

한편 당시의 치료기술에 대해 언급한다면, 항생제는 아직 개발되어 있지 않았고, 설파제나 안티독신 같은 약품이 성과를 거두었던 질환은 법정전염병 중에서 성홍열이나 티프테리아 정도에 국한되었을 뿐이다. 그것도 의료근접도가 낮은 한국인에 있어서는 그다지 효과를 발휘하지 못했다.

급성전염병의 치명율을 각 질환별로 보면 다음과 같다.

- ① 치명율이 감소되고 있는 것 : 赤痢, 성홍열, 파라티푸스, 디프테리아(이상 한·일인), 장티푸스(일본인)
- ② 치명율의 증감을 말할 수 없는 것 : 콜레라, 천연두, 유행성뇌척수막염, 발진티푸스(이상 한·일인), 장티푸스(한인)

여기서 장티푸스질환 치명율의 경우에는 한국인의 치명율이 일반적으로 더 낮다. 이 점은 미생물과 숙주 요인에 보다 큰 설득력을 제공해 준다.

각 질환별로 볼 때 그 추이는 앞에서 말한 전체 급성전염병처럼 한·일인 간의 차가 뚜렷하고 비슷한 궤적을 보여주고 있다.

Ⅲ. 일제하 한국인의 사망양상, 사망율에 관한 한 접근

일제하 법정급성전염병에서의 치명율 저하를 보았다. 여기서 나타난 미생물-숙주 관계는 다른 미생물성 질환에 비슷하게 적용될 수 있을 것이다.

일제하 전체 사망율 중 미생물성 질환이 차지하는 비율은 꽤 높다. 1933년의 예를 보면 한국 내 일본인들에 있어 전염병(모든 미생물성 전염병이 아닌 급성전염병에 결핵을 합친 것)이 435명/10만으로 전체 사인 중 1위를 차지하고 있다. 여기에 다른 미생물성 질환까지 합한다면 그 비율은 훨씬 높아질 것이다. 일제하 한국인에 있어 전염병 사망율이 한국 내 일인보다 무척 낮을 때(1933년, 156명/10만) 이는 제출상의 문제에 기인한다. 따라서 이 통계를 신빙할 수가 없다. 아마 실제로는 경제, 영양상태, 환경위생상태가 한국 내 일본인보다 열악했기 때문에 실제로는

훨씬 높을 것이다.

이렇게 볼 때, 일제시대에 있어 한국인의 조 사망율 저하를 미생물성 감염성 질환의 저하에서 그 원인을 찾을 수 있고, 급성전염병에서의 치명율 저하는 감염성질환에도 비슷하게 적용되었으리라고 본다. 급성전염병에서의 치명율 저하는 미생물-숙주간의 자연사적인 관계에 주된 요인이 있었음은 앞에서 논한 바와 같다. 여기에 콜레라나 천연두 같은 예방보건사업이 약간의 기여를 했을 것이다.

Stephen Hales의 *Vegetable Statics*에 대한 고찰

서울大 大學院 송 위 진

I. 서 론

18세기 과학사에 있어, Stephen Hales(1677—1761)가 남긴 여러 업적중 가장 중요한 것이라고 평가되어왔던 업적은 ‘고정된 공기’(fixed air)의 발견이었다. *Vegetable Statics*의 6장의 실험들로부터, Hales는 가지고 있던 탄성을 상실한 채 물체에 고정된 공기를 발견하여 이를 ‘고정된 공기’라 명명하였다. 그리고 이에 입각하여 Hales는 공기의 새로운 성질을 얻어냈다. 이제 공기의 탄성은, 18세기의 일부 기계적 철학자들이 주장했던 것처럼 공기입자가 용수철이나 쇠테가 감겨져 있는 형상을 띠기 때문에 나타나는 공기의 ‘변하지 않는 성질’(immutable property)이 아니었다. 탄성은 공기입자들이 반발력을 가지고 있을 때 나타나는 공기의 성질이었다.

이렇게 Hales는 공기의 탄성을 설명하는 과정에서 Newton과 같이 공기입자들의 반발력을 도입했을 뿐만 아니라, 그 반발력을 가지고 여러 화학현상들을 설명했기 때문에 당대의 자연철학자들은 Hales가 Newton에 의해 제시된 반발력——그 당시 자연철학자들에게는 Newton적 의미에서 ‘가설’로 받아들여졌던——을 입증했다

고 생각했다.

