

민달팽이의 교미 같이 농후한

생식세포를 이용한 생물학적 동성간 자손 생성의 현재와 미래

Akey

I. 들어가며

“AxB¹ 결혼해라!” 라는 발언이 삶의 한 부분으로 자리잡고 있는 가운데 해당 커플을 소재로 한 아이 만들기 2차 창작 활동 또한 증가하고 있다. 많은 경우 이들 부부가 생물학적으로 같은 성을 가지기 때문에 대부분의 창작물에는 판타지적 요소가 개입한다. ‘매드 사이언티스트 속성을 가진 등장인물이 데려왔다’ 나 ‘초자연적인 존재가 개입했다’ 가 대표적인 상황 설정이며, 이런 여건이 만들어지지 않는 작품에서는 막연하게 ‘자고 일어났더니 옆에 있었다’ 라는 서사를 통해 사건이 진행되는 경우도 한다.

창작물에서 등장하는 생물학적 동성간

아이 만들기를 현대 과학으로 재현하는 것은 불가능하다. 가장 큰 이유는 시도라도 했다간 엄청난 법의 심판을 받기 때문인데, 생식세포를 꺼내어 배아를 만드는 행위를 비롯해 모든 인간대상연구는 일차적으로 기관위원회의 엄청난 심의를 받으므로 최소 100년 안에는 죽었다 깨어나도 이런 연구를 시작하게 해 줄 리 없다고 생각하자[2]. 생물학적 동성간 수정 가능성의 연구는 대부분 동물실험을 통해 진행되어 왔으며 현재까지 꾸준히 좋은 성과를 보여 오고 있다. 본 Review Article에서는 연구의 중요성과 간략한 역사, 그리고 예상되는 미래에 대해 소개하며 이를 서브컬처적 측면에서 분석해보고자 한다.

¹ 혹은 BxA. 커플링 연산자 x는 교환법칙이 성립하지 않는다

² 2개를 따로 세는 이유는 이들이 성별을 결정하기 때문이다. XX면 여성, XY면 남성

II. 생물학적 동성 간 생식세포 결합의 한계

인간의 생식세포에는 22+1개의 염색체가 들어 있고 정보량은 0.5이다. 두 개의 생식세포, 일반적인 경우에서 정자와 난자가 만나면 염색체가 각각 짝을 이루어 총 22쌍 + 2개²의 염색체를 가지고 정보량은 1이다. 단순히 정보량이 0.5인 두 생식세포가 결합하는 것으로 완전한 개체를 만들 수 있다면 좋겠지만 임상 및 동물실험을 통해 밝혀진 사실은 부정적이다.

정자와 정자 간의 결합은 발생에 필요한 양분이 부족해 성립할 수 없기 때문에 제외하고, 빈 난자에 정자가 들어가는 것과 같이 우연한 기회로 정자에서 유래한 유전자만을 가진 수정란은 이상발달을 일으켜 **Molecular Pregnancy**라는 일종의 암으로 변한다[3]. 분열은 하는데 배아의 형태를 갖지 않고 마구잡이로 증식하여 통제 불가능한 세포 덩어리가 되어버리는 것이다. 모든 유전자가 난자에서 유래했을 경우 중에도 따라 그 결과가 달라지는데, 많은 무척추동물과 일부 척추동물에서는 수정이 일어나 정상적인 수정란으로 발달 가능하며 이를 **Parthenogenesis**, 단성생식이라 부른다. 인간을 비롯해 일반적인 척추동물의 경우에는 유전자가 난자에서만 왔을 경우 정상적인 발달이 일어나지 않는데, 심장이 뛰는 정도까지는 발달하지만 그 이후로 더 이상 진행하지 않고 죽어버린다[4].

그러므로, 일단 법적 윤리적 문제는 넘어간다고 치더라도, 정자와 정자, 난자와 난자

간의 조합에서 각각 유전자만 빼내 수정시켜 키우려는 시도를 한다면 우리가 인간인 한은 일반적으로 실패할 수 밖에 없다. 어떻게든 과학적 방법으로 해결을 보려는 글리머는 이과생들은 생물학적으로 동성인 최애 커플이 농후한 플레이를 해도 아이 같은 건 생길 수 없다는 사실에 현실을 부정하며 난폭해질 수도 있겠지만, 누군가 그렇지 않던가. 우리는 언제나 해답을 찾을 것이라고.

