

시냅스 철학의 존재론적 전환*†

최 종 덕‡

시냅스의 작용을 통해서 발현되는 가소성(plasticity)의 현상을 철학적 존재론의 관점에서 재해석 할 경우, 이 논문은 인간 본성에 관한 후천성 이론과 선천성 이론 사이의 분화적 갈등구조들이 많은 부분 해결될 수 있음을 논증한다. 본 논증을 위하여 신경세포의 존재론적 차원에서 (1)새롭게 형성되는 시냅스 차원의 미시적 생성성과, (2)뇌신경세포군 차원의 거시적 가소성을 다룬다. 이러한 논거를 통해 기존의 실체론적 존재 개념으로부터 탈피하여 변화와 운동을 함의하는 그런 새로운 철학적 존재 개념을 제시한다. 필자는 이런 존재를 “발생적 존재”라고 부른다. 발생적 존재를 구체적으로 논증하기 위하여 필자는 시냅스 생성의 메커니즘 이론인 지시이론과 선택이론의 차이를 설명하며, 붕에(Bunge)가 제시한 발생적 구축주의의 적용가능성을 전개한다. 선천적 유전성 후천적 환경성이 진화론적으로 결합되어 있음을 보여주어 기존의 이원론적 지평선에서 상보적 존재론으로 전환됨을 밝힌다.

【주요어】 시냅스, 발생적 존재, 가소성, 선택이론, 구축주의

1. 시냅스 생성의 신경과학은 새로운 철학적 존재론을 함의한다.

세포 말단에서 받은 외부 신경자극은 전기신호로 바뀌고 바뀐 전기신호

* 접수완료: 2009.4.13 / 심사 및 수정완료: 2009.5.19 / 수정완성분 접수: 2009.5.25

† 이 논문은 2008년도 상지대학교 교내 연구비 지원에 의한 것임.

‡ 상지대학교 인문사회과학대학(철학) 교수, <http://eyeofphilosophy.net>

의 정보는 긴 세포축색을 따라 다음 뉴런세포 전달되면서, 뉴런세포의 기나긴 연결여행은 말단에서 중추나 뇌까지 이어진다. 그런데 이미 잘 알려진 바와 같이 연결 전후의 뉴런세포 사이 부분을 시냅스synapse라고 부른다. 신경세포의 수상돌기와 축색의 만나는 부위는 수상돌기 가지 아래 부분에 주로 위치한다. 이 부위에서 다른 축색을 만나게 된다. 축색 부위에서는 가시모양의 접합부위가 있는데 이름도 그냥 가시라고 부른다. 이 부위의 작용과 기능 그리고 기관을 시냅스라고 한다. 시냅스는 앞서 말했듯이 기존의 해부학적 존재물과 달리 생리학적 반응에 따라 일시 생성되었다가 곧 없어지거나 아니면 생성되면서 새롭게 강화되거나 등등 그 생성변화의 가능폭이 넓다.

시냅스에는 전뉴런과 이를 이어갈 다음의 후뉴런 사이에 20-50nm 간격의 미세한 틈이 있는데, 시냅스틈synapse cleft이라고 부른다. 시냅스틈을 통해 신경전달물질이 유출입하면서 뉴런과 뉴런의 연결이 이어지고 더 단단하게 되며 혹은 떨어진다. 아니면 뉴런세포의 가지들인 연결망이 모종의 원인에 의해 늘어나서 많아지거나 아니면 줄어들어 축소하게 될 수도 있다. 이런 과정이 신경정보의 전달기능을 담당한다. 시냅스간 전기화학적 유출입과 상당부분 관계있는 뉴런세포들의 비국지적 현상들은 뇌신경계의 가소성 현상으로서 이미 신경생리학자들에 의해 많은 부분 연구되어 왔다. 이러한 시냅스 연구는 생물학 전체연구 중에서 상당하고 중요한 부분을 차지하고 있으나, 여전히 밝혀진 부분이 많지 않다. 실증적 실험의 방법과 분석적 방법론의 생물학적 연구는 지속되어갈 일이지만 철학적으로도 많은 논란의 여지를 담고 있는 문제이다. 본 논문에서는 시냅스의 작용을 통해서 발현되는 가소성plasticity의 현상을 철학적 존재론의 관점에서 재해석할 경우, 인간 본성에 관한 후천성과 선천성의 분화적 갈등구조들이 많은 부분 해결될 수 있음을 보이려 했다.

신경생리학 혹은 신경심리학자들은 이러한 뇌신경계의 가소성을 뇌신경 이론의 한 현상으로 받아들이는 데서 그치고 만다. 여기서 말하는 가소성이란 기능을 상실한 뇌세포 대신에 상응하는 대체행동 기능을 유발하는 현상을 말한다. 본 논문은 신경세포의 존재론적 차원에서 (1)새롭게 형성되는

시냅스 차원의 미시적 생성성과, (2)뇌신경세포군 차원의 거시적 가소성을 다룬다. 결론부터 말하자면 시냅스의 미시적 생성과 거시적 가소성에 대한 신경과학의 연구성과를 설명함으로써¹⁾ 정지성, 국지성, 불변성 그리고 항상성으로 이미지화된 기존의 실체론적 존재 개념에서 탈피하여 변화와 운동을 함의하는 그런 새로운 철학적 존재 개념을 강조한다. 본고에서는 발생적 존재라고 부를 것이다.

본성이 우선이나 아니면 양육되어진 환경이 더 우선이나를 따지는 논쟁은 이미 아리스토텔레스 이후부터 많았다. 본성-양육 논쟁은 유전과 환경을 논쟁하는 생물학과 사회학 사이의 골 깊은 양속관계를 보였던 사회생물학 분야에서부터 데카르트를 비롯 인간의 내면적 성찰을 질문하는 철학적 인간학과 심신론 분야에 이르기까지 넓게 분포한다. 본고에서는 본성과 양육을 구획하는 기존의 이원론을 극복하려는 실험기반 논증들을 제시한다. 그 위에서 선천적 본성과 후천적 양육의 문제가 결합하여 발생학적 인간본성론이라는 철학적 논거를 세우려 한다. 겉보기에는 일원론적 심신상호론처럼 보일 수 있으나 뇌와 정신이 상호적으로 영향력을 준다는 유물론적 심신상호론이 아니라 성장하면서 본성이 환경을 대처하는 방식에 따라 본성이 후천적으로도 변성될 수 있음을 강조하는 본성변화론에 가까운 논점을 다룬다.

이는 기존의 과학적 환원주의에 종속된 초기 뇌과학이론을 비판하며 다른 각도의 인간본성론을 지향한다. 그 다른 각도의 초점은 발생학적 시각에서 본 관점을 말한다. 좀 더 구체적으로 본 논문은 뇌의 뉴런세포들 사이의 관계가 국지적이 아님을 보여줌으로써 기존의 존재 개념에서 탈피한 새로운 존재 개념을 제시하는 데 목적이 있다.

1) 여기서 설명하는 신경과학적 설명들은 철학적 사유를 위한 최소한의 내용만을 담았다. 신경과학적 설명 가운데 정설로 확고해진 교과서 수준의 내용은 인용출처를 달지 않았으며 새롭게 발표되고 있는 내용만을 출처를 달았다. 인문학 독자들을 위해 생물학 내용을 최대한 풀어쓰고자 했다.

