

# 국어 영역

[1강 독서의 본질] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

나는 이 책 『자유론』에서 자유에 관한 아주 간단명료한 단 하나의 원리를 천명하고자 한다. 이를 통해 사회가 개인에 대해 강제나 통제-법에 따른 물리적 제재 또는 여론의 힘을 통한 도덕적 강권-를 가할 수 있는 경우를 최대한 엄격하게 규정하는 것이 이 책의 목적이다. 그 원리는 다음과 같다. 인류가 개인적으로든 집단적으로든 자신들의 구성원 중 한 사람의 행동의 자유를 침해할 수 있는 경우는 오직 한 가지, 자기 보호를 위해 필요할 때뿐이다. 다른 사람에게 해악을 끼치는 것을 막기 위한 목적이라면, 해악을 끼치는 당사자의 의지에 반해 권력이 사용되는 것도 정당하다고 할 수 있는 것이다. 이 유일한 경우를 제외하고는, 문명사회에서 구성원의 자유를 침해하는 그 어떤 권력의 행사도 정당화될 수 없다.

이 원리에서는 당사자 자신의 물리적 또는 도덕적 이익을 위한다는 명목 아래 간섭하는 것도 일절 허용하지 않는다. 당사자에게 더 좋은 결과를 가져다주거나 더 행복하게 만든다고, 또는 다른 사람이 볼 때 그렇게 하는 것이 현명하거나 옳은 일이라는 이유에서, 상대방의 의사와 관계없이 무슨 일을 시키거나 금지시켜서는 안 된다. 이런 선한 목적에서라면 그 사람에게 충고하고, 논리적으로 따지며, 설득하면된다. 그것도 아니면 간청할 수도 있다. 그러나 말을 듣지 않는다고 강제하거나 위협을 가해서는 안 된다. 어떤 행동을 억지로라도 막지 않으면 다른 사람에게 나쁜 일을 하고 말 것이라는 분명한 근거가 없는 한, 결코 개인의 자유를 침해해서는 안 되는 것이다. 다른 사람에게 영향을 주는 행위에 한해서만 사회가 간섭할 수 있다. 이에 반해 당사자에게만 영향을 미치는 행위에 대해서는 개인이 당연히 절대적인 자유를 누려야 한다. 자기 자신, 즉 자신의 몸이나 정신에 대해서는 각자가 주권자인 것이다.

이 원리가 정신적으로 성숙한 사람에게만 적용될 수 있다는 사실을 굳이 부연할 필요는 없을 것이다. 지금 우리는 법에서 성인으로 규정한 나이에 미치지 못하는 어린아이나 젊은이들을 대상으로 이야기하고 있는 것은 아니다. 아직 다른 사람의 보호를 받아야 할 처지에 있는 사람들은 외부의 위협 못지않게 자신의 행동에 따른 결과로부터도 보호받아야 마땅하다. (중략)

자유 가운데서도 가장 소중하고 또 유일하게 자유라는 이름으로 불릴 수 있는 것은, 다른 사람의 자유를 박탈하거나 자유를 얻기 위한 노력을 방해하지 않는 한에서 각자 자신이 원하는 대로 자신의 삶을 꾸려나가는 자유이다. 우리의 육체나 정신, 영혼의 건강을 지키는 최고의 책임자는 누구인가? 그것은 바로 각자 자신이다. 우리는 자신에게 도움이 된다고 생각하는 방향으로 자기 식대로 인생을 살아가다 일이 잘못돼 고통을 당할 수도 있다. 그러나 설령 그런 결과를 맞이하

더라도 자신이 선택한 길을 가게 되면 다른 사람이 좋다고 생각하는 길로 억지로 끌려가는 것보다 궁극적으로 더 많은 것을 얻게 된다. 인간은 바로 그런 존재이다.