III. 생식세포 개조하기: 패턴 변경

이 모든 사건의 배후에는 **Genomic Imprinting**(유전체 각인)이라는 특이한 현상이 자리잡고 있다. 멘델 유전은 기본적으로 부모에게서 온 유전자에 가중치가 없다고 가정했지만, 이후 연구에서 포유류의 유전자 중 최소 100개 이상에서 가중치가 있다는 것이 확인되었다. 유전자가 어머니에게서 왔을 때는 발현하지만 아버지에게서 왔을 때는 발현하지 않는³ 이런 특이한 성질은 성별에 따른 DNA 메틸화로 인해 염색체가 풀리지 않고 뭉치기 때문에 발생한다. 쉽게 말해 유전자가 부모 중 누구에게서 왔느냐에 따라 주석 처리가 되어 있을 수도 있고, 아닐 수도 있다는 것이다. 생명체가 제대로 발달하기 위해서는 필요한 모든 유전자가 정상적으로 작동해야 하는데, 만약 이들이 전부 한쪽 성별에서만 전달되었다면 반드시 사용해야 하는데도 주석 처리가 되어 있어 사용불능이 되어 버리기 때

³ 물론 역도 성립한다

문에 일반적으로 포유류에서는 생물학적 동성 간 자손 생성이 불가능하다고 말한다.

켜져야 할 유전자가 꺼져 있는 게 문제이니 그걸 다시 켜기만 하면 생물학적 동성이라도 아이만들기가 가능할 것이다. 주석 처리 패턴을 적절히 변경하여 유전자를 조절하면 정상적인 발달이 일어날 것이라는 발상을 가지고 실험한 결과, 2004년 난자만을 이용해 쥐 수정을 성공시켰고 성체까지 성장하는 것을 확인할 수 있었다[5]. 타겟이 되는 유전자는 **Insulin-like growth factor 2(Igf2)**와 H19로, 다른 유전자들에게 주석처리를 할 수 있는 잠재력을 가지고 있으면서 유전체 각인이 적용되는 대표적인 대상들이다. 정자에서는 Igf2가 켜져 있고 H19는 꺼져 있는 반면, 난자에서는 Igf2가 꺼져 있고 H19는 켜져 있다. 만약 우리가 난자에서 Igf2를 켜고 H19를 끈 다음 다른 난자와 수정시킨다면 원하는 목표를 이룰 수 있을 것이다. 즉 두 개의 마스터 스위치를 건드려 생식세포의 패턴을 수정하고자 하는 것이다.

실험에는 완전히 성숙한 난세포(fg: fully grown oocyte)와 미성숙한 난세포(ng: non-growing oocyte)를 사용하였다. 난자는 태어났을 때에는 미성숙한 상태로 있다가 개체가 성장하면 함께 성숙하며 패턴이 난자 고유의 것으로 바뀌기 때문에 완전히 자란 난세포는 가공에 적절하지 않다. 때문에 비교적 각인에서 자유로우며, 동시에 Igf2가 아직 켜져 있는 상태인 미성숙 난세포를 갓 태어난 쥐로부터 추출하여 사용하였다. 다음은 미성숙 난세포에서 H19를 끌 차례인데, 이 문제는 아주 단순하게

H19 유전자 일부를 삭제해버리는 것으로 해결했다. 유전자로부터 나오는 결과물이 고장나서 작동하지 않게 되므로 결국은 꺼버리는 것과 마찬가지로의 결과를 얻을 수 있다.

가공시킨 미성숙 난세포와 일반 성숙 난세포를 인위적으로 수정시킨 결과 598개 샘플 중 371개가 포배기까지 발달했고, 이를 26마리 대리모에 착상시킨 결과 28개 샘플이 완전한 발달에 성공하여 18마리는 사산, 8마리는 2주 안에 모두 사망하였고 오직 2마리만이 살아남았다. 착상 시도한 샘플의 0.6%만이 생존한 셈이라 확률 자체는 매우 낮지만, 그 중 한 마리는 성체까지 성장해 새끼를 낳는 데에도 이상이 없음이 밝혀짐으로서 난자 간 결합으로 온전한 개체를 만드는 실험은 성공했다고 볼 수 있다. 새끼를 낳은 이 쥐는 “카구야” 라는 이름을 가지게 되었는데, 그 어원은 대나무 안에서 태어났다는 카구야히메이다.

IV. 그리고 문제는 계속된다

여기까지는 좋았는데, 아직 해결되지 않은 문제는 산더미이다. 일단 실험에 활용된 이론의 정확한 매커니즘을 모르는 관계로 실전에 활용하기엔 여러 가지 위험이 따른다. 생물학 연구는 노드 4만개짜리 네트워크 역공학과 같아, 정확히 어떤 노드끼리 연결되어 있는지, 신호 전달이 어떻게 될지에 대해 확신할 수가 없다. 즉 수없이 많은 후속 연구가 진행된 후에야 이 이슈를 임상에서 진행할 수 있다고 보는 것이 적절하다. 당장 성공률이 0.6%인 것만을 보더라도 아직 본격적으로 적용할 수 있는 수준

은 아니라고 본다.

