은 개체에 비하여 생존능력이 강하고, 따라서 그런 형질을 다음 세대에 물려 줄 확률이 크고 그렇지 않은 개체들은 도태가 되어 이런 과정을 여러 세대 되풀이하여 반복하는 과정에서, 즉 선택과정을 통하여 새로운 종이 분화하게 된다고 해석하는 것이다. 이러한 Darwin의 진화론은 당시의 사회에 커다란 물의를 일으키고 진화론 자체에 대한 심한 논쟁을 야기했다.

이중 그의 설에 대하여 논란이 된 몇가지 문제들을 살펴 보자. 첫째로, Darwin에게는 개체변이에 대한 뚜렷한 본질적인 개념이 없었고 그 시대만 하여도 유전학에 대한 기초 지식이 없었기 때문에 변이의 본질을 설명할 수 없었으며 또한 획득형질과 유전적 변이에 대한 뚜렷한 구별을 짓지 못하였다. 이 문제는 1900년대에 이르러 Mendel의 유전법칙이 재발견됨으로써 변이의 본질을 구명하게 되었고 유전적 변이만이 진화에 관여하며 획득형질은 진화에 아무런 뜻이 없다는 사실을 알게 되었으며 이를 근거로 하여 Neo-Darwinism이 싹트게 되었다.

둘째로, Darwin의 진화론에 대한 다른 비판은 생물의 진화는 Darwin이 주장하는 점진적인 진화에 의한 것이 아니라 돌연한 변이에 기인한다는 De Vries의 돌연변이설이 그것이다. De Vries의 돌연변이설은 후에 집단유전학의 업적에 의하여 부정되었는데 집단유전학자들은 집단 내에 내포되어 있는 여러 변이들이 어떻게 진화에 영향을 미치는가를 연구한 결과 진화는 여러가지 유전변이 개체들과 환경과의 상호작용에