이와 같이 Newton주의적 물질이론의 발전에 기여를 했다고 평가받아왔던 Hales의 *Vegetable Statics*는 실제로는 물질이론 자체에 대한 논의보다는 식물의 생명현상——수액의 운동과 식물의 생성·성장——에 대한 연구를 그 목적으로 하고 있었다. 공기에 대한 논의가 다루지고 있는 6장의 실험들도 식물의 생명현상에 대한 연구과정에서 공기에 대한 연구의 필요성을 느꼈기 때문에 수행된 것이었다. 본 논문은, ‘고정된 공기’의 발견이 갖는 의미나 그것이 18세기 물질이론의 발전과정에서 차지한 역할만이 강조됨으로써 피상적으로 다루져 왔던 Hales의 생명현상에 대한 접근방식을 살펴보고자 한다. 따라서 그 동안 Newton과의 관련성이나 Hales 이후의 자연철학자들과의 관계에서만 조망되어왔던 Hales의 공기에 대한 논의도 그의 생명현상에 대한 논의와 연관시켜 살펴볼 것이다. 이러한 시도는 Hales의 입장에서 *Vegetable Statics*를 이해하는 것이 될 것이다.

II. ‘정역학적 방법’ (Statical Method)

*Vegetable Statics*라는 제목에서도 나타나듯이 Hales는 ‘정역학적 방법’을 이용하여 식물의 생명현상을 살펴보고 있었다. 그에 의하면 정역학적 방법은 자연현상에 대해 정량적인 접근을 하는 것이었다.

우리는 지혜로운 창조주가 모든 것을 만드는 과정에서 수, 무게, 수치의 정확한 비율을 관찰했다는 것을 확신한다; 따라서 관찰영역에 들어오는 창조물의 그와 같은 본성에 대해 통찰하는 데 가장 믿음만한 방법은, 계산하고 무게를 달고 정도를 측정하는 것이다.

그런데 당시 생명현상에 대한 정역학적 접근은 생명현상에 대한 정량적 고찰만을 그 내용으로 하는 것은 아니었다. 醫力學者(Iatromechanist)에 의해 사용되어왔던 정역학적 방법은 생명현상을 설명하는 데 암묵적 전제를 하고 있었다. 그 전제는 생물체에 들어오고 나가는 물질들의 양이 같다는 것이었는데, 이는 생물에 의해 흡

수된 물질의 양과 배출된 양이 같을 때 humor들이 적절한 비율을 이루기 때문에 건강이 유지된다는 Hippocrates의 의학적 입장을 반영한 것이었다.

Hales는 이러한 의역학자들의 전통에 서있었지만 생물체에 흡수되고 배설되는 물질들 전체——액체와 고체를 모두 포함한——의 양이 같다는 전제를 설정하지는 않았다. 그는 수액과 양분을 분리하여 식물체에 출입하는 수액의 양이 같다는 전제와 수액에 의해 운반되는 양분이 식물에 필요한 만큼 적절히 공급된다는 또 다른 전제를 설정하고 있었다. Hales는 이러한 전제들을 염두에 두면서 수액의 운동과 식물의 생성·성장에 대한 논의를 전개하고 있는데 다음 장들에서 그 논의들을 각각 살펴보기로 하자.

III. 수액의 운동

Hales의 시기까지의 수액의 운동에 대한 일반적인 입장은 동물의 피가 순환하는 것처럼 식물의 수액도 순환한다는 것이었다. Hales는 *Vegetable Statics*의 1장부터 4장까지의 논의에서, 흡수된 수분은 도관을 통해 상승운동을 한 후에 잎을 통해 발산된다는 수액의 ‘진행운동’(progressive motion)을 논증하고 있다.

Hales는 토양의 수분이 식물체내로 흡수되어 도관을 통과해 발산되는 메카니즘을 다음과 같이 제시하였다. i) 우선 태양의 온기에 의해 토양의 수분이 활성화되어 뿌리로 스며들고 ii) 그 스며든 수분은 모세관의 인력에 의해 식물체의 각부분으로 운반되고 iii) 그 운반된 수분은 잎에서 태양의 온기에 의해 활성화되어 잎을 통해 발산되는 것이었다. Hales에 있어 이 메카니즘을 작동시키는 기동력은 발산과 인력이었다. 모세관의 인력작용에 의해 수액이 끌어당겨지면 이 수액은 발산에 의해 상승운동을 하게되어, 지속적으로 모세관의 인력이 작용할 수 있는 공간이 만들어질 수 있었다. Hales의 수액의 운동 메카니즘은 발산이 없다면 모세관이 수액으로 가득 차게 되어 수액에 대한 인력의 작용이 효과 없어지는 것이었다.