다른 문제는 정자 간 수정이 가능한지 여부가 확실하지 않다는 것이다. 유전체각인 패턴 변경에 대한 기본적인 지식이 있는 한 이는 시간이 지나고 연구가 진행되면 해결될 문제이나 현재 시점에서는 성공 여부부터가 확실하지 않은 일이기 때문에 함부로 단정지을 수 없는 상황이다. 역시 많은 후속 연구가 필요하다.

가장 큰 걸림돌은 법적 윤리적 문제이다. 인간을 대상으로 하여 단성생식배아를 착상, 유지 및 출산하는 행위는 생명윤리 및 안전에 관한 법률에 의해 금지되어 있다. 정자 간의 수정 또한 핵이 제거된 난자를 사용해야 하는데, 인간을 대상으로 한 이와 같은 연구는 같은 법에 의해 금지되어 있다. 필요성에 의해 일부 법률이 개정되거나 하지 않는 한, 현실에서는 인간을 대상으로 연구가 불가능하기 때문에 대다수 연구가 동물을 대상으로 진행되고 있다. 물론 이런 제한 때문에 인간 복제 음모론이 나오기도 하는 것이지만 사회적, 윤리적으로 이 이슈가 받아들여지기 전까지는 아무래도 조심스러울 수 밖에 없다.

V. 서브컬처적 측면에서의 접근 및 이론의 활용 방안

각종 제한으로 인해 본 이론을 현실에서는 사용할 수 없지만 픽션 속이라면 여러 가지 창의적인 활용이 가능할 것이다. 하드SF 관련 설정으로 사용하거나 Another Universe를 구축하는 등 기본적으로 이 이론은 세계관 창작의 베이스, 또는 작품 내부의 핵심적 도구로 활용될 것이다. 세계

관에서의 기본 요구조건은 전체 유전체 정보가 이미 해석되어있거나 거의 해석이 완료된 수준의 생명과학 및 생명공학 기술이며, 부가적으로 인공자궁을 비롯한 육성기술이 필요하다. 후자의 경우 대리모 활용이 일반적인 환경에서라면 반드시 필요한 요소는 아니다. 생명윤리는 현재와는 큰 폭으로 다르며 최소한 인간 배아 복제에 대해서는 용인되는 분위기가 보편적이어야 한다.

생물학적 여성의 경우 성염색체 조합이 XX이기 때문에, 이들 생식세포의 조합으로 발생하는 후손은 전부 여성이다. 이들 커플이 남자아이를 갖기 위해서는 추가적인 절차가 필요하며 이 과정에서 X염색체 하나를 제거해야 한다. 생물학적 남성의 경우 성염색체 조합이 XY이기 때문에 후손은 남성 혹은 여성이 될 수 있으며 Y 염색체가 부모 중 어느 쪽에서 오느냐의 여부를 결정할 수 있다. 이와 같은 선택의 문제가 때로는 취향의 문제로 번질 수 있으며, 큰 틀에서 생물학적 동성인 커플에서부터 나온 아이가 부모의 성별을 따라야 하는지부터 시작해 작게는 커플 중 누가 어떤 유전자를 제공하느냐의 문제로 리버스 논란이 벌어질 수도 있다.

VI. 마치며

이상으로 생물학적 동성 간 생식세포 결합과 그로부터 비롯되는 아이 만들기 과정에 대한 과학적 서브컬처적 측면에서의 고찰을 진행하였다. SF 관련 설정덕질을 좋아하는 분들이 본 리뷰에 만족하셨으면 좋겠지만, 역시 손만 잡고 자고 일어났더니 황새가 아이를 물어다 주는 편이 좀 더 캐

주얼하다는 점을 부정하기는 힘들다. 아직
까지도 갈 길이 멀지만 언젠가는 우리가 원
하는 커플링 모두를 현실에서 만날 수 있는
날이 올 것이다. 그 때가 되면 모두 함께 민
달팽이의 교미와 같이 농후한 창작활동을
하도록 하자. SSCC 1st

References

- [1] S. F. Gilbert, *Developmental Biology* (Sinauer Associates, Sunderland, 2013), 10th ed.
- [2] 생명윤리 및 안전에 관한 법률
- [3] P. A. Jacobs *et al.*, *Nature* **286**, 714-716 (1980).
- [4] M. H. Kaufman *et al.*, *Dev Biol* **59**(1), 86-90 (1977).
- [5] T. Kono *et al.*, *Nature* **428**, 860-864 (2004).