2. 신경세포 발생과 시냅스 형성은 별개의 문제다.

잘 알려진 바와 같이 뇌신경계의 발생은 수정 직후 외배엽에서 시작한다. 외배엽의 한 쪽이 두터워지면서 신경판neural plate이 형성되고, 신경판이 안쪽으로 등글게 말리듯 접히면서 신경관neural tube이 만들어진다. 신경관이 뇌 발생의 시작이다. 신경관에서 비신경계 전구세포들이 분열하면서 뇌신경세포를 왕성하게 만들어낸다. 사람의 경우 가장 왕성하게 분열될 때 1분에 약 25만개의 뉴런들이 만들어지는데, 이런 생성은 출생 전에 모두 끝이 난다. 다시 말해서 출생 이후 뇌세포는 새롭게 만들어지지 않는다는 뜻이다. 출생하면서 한번 만들어진 뇌세포는 죽을 때까지 새로운 생성이 더 이상 없다는 이론이 최근까지의 정설이다.²⁾

한번 발생한 초기 뇌세포들은 일생을 존속하는 뇌세포 수보다 많다. 결국 발생 초기 형성된 뇌세포 중에서 일부는 죽게 되어 일정수의 뇌세포가 일생을 유지한다. 그러면 어떤 세포는 죽고 어떤 세포는 살아남는지에 대한 메커니즘이 요청된다. 그 메커니즘의 하나가 세포 죽음apoptosis 프로그램이다. 유전세포 자체적으로 프로그램 된 바에 따라 일부의 세포가 스스로 죽으며 이런 죽음기전이 작용하여 우리 신경세포는 일정한 수를 유지하게 된다. 그렇다면 죽고 사는 세포의 경계조건이 무엇인지 확인해야 한다. 현재 수준으로는 신경영양요소neurotrophin를 수용하느냐 아니냐의 차이로 결정된다고 알려져 있다.

이렇게 신경세포의 수는 일정수를 유지하지만 안정화된 신경세포의 축색과 수상돌기는 끊임없이 변화하여 세포간 연결부위를 바꿀 수 있다. 다시 말해서 신경세포는 일정하더라도 시냅스는 죽을 때까지 계속 새로이 형성될 수 있다는 뜻이다. 일정수의 뇌신경세포가 예기치 않게 파괴되거나 혹은 신경세포 작용의 밀도가 변화할 경우 주변 세포 축색은 수상돌기와의

2) 그러나 이 이론도 정설일 수 없다는 반박논문이 다수 나왔으며(룩펠러 대학교의 McEwen과 Nottebohm, 프린스턴대학교의 Elisabeth Gould) 일부 신경생물학 교과서에서 뇌신경세포의 추가 발생을 쓰고 있을 정도이지만 여전히 소수 견해다. 더구나 뇌신경세포의 추가발생의 범위와 인과성은 밝혀진 상태가 아니다.

결합을 강화하거나 아니면 떼어버리거나 한다. 혹은 새로운 세포를 찾아가지뻔기를 한다. 축삭이 어디를 향하여 가지를 뻗어 가는 지의 문제는 전적으로 지향대상인 목표세포(target cell)에서 방출하는 유인물질에 의존한다. 목표세포는 신경영양요소 중 하나인 NGF를 분비하며, 분비하는 목표세포를 향해 축삭들이 뻗어가며 혹은 성장하기도 한다.³⁾

신경세포들이 분화가 완성되면 자기 자리를 잡게 된다. 이후 신경세포는 고유한 축색을 뻗어서 어떤 방향으로 자신의 축색을 성장시킨다. 그렇다면 축색은 어떻게 자신의 길을 찾아가는가? 먼저 화학적 기울기에 의해 대략의 목표를 찾아내어 그곳으로 지향한다. 화학적 기울기의 실질적 의미는 특정의 단백질 분비를 수용하느냐에 따르는 것으로 추정하지만 아직 확정된 검증이 이뤄지지 못했다. 단지 환경과의 조우, 즉 경험과 학습이 단백질 분비를 유도한다고 추측할 뿐이다. 이렇게 새로운 경험과 학습이 누적되면서 축삭의 가지뻗기가 진행된다. 가지뻗기는 시냅스 연결을 목표로 하며, 시냅스의 활동을 가장 잘 보여주는 사례가 바로 기억이다.

기억에는 학습누적을 통하여 서술적으로 재현할 수 있는 외현기억과 서술할 수 없으나 무의식으로 남아있는 암묵기억이 있다. 외현기억과 암묵기억에 관계없이 축삭과 다른 세포의 무수히 많은 신경돌기와의 결합부위인 시냅스의 강화작용이 일어날 때 장기기억이 가능해진다. 장기기억과 단기기억의 차이는 앞서 말한 시냅스의 시냅스틈을 통해 신경전달물질이 유출입하면서 뉴런과 뉴런의 연결이 이어지고 더 단단하게 되며 아니면 떨어지거나의 차이에서 온다. 혹은 모종의 원인에 의해 뉴런세포의 가지들인 연결망이 증가하거나 아니면 줄어들어 축소하게 되는 것에 따라 차이가 생기기도 한다. 전후 시냅스 부위가 단단하게 붙어서 떨어지지 않게 될 경우를 우리는 장기기억이라고 한다. 반면 단기기억이란 시냅스의 그 접합부위가 오래 붙어있지 못하여 시냅스 활동의 반복성이 취약해지면 기억의 한계를 보인다. 이를 우리는 단기기억이라고 한다.

학습의 중요한 요소는 단기기억의 메커니즘을 반복하여 장기기억으로

3) Kalat(1998), chap.5

전환하는 과정을 말한다. 또한 장기기억은 관련 뉴런세포들의 가지들의 양이 늘어날 경우 더 쉽게 이루어질 수 있다. 아기가 태어난 이후 아기의 신경세포의 수는 증가하지 않지만 그 시냅스 가지들의 분포는 확장될 수 있기 때문에 후천적 학습이 가능해진다. 후천적 학습의 누적은 곧 후천적 본성으로 연결될 수 있기 때문에 시냅스의 확장은 중요한 의미를 갖는다.⁴⁾

실증의 사례로서 뇌의 물리적 손상 때문에 원래 축색이 망실된 경우를 생각해보자. 뇌손상으로 인한 신경세포의 재생은 앞서 말했듯이 불가능하다. 그러나 손상되지 않았으며 주변에 위치한 기존 신경세포들이 망실된 신경세포의 기능을 대신하는 새로운 가지뻗기가 가능하다. 뇌손상으로 인해 해당부위가 원래 담당했던 기능을 할 수 없게 되었지만 그 대신 다른 기능적 활동이 활발해 질 수 있다. 혹은 주변의 신경세포 축색들이 손상당한 신경세포 부위의 기능을 대신할 수도 있다. 다른 사례로서 재활훈련 등의 경험으로 인해 일부 시냅스가 강화되기도 하지만, 반면 사용하지 않는 시냅스들은 퇴화하기도 한다. 이런 상황을 우리는 앞서 신경세포의 가소성이라고 말했다.