## [2강 글의 구성 원리 - 1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

인간이 땀을 흘리는 것은 운동 등으로 인해 필요 이상으로 상승한 체온을 기화열을 이용하여 낮추기 위한 것이다. 발한(發汗) 초기에는 신체 표면에서 어느 정도 수분의 증발이 이루어지지만 의복 내에 습도가 높아지면서 포화에 가까워지면 액체인 땀으로 방출된다. 특히 격렬한 운동 후에는 체온이 급격하게 상승하여 땀이 많이 나게 된다. 땀은 곧바로 의복에 흡수되어 끈적거리고 불쾌감을 야기하기 때문에 이러한 땀을 얼마나 효과적으로 처리하느냐가 스포츠용 옷의 소재에서는 매우 중요하다.

옷의 소재 중에서 땀 흡수 효과가 가장 뛰어난 것은 면과 같은 천연 섬유이다. 천연 섬유의 땀 흡수 효과는 발한 초기 단계에서는 우수하다. 천연 섬유가 일단 땀을 흡수해 버리면 더 이상의 땀을 흡수할 수 있는 능력이 떨어져 옷이 끈적끈적 달라붙는다. 또한 땀이 식으면 피부에 차가움이 느껴지고, 땀에 젖은 채 오래 있으면 악취를 풍기기 쉽다. 이러한 불쾌감을 해소하기 위해 개발된 것이 흡한속건(吸汗速乾) 소재이다.

흡한속건 소재는 땀을 빨리 흡수하여 빨리 마르게 하는 소재를 말한다. 흡한속건의 기능을 효율적으로 발휘하기 위해서는 물을 잘 흡수하는 친수성 소재뿐만 아니라 물을 잘 흡수하지 않는 소수성 소재도 함께 써야 한다. 소수성 소재를 사용하지 않을 경우 땀이 많이 났을 때 옷이 젖어 몸에 들러붙게 되기 때문에 옷의 안쪽에는 소수성 소재를 사용하는 것이다. 옷의 바깥쪽에는 친수성 소재를 사용하는데, 주로 합성 섬유를 가공해 친수성을 높인다. 이때 합성 섬유를 가공하는 이유는 모세관 현상을 이용하기 위해서이다.

모세관 현상이란 가는 유리관을 물속에 넣으면 유리관의 안쪽을 따라 물이 올라오는 것처럼 매우 가는 유리관 같은 공간의 벽을 통해 액체가 따라 올라오는 현상을 말한다. 물 분자 사이의 응집력보다 물 분자와 유리벽 사이에 생기는 부착력이 더 강하면 유리벽을 타고 얇은 물 분자막이 형성되며, 그 후에는 표면 장력에 의해 중앙 부분의 물을 빨아올리게 되는 것이다. 이때 끌려 올라간 물기둥의 무게가 유리관과 물의 부착력과 같아지는 높이까지 물은 올라가게 된다. 가는 유리관일수록 물의 무게가 작으므로 높이 올라갈 수 있다. 수은의 경우 응집력이 유리관과의 부착력보다 훨씬 크기 때문에 유리관 밖 수은높이보다 유리관 안 수은 높이가 낮아진다. 그렇다면 섬유에서 모세관 현상을 어떻게 이용할 수 있을까?

모세관 현상을 이용하는 대표적인 섬유 가공 방법은 섬유의 단면 모양을 불규칙하게 하는 것이다. 보통 합성 섬유의 단면은 원형인데 섬유 단면의 모양을 삼각형, 오각형, 별 모양 등으로 불규칙하게 만들면 섬유와 섬유 사이에 빈 공간이 많이 생기게 된다. 따라서 자연스럽게 섬유 사이사이에 많은 빈 공간이 형성되고, 이 빈 공간이 모세관의 역할을 하여 물이 잘 흡수된다. 이렇게 빨려 올라간 물기둥은 윗부분이 반구 형태가 되어 표면이 대기에 더 많이 노출되게 되므로 증발이



