

世界科學技術史 (西洋篇)

〈古典科學의 開花〉

宋 相 庸

〈成均館大 教授〉

그리스古典期的 마지막을 장식한 아리스토텔레스(Aristoteles, B.C. 384—322)는 철학자로서 유명하지만 과학자로서도 그에 못지 않게 중요하다. 그의 과학은 17세기에 近代科學이 나오기 까지 2천년동안 서구를 지배했기 때문이다. 과학사상 아무도 그토록 깊고 오래 계속된 영향을 남긴일이 없다.

대대로 名醫를 배출한 집안에 태어난 아리스토텔레스는 어려서부터 철저한 의학교육을 받았다. 그때에는 의사가 되려면 철학을 공부해야 된다는 것이 상식으로 되어 있었기 때문에 플라톤이 만든 아카데미아(Akademia)에 입학했다. 플라톤과의 만남은 아리스토텔레스의 일생에 지울수 없는 자국을 남겼다.

哲學에서 科學으로

전에는 아리스토텔레스의 저작을 통일된 전체로 보는 경향이 있었으나 요즘은 단계로 나누는 것이 定說로 되어 있다. 즉 그의 사상은 플라톤적 시기, 過渡期, 독자적 성숙기로 발전해 갔다. 이 변화는 철학에서 과학으로의 移行을 뜻한다. 다시 말해 초기의 形而上學的 경향이 점차 경험주의로 바뀌었다는 것이다. 그가 세운 튀케이온(Lykeion)의 분위기도 아카데미아와는 대조적으로 철학적이라기보다 과학적이었다고 한다.

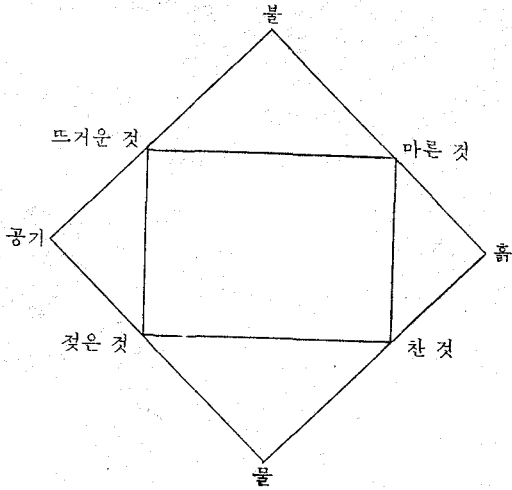
플라톤이 인생문제에서 출발해 자연을 그 배경으로 본데 비해 아리스토텔레스에게 철학은 자연을 설명하려는 시도였다. 만일 자연을 설명할수 없거나 신비적·超越的인 것을 끌어들이

야만 한다면 철학은 실패한 것이라고 그는 믿었다. 그래서 그는 이데아說을 빈 말이며 詩的 譬喩라고 혹독히 비판했다. 그러나 그는 전체로 보아 별수 없는 플라톤의 제자였다. 實在는 形相에 있다는 확신과 目的論的 견해는 아리스토텔레스가 스승으로부터 받은 중요한 유산이며 그의 과학에 구석구석 깊이 침투되어 있다.

그러면 아리스토텔레스를 이전의 과학과 구별 짓게 하는 특징은 무엇인가? 첫째, 그는 플라톤과는 달리 자연현상에 대해 기본적으로 경험적 태도를 취한다. 둘째, 원자론자들은 量의 결정을 가능하게 하는 설명원리를 쓰는 것이 목표였으나 그는 質的인 과학을 발전시키려 한다. 셋째, 그는 存在가 발생, 변화를 하지 않는다는 엘레아학파의 주장을 전적으로 거부한다.

물리과학에서 아리스토텔레스는 변화와 운동의 문제를 주로 다루었다. 먼저 4원소는 第一質料를 바탕으로 네가지 성질들이 섞인 것인데, 성질들의 비율에 따라 원소의 종류가 결정된다. 따라서 어떤 방법으로 이 비율을 바꾼다면 원소도 변할수 있다는 결론이 나온다. 뒤에 鍊金術師들이 값싼 쇠붙이를 가지고 금을 만들려고 했을 때 원소가 相互可變的이라는 아리스토텔레스의 물질이론이 그 이론적 근거가 되었다.

4원소에 의해 만물이 변화하는 것은 달 아래 세계(月下圈)의 경우이고 달 너머 세계(月上圈)는 다섯번째 원소 아이테르(aither)가 차·있어 영원하고 완전한 다른 곳이다. 플라톤의 二世界說을 연상케 하는 이 두 세계는 17세기 뉴튼에 와서야 다시 하나로 합쳐진다.