신경세포는 선천적으로 일정하게 주어진 존재이지만 신경세포의 시냅스의 지향성 그리고 축삭의 기울기 등에 의한 가지뻗기 즉 길찾기 과정 등은 경험에 의한 후천성이 매우 중요함을 함의한다. 물론 세포 하나에 하나뿐인 축색 자체는 당연히 재생되지 않는다.⁵⁾ 포유류 중추신경계 축색은 보통 1-2mm 정도 자랄 뿐 더 이상의 재생은 없다.⁶⁾ 신경세포의 축색은 재생이 안 되지만 그 대신 주변의 신경세포가 유사한 기능을 대신해주게 되는 놀라운 대체작용이 일어난다. 뇌손상에 의해 해당 축삭이 망가지면 주변세포에서 수용체 도파민 수용기 반응이 전과 다르게 매우 민감하게 반응하여 대체 기능을 시도하는 것도 그 한 예이다. 결국 신경세포 발생과 시냅스

4) Kalat(1998), chap.13

5) 중추신경계가 아닌 말단신경세포에서는 축색도 재생한다.

6) 현재로는 왜 1-2mm 정도 자라고 멈추는 이유를 밝히지 못하고 있다. 추측컨대 축색 성장을 저해하는 화학물질을 합성하는 작용이 일어나는데, 축색을 싸고 있는 미에린 수초가 축색성장 억제단백질을 분비하는 것으로 추측한다.

형성은 별개의 문제다.

3. 지시이론과 선택이론은 상호보완적이다.

신경세포가 안착하고 축색의 가지뻗기가 종료되면 시냅스의 연결이 급격하게 활성화된다. 세포의 죽음기전에 따라 세포의 수가 안정화되면서 시냅스의 수량도 역시 조절된다. 시냅스의 수가 최대일 때가 2살 정도라고 하지만 확실하지 않다. 그러나 성장하면서 시냅스는 현재 논쟁 중에 있는 2가지 방식으로 조절된다. 한 방식은 선택이론이며 다른 방식은 지시이론이다. 두 이론은 논쟁 중이지만 시냅스 관련 최고의 신경생물학자인 조지프 르두는 두 방식이 적절히 결합하여 시냅스 조절이 이루어진다고 강조한다.⁷⁾

시냅스의 수는 이미 많은 수가 존재하여 시냅스의 연결부위를 정착하는 발생프로그램이 작동된다. 시냅스의 가능수는 이미 존재하였고 필요/불필요 혹은 적응/부적응의 기준에 의하여 필요한 것은 살아남고 불필요한 것은 없어져서 성인의 시냅스 구조가 형성된다는 이론이다. 이러한 시냅스 조절방식 이론을 선택이론이라고 부른다. 활용도가 높은 것은 존속하고 그렇지 못한 것 즉 사용하지 않는 기능의 시냅스는 도태된다는 다윈의 선택이론에 유비한 방식이다. 이런 시냅스 선택이론은 강력한 실증근거를 유지하고 있었지만 논리적 난관을 함축하고 있었다. 모든 것을 이미 다 구비하고 있었어야 한다는 철학적 선택존재론과 비슷한 구조를 지니고 있기 때문이다. 모든 것을 이미 구비하고 있는 것 중에서 살릴 것은 살리고 죽일 것은 죽인다는 논리와 유사하다. 그 논리는 다윈의 자연선택 과정과 유사하다.⁸⁾ 그래서 '선택이론'이라는 이름을 붙였다. 선택이론은 시냅스의 전기화학적 과정을 상식적으로 설명할 수 있으며, 앞서 말했듯이 영양유인 물질

7) 르두(2002), Chap.4 ; “시냅스와 자아”(강봉균 옮김)라는 제목으로 번역서가 있음.

8) 최종덕(2002), 113-4

로 유도되는 목표세포 지향현상을 뒷받침할 수 있는 가능한 이론이다.

또 다른 시냅스 조절방식 이론은 지시이론이다. 지시이론이란 축색과 수용돌기 간의 연결부위가 외부 환경조건에 따라 지속적으로 생성됨으로써 매우 복잡한 시냅스 네트워크가 후천적으로 새롭게 구축된다는 입장이다. 이는 시냅스의 활동상태를 매우 창의적인 메타포로 연계하는 강점을 지닌다. 그래서 철학적으로도 많은 논의의 가능성을 제공한다. 그러나 실증적으로 여전히 풀리지 않는 문제를 안고 있다.

이런 두 이론 간의 논쟁은 철학사에서 대두된 경험론과 합리론 사이의 근대 인식론 논쟁과 유사한 측면이 있다. 빈서판tabula rasa를 강조하여 그 서판에 무엇을 쓰느냐가 인식의 조건인 경험론은 지시이론의 반영구조로 볼 수 있다. 반면 합리론의 인식구조가 생명현상의 여러 분야를 설명하는 경우가 많다.⁹⁾ 본유관념innate idea를 이미 구비하여 새로운 학습이란 없으며 단지 있었던 것을 재현할 뿐이라는 합리론은 선택이론을 반영한 구조일 수 있다.

근대인식론을 공부한 철학자들은 경험론과 합리론을 아무 의심 없이 경험을 바탕으로 한 과학주의 시각과 선천적 이성의 힘을 강조하는 시각으로 대비시켜 왔다. 이런 간단한 논리를 따른다면 생명과학의 대표적인 줄기인 면역학이나 신경과학 역시 경험론의 시각으로 보는 것이 당연할 수 있다. 물론 면역학이나 신경과학 역시 초기에는 경험론적 시각 즉 지시이론이 강세였으나 70년대 이후에는 합리론적 시각을 갖는 선택이론이 정설로 굳어진 상태다.¹⁰⁾ 매우 역설적인 생물학의 발전이지만 바로 이런 점이 생물학의 주요한 특징일 수 있다.

주체가 객체를 인식하는 경험론적 구조는 지각경험에 의존하지만 지각된 것이 곧 인식되었다는 어떤 근거도 없다. 특히 신경생리학적으로 볼 경

9) 그 대표적인 경우가 면역반응이론이다. 요철 이미지로 항원과 항체 관계를 설명하는 과거 지시이론은 폐기된 지 오래되었다. 선천적 항체생성의 원천이 선천적으로 구비되었으며 그 중에서 항원은 항체를 선택한다는 선택이론은 이미 정설이다.

10) Tauber(1997), pp.53-55

우 지각은 곧 뇌신경계의 복잡한 대응이 전제되어야 했다. 지각과 인식을 분리할 경우 ‘내가 알았던 것만을 알 수밖에 없으며 모르는 것은 여전히 모를 뿐’이라는 귀결에 이른다. 주체가 객체를 안다는 것은 결국 주체 안에 객체에 대한 정보를 이미 갖고 있어야 가능하다는 결론이 내려진다. 이런 사유는 실제로 플라톤 이전 고르기아스의 회의론적 사유구조와 동일하다. 경험론적 인식은 이미 인식된 것을 더욱 강화하여 인식의 수준을 높이는데 기여하며 인식의 적용범위를 넓히는데 기여한다는 뜻이기도 하다. 이는 경험론적 인식론의 한계라기보다는 경험론적 인식의 특징일 수 있다. 인식된 것을 더 넓히고 강화하는 것이 지각인식의 핵심이기 때문이다. 다시 말해서 우리 감각적인 상식세계에서는 그런 강화와 확대를 하는 2차 인식이 곧 인식이라고 여겨지기 때문이다.