한편 잎의 발산은 수액의 상승운동만을 일으키는 기동력이었다. 따라서 수액이 순환운동을 한다면 수액의 하강운동을 일으키는 기동력이 필요하게 되었다. Hales에 의하면 식물체에 존재하는 그와 같은 힘은 인력밖에 없었는데, 인력에 의한 하강운동은 발산에 의한 수액의 상승운동에 필적할 수 없었다. 결국 수액은 뿌리에서 잎으로 한 방향으로의 상승운동만을 할 수 밖에 없었다.

이와 같이, 진행운동을 하는 수액의 운동메카니즘을 제시하는 과정에서 Hales는 물질과 운동의 개념만을 가지고 생명현상을 설명했던 Descartes나 Boyle과 같은 기계적 철학자들과는 달리, Newton에 의해 제시된 입자들 사이의 힘까지 도입하여 수액의 운동을 ‘기계적’ 관점에서 설명하고 있었다.

Ⅳ. 식물의 생성과 성장

공기에 대한 실험을 내용으로 하고 있는 *Vegetable Staticks*의 6장에서 Hales가 얻어낸 것은 “식물과 동물의 생성과 성장에 있어 공기의 도구적인 면”이었다. 공기는 “의심할 여지없이 모세관으로 운반되고 그 곳에서 황입자들, 염입자들 그리고 다른 입자들과 친밀하게 결합되어 ‘양분을 지니고 있는 부드러운 물질’——식물의 모든 부분이 그것으로부터 성장하는——을 형성하는” 것이었다.

생명현상에서 공기의 이러한 역할은 Hales의 공기의 성질에 대한 논의로부터 이끌어진 것이었다. 공기입자들은 원래 반발력을 가지고 있는데, 강한 인력을 가진 황입자들에 이끌려 황입자들과 결합되면 가지고 있던 반발력을 잃고 인력을 갖게되는 성질을 지니고 있었다. 이때 공기입자들은 황입자들과 함께 다른 입자들을 끌어당겨 응집된 상태에 있게 되어 물체에 고정되는 것이었다. 한편 이 ‘고정된 공기’는 발효나 연소과정을 거쳐 다시 반발력을 가진 상태로 되돌아갈 수 있었다.

이러한 성질을 가진 공기입자들은 식물의 생성·성장의 과정에서 어떠한 역할을 하는가? Hales에 의하면 식물의 생성·성장이 일어나기

위해서는 수액을 통해 운반된 양분이 식물의 몸체에 섭취되어 새로운 부분을 형성시키는 것이 필요한데, 이 양분의 섭취는 양분과 식물체의 입자들이 갖는 인력의 합이 반발력의 합보다 클 때 일어나는 것이었다. 그리고 이 섭취된 양분이 固化되면 식물체의 새로운 부분이 형성되는 것이었다. 한편 이 형성된 부분에 물입자가 침투하여 그 구성입자들의 결합을 분리시키면 그 입자들의 반발력은 인력보다 커지게 된다. 그로 인해 식물체를 구성하는 입자들의 결합은 분리되고——앞서 살펴본 생성과정이 또 일어나는——새로운 부분의 형성을 위한 준비상태에 있게 되었다.

이와 같은 식물의 생성·성장메카니즘에 있어 공기입자들은 반발력과 인력을 동시에 가질 수 있기 때문에 양분과 식물체의 입자들이 갖는 인력과 반발력의 比를 변화시키는 데 영향을 끼칠 수 있었다. 따라서 공기는 “고정된 상태에 있을 때에는 [그 응집력에 의해] 물, 염, 황, 흙과 같은 식물의 여러 부분의 결합과 연결에 크게 기여하는 것이었고 탄성적 상태에 있을 때는 [그 반발력에 의해] 식물의 여러 액(juices)을 활발한 상태에 있게 하는 도구적 성격을 지닐” 수 있었다.

Hales의 이와 같은 논의는 Newton이 제시한 인력과 반발력을 모두 받아들임으로써 가능했다. 특히 그는 당대의 자연철학자들이 받아들이지 않던 반발력을 식물의 생명현상을 설명하는 데 수용함으로써 독특한 생성·성장의 메카니즘을 제시할 수 있었다. 따라서 공기의 ‘이중적 성질’을 규명한 *Vegetable Staticks* 6장의 논의는 Hales의 식물의 생성·성장에 대한 논의를 가능하게 했다는 데 그 의미가 있다.