〈이형 단면 섬유〉



〈미세 다공 섬유〉

쉽게 일어난다. 이처럼 단면의 모양이 불규칙한 섬유를 ‘이형 단면 섬유’라고 한다. 모세관 현상을 이용할 수 있는 또 다른 방법은 섬유의 측면에 미세한 구멍을 만드는 것으로, 이를 이용한 섬유를 ‘미세 다공 섬유’라 한다. 미세 다공 섬유는 피부 표면에 있는 물을 쉽게 섬유 내부로 이동시켜 흡수하는 특징이 있다. 즉 이 섬유의 측면에 나 있는 구멍들이 모세관 역할을 해 물을 빨아들여 쉽게 증발되도록 한다.

최근에는 몸에서 나는 땀을 잘 흡수해 배출하면서도 방수성을 동시에 가지는 소재가 대중화되고 있다. 이것이 가능한 이유는 안개비처럼 크기가 작은 물방울도 그 크기가  $100\mu\text{m}$  (마이크로미터)로 수증기의 분자 직경인  $0.0004\mu\text{m}$ 보다는 훨씬 커서 땀에서 발생한 수증기는 섬유를 쉽게 통과하지만 빗방울과 같은 물방울은 섬유를 통과할 수 없기 때문이다. 즉 섬유 표면의 구멍들을 물방울보다 작게 만들어 물은 통과하지 못하도록 하고 땀은 수증기 상태로 통과시키는 것으로, 이를 ‘투습 방수’라 한다. 투습 방수의 대표적 소재가 고어텍스이다. 그러면 섬유 표면의 구멍을 물방울보다 작게 만들려면 어떻게 해야 할까? 일반적으로는 섬유 표면을 미세한 구멍들이 난 다른 소재로 코팅하는 경우가 많다. 또 섬유를 짜는 직조 기술이 많이 발달해서 코팅을 하지 않고도 섬유를 아주 촘촘하게 짜 물 분자가 섬유를 통과하지 못하도록 만들기도 한다.

[2강 글의 구성 원리 - 2] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

유교 윤리는 기본적으로 인간을 인간답게 하는 덕성인 인(仁)을 중심으로 한 덕의 윤리이긴 하지만 행위자가 당면한 구체적 상황에서 행위자를 특정한 행동으로 인도하는 지침으로도 운용되어야 한다. 따라서 인의 정신을 견지(堅持)하면서도 상황 적합성을 고려해서 특정 행위를 지정해 줄 명시화 절차가 요구된다. 이런 관점에서 유교 윤리에서는 상황에의 적합성에 의거해 시시비비(是是非非)를 가려 줄 도덕 판단이 필요한데, 이를 의(義)라 한다. 그러나 의는 지극히 직관적이고, 주관적인 편향성에서 자유로울 수 없는 까닭에 오랜 시행착오와 사회적 합의를 거쳐 체계적으로 확립된 것이 예(禮)이다. 예란 공동체의 지혜가 집약되고 오랜 세월을 거쳐 정선된 전통으로서 사회적으로 인정된 공공의 규범이라 할 수 있다.

유교 윤리에서 예의 개념은 그 핵심적인 역할뿐만 아니라 사회 현실에서 갖는 지배적인 영향력으로 인해 특별히 주목할 만한 가치가 있다. 예의 기본적 의미는 규칙이라는 개념에 의거한다. 학자들의 연구에 따르면, 예의 가장 오랜 용례는 종교 의식과 관련된다. 어원적으로도 예(禮)는 ‘보일 시(示)’와 ‘굽이 높은 그릇 풍(豊)’이 결합된 글자로, ‘시’는 하늘이 길흉(吉凶)을 인간에게 보여 주는 것을 말하고, ‘풍’은 고대 제사에서 사용하는 제기(祭器)를 뜻한다. 즉 예라는 명칭은 신을 섬기는 종교적 의식에서 유래한 것으로, 혼령들을 섬기고 축복을 빌기 위해 제사의 형식과 절차와 같은 규칙을 따르는 것을 의미했다. 이후 시간이 흐르면서 예는 종교 의식을 넘어서 일상생활에서의 행위 지침이 되는 규칙들을 포함하게 되어 모든 사회적 관행과 관습을 포괄하는 광범위한 개념으로 쓰였다. 특히 공자는 예의 범위를 문화의 전 영역으로 확장하였으며, 행위의 우아하고 품위 있는 형식을 의미하는 것으로까지 보았다. 이와 같은 과정을 통해 유교에서 예는 종교적이고 도덕적인 차원만이 아니라 심미적인 차원으로 확장되었다.