내가 알 수 있는 것만을 오로지 알게 된다는 명제는 자칫 관념적 합리주의만을 옹호하는 기반명제로 오해될 수 있지만, 한편 나 혹은 내가 속한 종(species)의 정체성을 반영하는 중요한 논거의 출발이 될 수 있다. 개의 종은 흑백의 시력, 인간보다 10,000배 수준의 후각, 개만의 인간복종 능력 등 등으로 개의 정체성이 형성된다. 마찬가지로 인간은 뛰어난 컬러 입체적 시각에 독특한 혀와 성대의 구조, 엄지손가락과의 고리형 구조 등등으로 인간 종의 정체성이 형성되기도 한다. 다시 말해서 고도화된 이성능력의 소유자로서 진보한 인간종의 관념적 합리주의 사상체계의 허점인 선형적 사유방식은 인간종 정체성의 소산물인 생리학적 본성과 밀접하게 연관되어 있다. 그러므로 선택이론을 기존 철학의 이론인 선형주의에로만 귀착시키는 일은 이원론의 지나친 독단일 수 있다. 나아가 선천적 유전자 결정론처럼 시냅스 결정론의 방식대로 선택이론을 취급한다면 올바른 이해는 불가능할 것이다.

선택이론이 아닌 지시이론 역시 독립된 이론이 아니라 선택과정의 한 형태라고 간주해야 한다. 선택이나 지시과정이나 모두 아기의 탄생 이후 일어나는 발생계의 발생과정에 해당한다. 선택이론에서 시냅스 연결 자체가 모두 선천적으로 이미 배선되어 있다는 의미가 결코 아니다. 시냅스 배선은 고정된 것이 아니므로 주어진 시냅스 가지에서도 다양한 배선가능성

이 생길 수 있다. 따라서 선택이론에서조차도 배선 가능한 범위의 차원에서 지시이론에서 말하는 배선의 후천적 가능성의 의미를 포함하고 있다. 쉽게 말해서 지시이론이나 선택이론이나 배선과정에서는 동일한 구조를 갖는다는 뜻이다.

결국 경험과 이성의 관계처럼 지시이론과 선택이론은 보완적이다. 그래서 뇌의 지향적(혹은 의지적) 활동은 이미 존재하는 시냅스 중에서 선택과 도태를 통해 일정한 시냅스 구조를 안정화 시키면서 동시에 시냅스의 복잡성을 새로이 생성한다. 선택이론과 지시이론의 상호보완성은 종합적 방법론이기보다는 동일 사태를 다른 관점에서 바라본 결과에 지나지 않을 수 있다. 면역학에서와 같이 시냅스를 설명하는 현대 생명과학에서도 선택이론과 지시이론은 배중률적 관계가 아니라 상보적임을 강조한다.

4. 시냅스의 운동체계 즉 발생계는 고정된 불변의 존재 개념을 거부한다.

4.1 시냅스 구축가능성과 환경적응성

지시이론이건 선택이론이건 환경적 요인들, 후천적 요인들이 신경계의 활동과 기능을 지배하는 주요 요인이 된다는 점에서 같다. 지시이론은 후성적 환경에 의해 신경계의 지향 방향이 구축되어진다는 측면에서 구축주의(constructionism¹¹⁾)라고 불린다. 구축주의는 유전자 결정론을 거부하며 발생학적 새로움을 함축한다. 신경세포라고 하는 기본재료는 선천적으로 주어진 것이지만, 그 재료를 갖고 뇌의 집을 어떻게 짓느냐는 전적으로 후성적이다. 이는 구축주의의 특징이다.¹²⁾ 발생학적 구축주의에서 볼 경우,

11) 강봉균은 구성주의라고 번역했지만 철학개념과 혼동될 수 있다.(앞의 책, 155-157쪽) 의미론적으로 정체성을 구축해가는 지향성이 중요하므로 구축주의라고 번역했다.

12) 이러한 발생학적 구축주의라는 개념은 헨스 그레이(Gray, 1992)가 그의 논문 "Death of the Gene: Developmental Systems Strike Back"에서 처음으로 사용

시냅스 활동의 결과로 드러난 표현형은 후대로 이어지지 않지만, 유기체와 세포간의 관계, 유기체와 환경과의 관계 속에서 항상 새로운 방식으로 상관성이 다음 세대로 구축되어진다.¹³⁾ 발생학적 구축주의는 발생학적 구조주의(developmental structuralism)와 다르다. 구축주의는 발생가능한 미래의 최종적인 표현형을 정확히 예측할 수 없으며, 자기 세포와 외부 환경 양자에 모두 상관적이다. 반면 구조주의는 생물학적 유기체 안에 생물학적 구조가 존재하며 그 구조는 모종의 형태적인 법칙을 내재하고 있다.¹⁴⁾ 그래서 그 형태 안에 내재한 구조의 법칙을 찾을 수 있다면 발생가능한 미래의 최종적인 표현형을 정확히 예측할 수 있다. 뇌신경 시냅스의 특징은 그것이 선택이론이건 지시이론으로 발생하건 간에 관계없이 모두 발생학적 구축주의의 범주 안에 있다는 점이다. 결국 선택이론 역시 환경적 요인들이 중요하다.¹⁵⁾

앞서 말했듯이 이미 주어진 많은 것 중에서 일종의 적응과 적합도 메커니즘에 의해 어떤 부분이 선택되고 다른 부분은 도태된다는 것이 선택이론의 핵심이다. 이런 논리가 가능하려면 다윈의 자연선택 이론과 마찬가지로 아래의 사항을 만족해야 한다.

- (1) 안정화된 뉴런세포 수보다 탄생 직후 초기의 뉴런세포 수가 훨씬 많아야 한다.
- (2) 적합도 기준을 통과하여 살아남은 뉴런세포와 시냅스들은 다 환경 요인에 대하여 적응진화된 소산물이라는 점이다.
- (3) 사용하지 않거나 환경요인에 대하여 적응적이지 못한 시냅스들은 퇴화한다.

지시이론은 당연히 새로운 기능을 갖는 시냅스의 새로운 구축가능성

했다.

13) Mahner/Bunge(1997), p.299

14) Mahner/Bunge(1997), pp.294-297

15) 최중덕(2008) 25, 필자의 다른 논문 “생물학과 의학의 상관성”(2008)에서 이 용어변역을 ‘구성주의’라고 했으나, 이는 본인의 실수이며 본 논문에서 제시한 ‘구축주의’가 타당하다.

을 강조하는 측면이 있지만, 선택이론 역시 시냅스의 새로운 발생적 구축을 긍정한다. 선택과 적응의 과정은 시냅스의 다양성을 제공하는 기본적인 메커니즘이다. 이제 중요한 것은 지시이론이건 선택이론이건 시냅스의 구축가능성과 다양한 환경적응성을 보인다는 점이다. 그렇다면 구체적으로 구축가능성과 환경적응성을 가능하게 하는 시냅스의 미시적 작용을 살펴볼 필요가 있다.