그런데 식물의 생성·성장메카니즘을 제시하는 데에는 문제점이 있었다. 식물은 지속적으로 생성·성장하는 것이므로 한순간의 식물의 생명현상에 대한 원인을 탐구하는 것은 바로 앞의 상태에 대한 원인규명을 필요로 하였다. 따라서 식물의 한 생명현상에 대한 완전한 원인규명이 이루어지기 위해서는 원인들의 시간적, 논리적

연쇄에 대한 해명이 요구되는 것이었다.

Hales는 이러한 원인들의 연쇄에 대한 전체적인 해명의 과정에서 나타나는 난점을 회피하기 위해 자연의 조화라는 개념을 이용하였다. 자연은 조화롭기 때문에 적절한 시기에 적절한 양의 양분이 공급되는 것이었다. 그렇지만 이러한 개념의 이용이, Hales가 식물의 생명현상에 대해 결국에는 물활론적 접근을 채택한 것으로 파악될 수는 없다. Hales는 식물의 생성·성장의 일반적 상황을 Newton의 힘을 이용한 메카니즘을 통해 해명했으므로 자연의 조화도 기계적 접근을 통해 설명할 수 있다는 입장을 견지하고 있었다.

V. 결 론

Guerlac에 따르면 Newton은 생물체의 생성과정은 순전히 역학적인 작인(作因)들로는 설명할 수 없다고 생각했다. 그렇지만 Hales는 공기의 이중적 성질에 바탕한 물질이론에 의거해 식물의 생성·성장메카니즘을 제시했다. Newton 자신은 회의를 하고 있었지만, Hales는 Newton의 연구방법론과 논의를 바탕으로 식물의 생명현상을 Newton적으로 설명할 수 있게 해주는 논의를 발전시켰다. 비록 Hales가 자연의 조화라는 모호한 설명을 제시하기도 했지만, 그는 식물의 생명현상에 관한 한 Newton보다 더 Newton적이 되려고 노력했던 것이다.

Brown운동의 서술에 나타난 “Molecule” 개념의 성격 고찰

淑明女大 金 明 子

I

18세기 영국의 식물학자인 Robert Brown (1773—1858)은 1828년에 *A Brief Account of Microscopical Observations made in the Months of June, July and August, 1827, on the Particles Contained in the Pollens of*

*Plants: and on the General Existence of Active Molecules in Organic and Inorganic Bodies*라는 표제의 pamphlet에서 유체내에서의 미세한 입자들의 불규칙한 운동에 관한 관찰 결과를 보고하였다. 현재 Brownian Movement라 불리우는 이러한 현상은 19세기 초반 식물학 분야로부터 관찰된 현상이었으나, 20세기에 있어서는 물리과학 분야에서 불규칙한 분자운동이 존재한다는 증거로서 그리고 열역학 제 2법칙이 미시적 수준에서는 절대적으로 성립되는 것이 아니라는 증거로서 제시될 수 있다.

그러나 Brush에 의해 연구된 바와 같이, 1820년대 말에 발표된 Brown운동의 발견은 19세기 말의 기체 운동론의 전개와 엔트로피 법칙의 타당성에 관련된 심각한 논쟁에서 거의 언급되지 않았을 정도로 사장되었다. 결국 1905년에 이르러 Einstein이 Brown운동에 관한 첫 논문을 발표하기 시작하면서, 점성의 유체 내에서 운동하는 구형입자에 작용하는 힘의 관계식과 용해된 분자들의 삼투압에 관한 관계식을 써서 입자들의 불규칙한 운동을 설명하고, 이어서 1906년 Marian von Smoluchowski가 기체운동론으로부터의 이론적 모델을 도입하여 수학적으로 같은 결과를 얻게 되면서야 비로소 Brown운동은 이론적으로 해명되기 시작했다. 그리고 1908년부터 Jean Perrin에 의해서 Einstein의 관계식이 실험적으로 입증되는 과정을 거쳐 Brown운동은 생물과학 분야로부터 발견되어 물리과학 분야에 편입되는 결과가 되었다.

본 논문에서는 Brown운동의 발견에 관한 Robert Brown의 서술 내용에 Molecule이란 용어가 도입되어 자주 쓰인 것에 주목하여 그 개념의 성격을 살펴보고, 화학 분야에서의 Molecule 개념과의 연관성에 관해 고찰함으로써 Molecule 개념의 형성 및 수용단계에 대한 이해를 넓히고자 한다. 이 주제에 관한 관심은 다음과 같은 몇 가지 사실에 근거한다. 과학사상 생물학(biology)이란 용어는 1820년경부터 영어로 통용되기 시작하여 1830년대에 널리 선전되면서 생물과학의 관심이 종래의 자연사적 탐구로부터 생물체의 기