예의 개념 속에 함축되어 있는 핵심은 예가 규칙에 의해 인도되는 행위라는 것이며, 이와 관련된 주요 물음은 그러한 규칙이 수정 가능한지의 여부이다. 이를 규명하기 위해서는 앞에서 이야기한 것처럼 예의 개념이 의(義)의 개념과 관련되어 있음을 다시 상기해야 한다. 즉 시시비비를 가려 줄 도덕 판단인 의의 관점에서 옳고 합당하다고 생각되는 것이라면 행위의 본보기가 되는 규칙인 예로 수용될 수 있다. 이런 이유로 예는 과거의 관습이나 용례에 의해 전폭적으로 결정되는 것이 아니다. 이는 ‘예(禮)는 의(義)의 구체적 표현’이라는 『주역』의 언급과 상통한다.

예를 상황에서의 적합성이나 합당성의 관점에서 바라볼 때 유교에서 예의 수정이나 폐기의 문제는 이성(理性)에 의거한 수용 여부에 달려 있다고 할 수 있다. 예는

이론적이기보다는 실천적인 행위와 관련된 문제이기 때문에 특정 사회에서 때와 장소에 적절한지를 이성적으로 판단해야 하는 것이다. 즉 예는 인과 의가 바탕이 된 도덕 경험을 규칙화한 것으로서, 그 현실 적합성 여부는 이성적 판단의 문제이다. 따라서 예는 수정 내지 심지어는 폐기될 가능성도 있는 것이다. 주희도 지적했듯, 우리는 부당한 짐이 되고 불필요하다고 생각되는 규칙들은 배제해야 하며 실천 가능하고 사회 질서의 유지에 요긴한 규칙들은 보존해야 한다.

[3강 독서의 방법1 사실적 독해] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

사진을 찍어 순간을 기록할 수 있는 이유는 사진 필름에 빛의 파장과 진폭을 기록하기 때문이다. 사진과 달리 필름에 빛의 위상까지 기록하면 입체적인 이미지를 구현할 수 있는데, 이것이 바로 홀로그램(hologram)이다. 홀로그램은 빛의 간섭 효과를 이용해서 빛의 위상에 대한 정보를 기록한다. 하나의 파동이 같은 파장을 가진 또 하나의 파동을 만나 새로운 파동을 일으키는 현상을 간섭이라고 하는데, 두 파동이 만나는 지점과 크기에 따라서 재형성되는 파동은 더 강해지기도 하고 상대적으로 더 약해지기도 한다. 주파수가 같은 두 파동이 같은 위상으로 겹치면 더욱 강한 파동이 형성되고, 두 파동이 반대 위상으로 겹치면 약한 새로운 파동이 형성된다. 전자를 보강 간섭, 후자를 상쇄 간섭이라고 하는데, 홀로그램은 이 간섭무늬를 필름에 담은 것이다.