4.2 시냅스의 미시적 작용

뉴런세포는 외부자극을 받고 반응을 적절하게 하도록 하는 기능이 기본이다. 물론 척수와 뇌에서 반응을 담당하지만, 그 반응의 방식은 약간 다르다. 표층 뉴런세포들은 최초의 외부자극을 받아들여 척수나 뇌로 정보를 이동시킨다. 세포는 외부의 물리적 자극을 전기신호로 바꾸어 축색을 통해 다음 뉴런세포로 전달한다. 축색을 통해 이동하는 정보는 최대한 빠르고 정보손실 없이 이동해야 하므로 축색은 특별한 전기 전도장치를 갖고 있어야 하며 또한 시냅스의 축axon은 특수한 화학적 수용장치를 갖고 있어야 한다. 예를 들어 기린의 경우, 발바닥의 신호가 척수까지 전달되려면 좀 더 긴 축색이 필요할 것으로 추측할 수 있다. 이렇게 물리적 충격을 척수까지 전달하는 축색은 길어야 하지만, 생각하고 판단하고 예측하거나 감정을 표현하는 대뇌의 축색들은 길 필요가 없다.¹⁶⁾ 통합적이고 종합적인 판단과 사고를 필요로 하는 뇌신경세포들은 그 축색의 길이보다는 축색 사이, 시냅스의 아주 복잡한 네트워크가 더 중요하기 때문이다.

시냅스의 네트워크 즉 정보를 전달하는 전시냅스에서 정보를 받아들이는 후시냅스 사이의 관계들은 일의적이지 않으며 항상적이지도 않다. 다시 말해서 상황에 따라 변화의 정도가 많아서 시냅스를 다른 신체기관처럼 해부학적으로 고정시켜 묘사하는 일은 불가능하다. 바로 이 점 때문에 시냅스의 존재론은 기존의 실체론적 존재론과 전혀 다르게 나타난다. 시냅스의 생성과 구축은 외부환경의 자극에 따라 원리적으로는 무한히 가능하다. 항

16) Kalat(1998), chap.3

상 새로운 것이 생기며 이들 사이에서 새로운 네트워크를 형성하며, 바로 이런 특성 때문에 인간의 창의적 사유와 행동이 발현된다. 다시 말하거나와 시냅스는 고정된 해부학적 형태로 남아있는 것이 아니다. 이미 앞서 말했듯이 일상의 일회적인 사유 및 운동행위는 곧 기억에서 사라지는데, 그 이유는 일시 기억의 시냅스 연결을 수행한 해당 시냅스 네트워크를 해부학적 형태로 고정시킬 수 없기 때문이다. 그러나 반복을 하고 연습을 하면 이 생리학적 시냅스는 해부학적 시냅스로 정착된다. 결국 반복이 제일 중요한 시냅스 보존 및 강화의 메커니즘이다. 그렇다면 시냅스의 강화 및 손실을 유도하는 화학적 미시작용을 더 살펴본다.

4.3 시냅스의 화학적 과정

뉴런세포 말단에는 미토콘드리아와 함께 다음 단계 뉴런세포로 정보를 전달해 줄 일종의 화학적 신경전달물질이 분포되어 있다. 이 신경전달물질들은 일종의 주머니synaptic vesicle에 쌓인 채, 전후 세포들 사이인 시냅스 틈으로 빠져나간다.¹⁷⁾ 시냅스 틈으로 주머니 단위로 빠져나간 화학물질은 다음에 연결될 후시냅스 세포로 유입하거나 혹은 전시냅스로 회귀하는 등의 신경정보 이동이 이루어진다. 그래서 정보전달의 메커니즘은 전시냅스 세포에서 시냅스틈으로 신경전달물질을 방출하면 이 방출된exocytosis 물질이 (1)어느 것은 다음 단계 후시냅스 세포로 유입endocytosis되고¹⁸⁾ (2) 어느 것은 전시냅스로 되돌아가는 역류현상도 생길 수 있으며 (3)어느 것은 시냅스틈에서 오도가도 못하며 잠시 존속할 경우도 있다.

17) 하나의 주머니에는 한 종류의 신경전달물질만이 싸여져 있다. 대략 한 주머니에 10,000개 정도 있다고 알려져 있다. 주머니 방식으로 전달되는 신경전달물질은 주머니 단위로 옮겨진다. 주머니 단위란 일군의 전달물질이 연속적으로 배출하는 것이 아니라 주머니에 들어갈 양, 즉 일정한 단위량 만큼씩 전달된다는 뜻이다. 이를 양자적 전달quantum release이라고 표현한다. 이 물질 역시 인지질 사이의 단백질 채널을 통해 출입이 가능하다. 주머니 방식으로 마치 대식세포를 에워싸는 방식으로 전뉴런 시냅스에서 시냅스틈으로 옮겨진다. 이를 exocytosis라고 한다.

18) 후시냅스 뉴런으로 유입하는endocytosis 방식에서도 주머니 전달방식 즉 양자적 전달방식을 취한다.

이러한 시냅스 현상은 100여종에 이르는 신경전달물질이 후시냅스 세포가 어떻게 수용하느냐에 따라 시냅스의 다양한 작용이 생성된다. 전시냅스 세포에서 물질을 지나치게 많이 방출하거나 혹은 후세포 단백질 채널에 맞지 않을 않아서 틈새에 신경전달물질이 초과상태로 남아 있을 경우, 원래의 전시냅스 세포 안의 소포체로 재유입할 수 있다. 이 모든 과정은 세포 밖에서 세포 안으로 들어오는 Na, Ca 양이온들과 거꾸로 세포 안에서 세포 밖으로 나가는 K, Cl 음이온의 전기적 유출입 메커니즘에 의존한다. 상호 농도를 재조절하기 위해 세포 안과 밖을 교환하는 이온물질의 농도변화가 시냅스 작용의 핵심일 수 있다. 예를 들어 항암제 등을 제외하고 현재 연구되고 있는 신약개발의 많은 사례는 시냅스의 화학적 이온농도 변화의 의미를 찾는 작업이라고 해도 과언이 아니다.

4.4 사례 1 : 신약개발을 통해 본 신경전달물질의 전달메커니즘 및 존재론적 문제점

감정 및 행동 조절 등에 관여하는 신경전달물질은 100여종에 이른다고 앞서 말했다. 전시냅스 뉴런에 의해 분비되어 다른 후시냅스 뉴런에 영향을 주는 화학물질이 곧 신경전달물질(neurotransmitter)이다. 모든 뉴런은 혈액 속에 있는 재료를 이용하여 자신의 각종 신경전달물질을 합성한다. 수용체에 결합하면서 직접적으로 이온채널을 여는 이온성 시냅스는 당연히 전달속도가 빠르다. 반면에 효소단백질의 구조변화 즉 인산화 과정을 거침으로써 단백질이 인산화되어 수용체에 달라붙는 방식으로 물질을 전달하는 간접적인 전달방식을 대사성 시냅스라고 한다.¹⁹⁾ 이를 보통 2차 메신저 효과라고 한다. 그 단백질이 바로 채널을 열어 물질을 유입하는 주체인 단백질이다. 결국 그 단백질의 인산화 과정이 생명의 핵심이라고 할 정

19) 그 전달속도에 따라 fast전달 혹은 slow전달이라고 말한다. 신경전달물질 대부분은 slow 방식으로 전달되며 그 대표적인 것이 아세틸콜린이다. 빠른 전달은 물질이 수용체에 결합하여 직접 이온채널을 열기 때문에 그 전달속도가 빠르다. 이를 이온성 효과(ionotropic effect)라고 한다. 반면 느린 전달이란 대사성 효과로서 몇 단계의 중간과정을 거친다.