아리스토텔레스의 4원소와 4성질

獨斷的인 物理學

아리스토텔레스는 운동을 물체가 자연적인 위치로 향하는 自然運動과 다른 방향으로 억지로 강제하는 강제운동으로 나누었다. 본질적으로 다른 이 두 운동의 구별은 갈릴레오 때까지 계속되었다. 강제운동에는 외부로부터 주어지는 힘이 반드시 필요하다. 그리고 힘과 물체는 접촉해 있어야 한다. 해서 接獨物理學 또는 馬車物理學이라는 별명이 붙었다.

여기서 문제되는 것은 投射體運動이다. 힘을 가하는 손을 떠난 다음에도 물체가 계속 공중을 날수 있는 까닭은 무엇인가? 아리스토텔레스는 기발한 설명을 생각해냈다. 즉 투사체가 손을 떠나면 공기를攪亂시키고, 교란된 공기가 뒤로 와서 투사체를 앞으로 나가게 하고, 다음층 공기가 또 뒤로와 밀고, 이렇게 해서 계속 운동한다는 것이다. 투사체의 추진력은 점점 약해져 완전히 없어질때 투사체운동은 끝나고 곧장 땅으로 떨어진다. 즉 강제운동이 끝나면 자연운동이 시작되며 들은 결코 쉬이지 않는다.

아리스토텔레스는 또한 眞空을 부정했다. 물체가 운동할수 있다는 것은 그것이 갈 빈 자리가 있음을 전제로 한다는 주장에 대해서는 반드시 그런 것은 아니고 서로 자리바꿈에 의해서도 운동은 가능하다고 했다. 또 성긴 물체가 수축되는 것은 그 속이 비어 있는 증거라는 주장

에 대해서는 속에 있는 미묘한 물질이 겉으로 빠져나온 것이라고 반박했다. 그의 眞空反證論 證 가운데 하나만 들어 보자. 무거운 물체는 가벼운 물체보다 媒質을 뚫는 힘이 커서 빨리 떨어져야 하는데, 공기가 없다면 똑같이 떨어질 것이다. 이것은 모순이므로 眞공은 없다. 그런데 낙체의 속도가 무게에 비례한다는 전제 자체가 틀린 것이므로 이 논증은 감정적인 억지에 지나지 않는다.

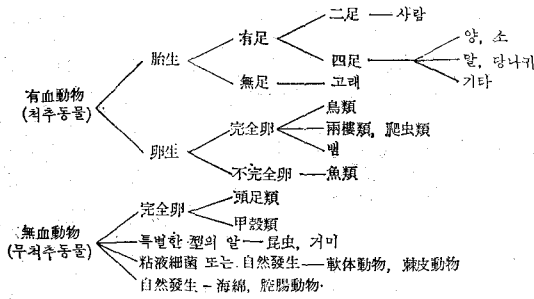
위에서 본바와 같이 아리스토텔레스의 物理學은 불충분하고 상식적인 관찰을 가지고 형이상학에 두드러 맞추어 일반화한 매우 독단적인 것이었다. 그러나 生物學에서는 관찰과 실험에 입각한 불만한 업적을 많이 남기고 있다. 날카로운 관찰, 정확한 記述, 주의 깊은 分類는 아리스토텔레스의 타고난 생물학자로서의 자질을 말해준다.

타고난 生物學者

아리스토텔레스는 고래와 물고기를 구별했고, 오징어의 兩性生殖을 기술했으면, 벌의 습관과 병아리의 胚의 발전을 정확히 관찰했다. 특히 그의 蝸牛발상어에 대한 기술은 계속 틀린 것으로 내려오다가 19세기에야 아가시(Louis Agassiz)에 의해 옳았다는 것이 밝혀지기도 했다. 물론 그는 실수도 저질렀다. 악어, 사자 따위 외국동물은 소문만 듣고 마치 본 것처럼 잘못 기술한 것, 유치한 消化過程의 생리, 신경과 심장의 혼동, 심장의 방을 셋으로 본 것 등은 그 몇가지 예이다.

아리스토텔레스의 동물분류는 뛰어난 것으로 평가된다. 그의 이른바 自然的 分類는 형태를 기준으로 삼기도 했으나 生殖程度에 의한 분류가 더 중요하다. 모든 동물은 生命熱을 갖고 있는데, 이것이 많을 수록 생식방법이 고급이며 高等동물이라고 그는 보았다. 그는 520種을 분류했는데, 해양동물이 잘 되어 있다. 그의 분류는 18세기에 린네(Carl Linné)가 분류학을 체계화할 때까지 그대로 내려왔다.