도로 매우 중요하다. 다시 말해서 인산화 과정, 더 넓게는 신호전달체계의 2차전달자의 기능과 효과를 인지하는 것은 시냅스 기능을 이해하는 중요한 한 요인이다.

그 한 사례로서 G단백질이 있는데, G단백질은 GTP 결합단백질이다. G단백질은 보통 펩티드 계열 P 3개 중에서 2개만 붙어 있다가 1개의 P가 더 붙어 3개가 될 때 비로소 인산기가 결합하는 조건이 되도록 자기변화한다. 이런 조건에 문제가 생긴다면 그것은 곧 질병을 의미한다. 이런 이상상태 즉 인산화의 이상상태를 외부 약물로 조절해주면 질병이 나올 수 있다는 기본개념이 바로 현대 신약개발의 핵심이다. 다른 예를 들면, 도파민 등의 물질은 세포체에서 만들어져 축색 말단에서 주머니 형태로 뉴런세포 밖으로 방출하여 간접적으로 느린 시냅스를 거치고 이후 곧 활성화를 멈추게 된다. 이 과정에서 길항제antagonist나 효능제agonist등이 관여하면 물질의 전달과정에 영향을 줄 것이다.²⁰⁾ 이런 과정을 제어만 할 수 있다면 비만이나 당뇨, 고혈압 등의 신약을 개발할 수 있다는 신념이 현대 제약계의 일반이다. 당뇨 혹은 고혈압 약 외에도, 파킨슨병이나 많은 대부분의 질병치료를 위한 신약개발은 이런 방식의 시냅스 채널 개폐와 연관한다.

시냅스 화학작용의 전모가 밝혀진다면 아마도 대부분의 질병을 치료할 수 있을 정도로 시냅스 작용은 인체 생명기능에서 광범위하게 영향을 미친다. 불행하게도 인간의 이성만 그 광범위한 영향력을 예측할 수 없다. 시냅스 작용은 매우 다층적이며 중합적이어서 현재 수준의 실험과학으로 파악하기 힘들기 때문이다. 그래서 단일 질병을 유발하는 시냅스의 단일한 화학작용이 일대일 대응되는 것은 찾는 일은 불가능에 가깝다. 또한 그렇게 일대일 대응 자체가 원천적으로 존재할 수 없을지 모른다. 시냅스의 발생학적 구축주의의 성격 때문에 그렇다.

다시 말해서 발생학적 구축주의는 다음의 인과적 특성을 지닌다.

- (1) 전단계 요소(사태)와 후단계 요소(사태) 사이의 인과성은 존재하지만 후단계 결과를 통해 전단계 원인을 밝혀낼 수 없는 자연의 상

20) Kalat(1998), chap.3

황이다.

- (2) 전단계 요소는 후단계 요소를 발생시키는데 일조했지만 후단계 요소의 발생원인이 전단계 요소에 국한하는 것은 아니다. 다시 말해서 전단계 요소 외에 다른 요소들이 추가적으로 영향을 주어 후단계 결과를 발생하는데 숨은 역할을 했다.
- (3) 전단계 요소가 특정한 기능을 하지 않은 것처럼 보여도, 즉 전단계 사태에서 모종의 단백질 효소나 전기화학적 신호가 없었는데도 불구하고 시간이 경과함에 따라 자동적으로 후단계 요소가 결과로 발생했을 것으로도 추측할 수 있다.
- (4) 전단계 요소와 후단계 요소 사이에서 발생학적 인과성이 찾아진다고 해도 그 인과성은 항상적이지 않다. 다시 말해서 주변의 요소(사태)의 변화에 따라 해당 인과성은 변할 수 있다.

결국 특정 질병을 일으키는 특정의 이온 농도를 조절하여 해당 질병을 치료하는 효과를 밝힌다고 해도 특정의 이온농도 변화는 해당 효과를 산출하는 동시에 예측할 수 없었던 다른(혹은 복수의 다른) 효과, 즉 부작용을 일으키게 된다. 신약개발이란 단일 약물에 단일 효과를 산출해야만 비로소 의미가 있다. 바로 이런 점 때문에 신약개발이 어려운 것이다. 거꾸로 말하면 시냅스의 활성화는 항상적이고 고정된 존재론의 틀에서 벗어나야만 된다는 결론에 이른다. 이런 새로운 존재론을 수용할 경우, 그 경우에만 신약개발과 같은 현실적 효용성도 높아진다.

4.5 사례 2 : 중독현상의 시냅스- 내부 신경계와 외부 심리적 여건은 상보적이다.

중독이란 뉴런 세포간 신경전달시스템에서 일어나는 시냅스가 강화된 증상이다. 시냅스의 강화란 세로토닌과 같은 신경전달물질이 수용기에 붙는 대신 그 자리에 유사한 결합조직을 갖는 중독물질이 결합하기 때문에 생기는 현상이다. 대리결합은 중독물질의 화학적 분자구조에서 매우 유사함 때문에 발생한다. 이렇게 동일한 수용기에 흡수되어 심리 및 행동의 이상현상을 보이는 물질을 내인성 물질이라고 한다. 중독강화에는 이처럼 내인성 물질이 있고, 신경전달물질 조절에 문제가 생기는 방출량 조절 오류에

따른 물질이 있다.

예를 들어 암페타민은 시냅스 말단에서 도파민 분비(방출)를 급히 증가시킨다. 이는 과도흥분, 기민함, 기분고조, 피로감소 등 나아가 일종의 최면적 자기 환희 상태에 빠지게 한다. 그러나 지나친 도파민 분비의 지속은 심각한 조절능력상실로 연결된다. 사람들이 잘 아는 코카인 역시 도파민 분비와 관계하는데 이 약물 역시 흥분상태 지속과 기민성을 과잉 유지하도록 한다. 코카인 약물은 재유입endocytosis을 막아서 시냅스틈cleft에 도파민 등의 신경전달물질을 계속 머물도록 하여 흥분상태를 유지하게 된다. 도파민, 노르에페네프린, 세로토닌 등의 물질 재흡수 방해는 결국 역되먹임negative feedback을 자극하여 나중에는 아주 우울한 상태로 들어간다. 이는 심각한 부작용을 유발한다.

나아가 모르핀, 헤로인 등의 아편계 약물은 엔돌핀 시냅스를 자극한다. 모르핀은 엔돌핀이 결합할 수용기에 대신 결합하는 경우이다. 원래 엔돌핀은 GABA 시냅스를 억제하는 작용을 하고 GABA는 도파민 억제작용을 하는데, 그래서 엔돌핀의 분비는 도파민의 분비를 유도한다. 엔돌핀이 결합하는 수용체는 온 몸에 다 퍼져있다. 엔돌핀 대신에 약물이 결합하면 우리 몸에서 엔돌핀과 같은 효과와 현상이 생긴다. 문제는 이는 시냅스 강화작용을 일으켜 계속 동일 약물에 의한 결합을 하게 된다. LSD도 세로토닌 수용체 대신 결합하여 감각/지각을 왜곡하는 대표적인 약물이다.

이는 자발적인 즐거움 대신에 외부약물에 의한 과잉 흥분상태를 지속하게 한다. 혹은 자발적인 좋은 감정이 장기간 결핍되었을 때 외부약물의 의존도를 높이는 경우도 있다. 이를 방지하고 예방하기 위하여 어릴 때부터 즐겁고 행복한 감정을 연습해야 한다. 이는 우리 사회가 총체적으로 책임져야 할 부분으로서 사회가 경쟁과 분노로 가득 찰 때 개인적 중독현상의 비율은 급속히 상승하게 된다. 특히 청소년 약물중독은 개인 차원에서 모두 해결되는 것은 아니지만 가정 안에서 즐거움과 행복을 아이에게 가져다주는 부모와 집안의 환경이 조성됨으로써 자연 치유될 수 있다. 달리 표현한다면, 개인 차원에서 수용기에 결합하는 도파민 물질의 정상적 분비를 가져오는 일상적 행복과 만족감은 결국 외부물질에 의한 대체결합을 불필

요하게 하거나 악화시켜 치료가 가능할 수 있다.²¹⁾ 예를 들어 부모와 가정이 지켜야할 배려와 사랑이며, 그리고 약육강식의 치열한 경쟁이 아닌 평등정신 등은 곧 사회문화적 환경을 의미한다.²²⁾ 다시 말해서 선천요인과 환경요인이 긴밀하게 상호적이라는 것을 의미한다. 바로 이 점은 시냅스의 존재론적 전환을 이해하는데서 시작한다.

물론 선천적인 심리공항이나 자폐 장애를 겪는 경우, 선천적 유전장애를 극복하는 프로그램이 우선이다. 환경요인만이 충분조건이라는 주장이 아니라 환경요인과 선천요인이 중첩되어 표현형으로 나타난다는 것이 발달 구축주의의 기본입장이라는 것은 이미 앞서 말했다. 그러나 선천적 신경세포 결정론의 허구를 수정해야 한다. 예를 들어 자폐아의 경우 전세계적으로 그 아동수가 급격히 증가하고 있다. 현재 전세계적으로 150명당 1명이 자폐증 판정을 받았을 정도로 그 상황은 심각하다. 더욱이 미국이나 한국처럼 인간소외가 상대적으로 심한 자본주의 국가에서의 증가율은 더 높다. 더욱 중요한 문제는 과거보다 훨씬 많은 비율로 그 자폐아 증가의 폭이 커지고 있다는 점이다. 단순 뇌신경계의 유전자적 결정론에 의한 것이라면 자폐아 수가 많은 것을 이해할 수 있지만, 과거와 비교할 수 없을 정도로 증가 비율이 급증한다는 점을 이해하기 어렵다.²³⁾ 이는 곧 문화사회적 상

21) 외부물질은 아니지만 시냅스 강화의 동일한 메커니즘을 보이는 어린이의 인터넷게임 중독현상(어른도 동일함)도 마찬가지다. 이런 중독현상은 만족감과 행복감을 정상 감정에서 찾지 못하는 기간이 지속될 때 아이는 주의력 결핍현상이 온다. 이런 일상의 주의력 결핍현상은 ADHS (주의력 결핍 및 과잉 행동 장애; Attention Deficit Hyperactivity Disorder) 와 같이 신체의 병적인 증상은 아니지만 자기의 만족감과 행복감 결여에서 유발한 것이므로 외부약물에 의한 중독 증세를 유발시킬 가능성이 매우 높다.

중독증 가능성이 높은 아이들은 오히려 집중도 있는 아이로 변신시킬 가능성도 따라 높다. 다시 말해서 중독증에 잘 빠지는 사람은 그 반대로 집중력이 높을 수 있다는 점이다. 그 사례로서 남녀 차이에 따르는 중독성과 집중성의 차이를 관찰하면 흥미로운 결과를 얻을 수 있다. 다양한 연구 성과에 의하면 성차에 의한 중독증 차이가 분명하다고 보고된다. 보통 남성이 여성보다 중독증에 잘 빠지는데, 아직 그 정확한 원인을 모른다. 어쨌든 중독증 현상은 집중력 현상과 매우 밀접하게 연관한다는 사실이다.

22) 바우어(2006), pp.53-55

관성 즉 환경의 영향력이 크다는 것을 입증한다.

유아, 청소년의 경우 문제해결을 위한 과정에서 주위사람들의(주로 부모나 교사) 배려나 독려, 칭찬 등을 얻지 못하는 상황들이 누적될 경우, 이후 성취도를 느끼지 못하거나 아예 문제해결 시도 자체를 거부하는 경우가 잦아진다. 이는 집중력을 방산하게 하는 습관에 빠지게 할 수 있다. 이 경우 아주 쉽게 외부 요인에 의한(약물에 의한 물질중독 혹은 도박이나 게임처럼 심리중독; 이는 둘 다 시냅스 강화 메커니즘이 같다) 중독 증세에 쉽게 노출된다. 거꾸로 (정도의 차이일 뿐, 어른도 마찬가지지만) 아이들로 하여금 만족감과 성취감을 느끼도록 칭찬과 배려 사랑과 관심을 보인다면 그 아이는 중독증에 빠지지 않을뿐더러 집중력도 매우 높아지는 결과에 이른다. 이렇게 되면 중독증 환자가 오히려 집중력을 요구하는 최고의 과학자로 변신할 수 있거나, 존경받는 경지의 예술가로 승화할 수 있거나, 사랑을 베푸는 존경스런 사회봉사가로 바뀔 수 있다는 점이다. 이런 사실은 단지 윤리규범으로 짜 맞춘 억지추향의 덕담이 아니라, 모두 자연의 섭리이기도 한 시냅스 구축 기능 메커니즘에 기인한다.

5. 유전요인과 환경요인은 상보적이다

- 발생학적 구축주의

세포생성 및 작용기능과 관련하여 유전과 환경의 두 요인은 시간적으로 그리고 공간적으로 긴밀하게 상호작용하기 때문에, 두 요인 중 어느 것이 더 우선이라는 기존의 논의는 불필요하게 된다. 예를 들어 뉴런세포의 분화과정을 살펴보자. 배아발생 이후 세포는 각각의 기능에 따라 분화한다. 이를 연구하는 일은 발생생물학의 기본이다. 세포가 분리하면 각각 분화과

23) The Center for Autism 홈페이지 <http://www.thecenterforautism.org> 에 의하면 미국 내 자폐증 아동이 150만 명이며, 해마다 10%에서 최고 17%까지 증가한다고 한다.

정을 거친다. 이런 분화과정을 거친 다른 뉴런세포들은 서로 다른 신경전달물질을 만드는 다른 신경세포가 되는 이유다. 그런데 그 분화과정은 물론 유전자에 새겨진 방향으로 가는 것이지만 그렇다고 해서 고정된 길만을 가는 것은 아니다. 예를 들어 분화 이전 뇌신경세포를 다른 뇌 부위에 이식하면 최초 프로그램 된 세포의 기능으로 발현하는 것이 아니라 이식된 위치에 있는 원래의 기능을 따라 가는 경우가 있다. 혹은 악어의 알처럼 외부 온도에 의해 암컷과 수컷이 갈려지는 외기온도에 의존하는 발생학적 상관성도 많다. 결국 세포의 최종형태는 유전자에 의해 고정된 것이 아니라 국소적 환경에 따라 변경이 가능하다는 점이다. 물론 이런 형태변화는 어린 세포에서나 가능하다는 것은 당연한 일이다. 국소환경 즉 국소적 화학적 환경에 의해 특징이 발현된다는 환경의존적 성격을 보여준다. 세포 분화 시 유전적 요인과 환경적 요인은 서로 맞닿아있다.