아리스토텔레스는 發生學에서도 비교발생학적 방법의 도입, 一次 및 二次性徵의 구별, 前成說



아리스토텔레스의 動物分類

과 後成說의 대립 정식화, 進化再現說의 예측 등 주요한 공헌을 했다. 아리스토텔레스의 생물학은 경험적인 산물이지만 여기에도 철학이 깊이 끼여들어 곤란하게 된 것이 많다. 무엇보다도 그의 생물학에 질게 깔려 있는 목적론은 아직도 생물학을 괴롭히고 있다.

끝으로, 아리스토텔레스를 進化論者라고 하는 사람이 있으나 이것은 사실이 아니다. 그는 무생물에서 사람에게 이르기까지 발전의 정도에 따라 늘어놓는 「自然의 사다리」(scala naturae)를 생각했지만 낮은 단계에서 높은 단계로의 이동은 전혀 고려하고 있지 않기 때문이다.

古典科學의 終焉

아리스토텔레스를 이어 튀케이온을 맡은 제자는 테오프라스토스(Theophrastos, B.C. 372-287)였다. 그는 스승의 생물학연구를 계속했는데 아리스토텔레스가 동물학자였다면 그는 植物學者였다고 할 수 있다. 그는 수많은 식물의 種을 기재하고 분류했다. 그의 命名과 전문용어는 현대생물학에 많이 남아 있다. 그는 또한 고등식물의 생식은 性的인 성격의 것이라는 데 주목했다. 그러나 테오프라스토스는 목적론을 배격하고, 과학자는 기술에서 관찰되는 과정에 의해 자연현상을 설명해야 한다고 주장했다.

테오프라스토스 다음에는 스트라톤(Straton)이 튀케이온을 대표했다. 스트라톤은 관찰을 넘어 실험까지 했던 것 같다. 그는 나무조각을 가열

하기 전후해서 무게를 재고 만들어진 숲은 나무와 부피가 같으나 무게가 작음을 발견했다. 그래서 그는 나무로부터 물질이 떠나고 빈 구멍을 남겼다고 생각했다.

다른 실험에서 스트라톤은 그릇에서 부분적으로 공기를 빼면 물을 빨아올림을 보여 주었다. 그리고 이것은 불이 공기입자들 사이의 진공을 채우기 때문이라고 했다. 그는 모든 물체가 작은 입자로 되어 있고 그 사이는 진공이라는 견해를 가졌다. 만일 이런 진공이 없으면 빛이 물이나 공기속을 통과할 수 없으며 熱도 물체에서 물체로 흐를 수 없을 것이라고 그는 주장했다.

스트라톤 이후에는 아테네에서 과학적으로 중요한 업적이 거의 나오지 않았다. 그리스과학의 중심은 알렉산드리아로 옮겨갔다. 에피쿠로스(Epikuros, B.C. 342-270)가 原子論을 부활시킨 것은 아테네에서였으나, 그는 주로 종교와 싸우기 위해 원자론을 이용했다.

貧弱한 技術

현대를 빼놓고 과학과 기술이 동시에 발달한 예는 거의 없다. 그리스에서 과학이 찬란했다면 기술은 빈약했으리라 짐작할 수 있다. 그리스技術의 대표적인 것은 寺院건축, 造船, 수도가설 등이다. 그리스의 건축은 예술적으로 호평을 받고 있었으나 기술적으로는 우수하다고 보기 어려웠다. 건축물은 주로 사원이 많았는데, 벽과 기둥과 단조로운 지붕으로 되어 있고 아퀴는 잘 쓰지 않았다. 그리스는 沿岸國이어서 조선에도 힘썼다. 호메로스배(Homeric Ship)는 이집트나 북유럽의 배와는 다른 독특한 것이었다. 그리고 도시들이 水源地에서 멀리 있었으므로 수도를 가설했으나 그 기술은 원시적인 것이었다.

그리스의 기술은 늘 소규모였고 복잡한 문제가 없었으므로 원시적 방법으로도 충분했다. 기술적인 관점에서 볼 때 그리스사람들의 업적은 보잘 것이 없었다. 그러나 그리스에서 크게 발전한 수학과 역학은 공학의 시작에 있어 그 기초를 만들어 주었다고 말할 수 있다.