시냅스는 인간이 경험하고 무언가를 기억하거나 새로운 호기심을 발동하면서 언제든지 항상 새로운 구축을 하게 된다. 이 점에서 후천적 경험은 하나의 외적 경험으로 끝나는 것이 아니라 신경계 내에서 새로운 시냅스 형성으로 각인되는 것이다.²⁴⁾ 결국 시냅스 활동에 대한 철학적 의미는 환경과 유전, 후천성과 선천성 그리고 양육과 본성이 상호 모순적이거나 배충물적인 관계가 아니라 상호 상관적 측면이라는 점이다. 이는 곧 시냅스의 활성화 과정에서 존재론적 전환의 의미가 함축되었음을 알 수 있다. 여기서 존재론적 전환이라는 뜻은 주어진 존재 자체가 존재의 본질을 구성하는 것이라기보다는 존재는 주어진 것이며 동시에 그 스스로 발달성을 내포하고 있다는 점이다. 이를 필자는 발생 존재라고 말하고 싶다. 정확히 말하자면 구축주의적 존재라고 해야겠지만, 표현상의 딱딱함 때문에 발생 존재라는 표현으로 대신한다. 발생 존재는 오야마가 말했듯이 발생계에서 발생

24) 그래서 일상적인 호기심은 신경성 건강에 매우 유리하다. 일부러라도 새로운 것에 대한 도전을 잃지 않는 마음을 유지한다면 노인성 의욕 상실감, 쉽게 포기하는 마음, 우울증적 도피성 증상을 탈피하여 신체건강에 큰 도움이 된다. 의욕을 갖고 새로움에 도전하라는 등의 덕담은 단순한 격언이나 독려의 말이 아니라 세포해부학적 증거를 갖고 있는 경험론적 근거에서 재조명해야 한다.

하는 유기체 존재 일반을 의미한다. 이러한 구축주의 존재의 대표적인 양상이 시냅스임을 검토한 것이 바로 본 논문의 결론이다.

그러나 기존의 존재론의 관점에서 볼 경우, 구축주의 존재론은 존재론 자체의 의미를 획득할 수 없다고 생물철학 전반을 잘 정리해준 붕에 교수는 말하고 있다. 구축주의 존재의 의미를 가장 많이 피력하는 학자로서 그레이 교수를 들곤 하는데,²⁵⁾ 붕에는 그레이의 발생학적 구축의 양상을 존재론에 접목시키는 일을 비판하고 있다. 그러나 만약 그러한 존재론이 정립될 수 있다면 플라톤 이후 또 한 명의 화이트헤드가 등장하는 것과 같다고 생각하였다.²⁶⁾ 앞서 시냅스의 존재와 기능을 통해서 실체론적 존재의 범주가 아닌 발생학적 존재론의 범주가 어떻게 가능한지 충분히 검토했다. 그렇다면 구축적 발생 존재의 특성을 요약 정리할 수 있다면 다음과 같을 것이다.

- (비가역성) 존재는 과거에서 현재로 미래로 진화론적 양상이 바뀌어 가지만 그 역은 추측할 수 없다.
- (중첩성) 외부의 환경과 내재적 요인이 중첩적으로 존재의 미래 양상에 영향을 준다.
- (내재성) 존재의 의지(혹은 내재된 운동계획)는 존재의 양상을 변화시킬 수 있다.
- (가소성) 특정 존재의 기능 혹은 정체성은 고정적으로 주어진 것이 아니라 새롭게 만들어가면서 존재의 이월이 가능하다.

이와 같은 발생 존재의 의미를 기존의 실체론적 존재론의 입장에서는 수용하기 어려울 것이다. 그러나 일선의 신경과학과 발생생물학 분야에서 통상화된 이런 발생계의 존재론적 위상은 생물학 혹은 과학 일반에서 오히려 상식적일 정도다. 여전히 일부 유전자 공학 실험에서 보듯이 우리 현대인은 불행히도 위험수위에 다다를 생명윤리의 문제점에 노출되어 있다. 여기서 문제란 과학기술 자체를 거부하는 것이 아니라 그 맹목적인 오용에

25) Griffiths/Gray(1994), p.282

26) Mahner/Bunge(1974), p.304

있다. 맹목적 오류는 인류사회의 윤리적 함정을 낳게 한다. 윤리적 함정을 만든 책임은 연구자의 실험실 운영방식이나 개인의 이해득실만의 현실윤리에만 돌리는 것이 아니라 연구자의 철학적 배경에 있다. 제비뽑기 식의 사다리타기를 하는 기분으로 실체론적 존재의 틀 속에서 보물찾기를 한다면 그런 과학 행위를 우리는 소위 유전자 결정론이라고 부른다. 유전자 결정론 혹은 신경세포 결정론 등의 브레이크 없는 과학만능주의는 단순히 윤리적인 차원에서 그 오류를 비판받고 있는 것만이 아니다. 생물학 실험을 하고 있는 일선의 과학연구임에도 불구하고 발생생물학의 새로운 철학적 존재론의 변화를 읽어내지 못한 존재론 차원의 오류를 안고 있는 것이 더 심각한 문제이다.

참고문헌

- 래두(2002), 강봉균 옮김, 『시냅스와 자아』 (Joseph LeDoux, Synaptic Self, Penguin Books, 2002)
- 바우어(2007), 이미옥 옮김, 『인간을 인간이게 하는 원칙』. (Joachim Bauer, Prinzip Menschlichkeit, Campe, 2006)
- 최종덕(2008), 「생물학과 의학의 상관성: 발생학적 신호 개념을 중심으로」, 『의철학연구』, 6집. 19-34
- 최종덕(2002), 「적응과 제한의 상보성」, 『과학철학』 5-2, 105-130
- Gray, Hens(1992), "Death of the Gene: Developmental Systems Strike Bark". In Griffins(ed.) *Trees of Life: Essays in the Philosophy of Biology*. Kluwer, Dordrecht
- Griffiths PE/Gray RD(1994), "Deveopmental Systems and Evolutionary Explanation", *Journal of Philosophy* 91: 277-304
- Kalat, J.W.(1998), *Biological Psychology*, 6th. ICP
- Lewontin, R.(1982), *Human Diversity*, Scientific American Books, Part2

- Mahner, M/ Bunge Mario(1997), *Foundations of Biophilosophy*, Springer
- Oyama, S(1985), *The Ontogeny of Information*. Cambridge Univ.
- Tauber, Alfred I/Podolsky(1997), *The Generation of Diversity*. Harvard

A Ontological Switching in the Philosophy of Neural Synapse

Jongduck Choi

Neural plasticity is the ability of neural circuits to undergo changes in function or organization due to previous activity. I'll infer a philosophical ontology from the neurobiological plasticity. In this article this could be called a "developmental entity". The developmental entity in the neuron category is a ontological Becoming extended in time and characterized by originality, adaptiveness, and realization. Here I'll describe two ontological categories; (1) developmental formations of synaptic cells (2) behavioral plasticity. I offer that Bunge's developmental constructionism could be applied to the my argument "developmental entity". To understand my argument clearly, it is important to know the relations between the Darwinian selective theory and developmental directive theory. My goal here is to argue that both theories are complementary.

[Key Word] synapse, developmental entity, plasticity, selection theory,
developmental constructionism