홀로그램은 홀로그래피 원리를 이용하여 만들어진다. 홀로그래피 원리는 광원으로부터 나오는 간섭성 빛을 빔 스플리터를 이용해 둘로 나누어 하나의 빛은 거울과 렌즈를 이용해서 직접 필름을 비추게 하고, 다른 하나의 빛은 우리가 보려고 하는 물체에 비추는 것이다. 이때 직접 필름을 비추는 빛을 기준파라고 하고, 물체에 비추진 후 그 물체에 반사되어 나오는 빛을 물체파라고 한다. 물체파는 물체의 각 표면에서 반사돼 나오는 빛이므로 물체 표면의 각 부분에서 스크린까지의 거리 차이에 따라 위상차가 나타난다. 이때 변형되지 않은 기준파가 물체파와 간섭을 일으키게 되어 밝고 어두운 부분으로 구성된 간섭무늬가 필름에 기록된다. 간섭무늬를 필름에 정확히 기록하려면 파장과 진폭이 일정한 빛을 사용해야 한다. 레이저 광선이 이러한 성질을 가지고 있기 때문에 이를 이용해 홀로그램을 제작한다.

간섭무늬가 기록된 필름에 원래의 기준파와 같은 광선을 쬐면 필름을 통과한 빛은 회절\* 원리에 의하여 원래 물체에서 반사해서 생긴 것과 같은 파가 나오게 되어 홀로그램에서 원래의 물체파가 재생된다. 물체파와 필름에 직접 투사된 기준파는 서로 간섭 효과를 내면서 필름의 전역에 투영된다. 즉 물체파와 기준파를 간섭시켜 간섭무늬를 기록한 홀로그램에 기준파를 비추면 홀로그램에서 원래의 물체파가 재생되어 필름 너머로 마치 물체가 존재하는 것처럼 보인다. 이때 시선을 옮김에 따라 눈에 관측되는 물체의 위치가 달라져 입체상을 느낄 수 있게 된다.

홀로그램은 그 특성상 물체를 기록한 홀로그램의 작은 조각만 가지고 있어도 그 물체의 전모를 볼 수 있다. 다시 말하면 홀로그램의 한 점이라도 그 점에서 볼 수 있는 물체의 표면 정보를 완전하게 기록하고 있다고 할 수 있다. 게다가 한 홀로그램에 다른 정보를 중첩적으로 기록할 수 있으며, 동시에 기록된 물체 정보를 다시 각 물체의 상으로 재생할 수 있

어 저장 장치로 각광받고 있다. 그뿐만 아니라 입체감과 독특한 컬러 변화가 표현되어 동일 영상의 복제가 거의 불가능한 장점이 있어 지폐의 위조 방지 표시, 정품 인증 스티커 등 보안 용도로 널리 활용되고 있다.

홀로그램은 재생 방식에 따라 투과형 홀로그램과 반사형 홀로그램으로 구분할 수 있다. 투과형 홀로그램은 일반 사진을 예로 들면 보이는 상의 뒤쪽에서 조명이나 빛을 비춰 줘야 슬라이드 상을 관찰할 수 있는 슬라이드 필름과 같다. 투과형 홀로그램은 물체파와 기준파를 같은 방향에서 필름에 입사시키고, 홀로그램 뒤에서 빛을 비추어 홀로그램을 투과하여 나온 상을 홀로그램 앞에서 관찰하도록 제작된 것으로 밝고 선명한 색상이 장점이다. 이와 달리 반사형 홀로그램은 서로 다른 방향의 물체파와 기준파가 필름에 입사하도록 하고 이때 물체파로 생긴 간섭무늬가 필름을 통과하여 반대 방향의 기준파와 만나 3차원의 영상을 얻도록 제작된 것이다. 홀로그램 앞에서 빛을 비추어 반사하여 나온 상을 홀로그램 앞에서 관찰하는 반사형 홀로그램은 뚜렷한 입체감을 보유한 것이 특징이다.

영화 속 장면과 같은 생생한 홀로그램을 실제로 구현하기 위해서는 강력한 레이저 수습 대를 이용하여 다양한 각도에서 동시에 촬영해야 하고, 대용량 저장 공간도 필요하다. 그래서 현재는 대형 투명 스크린에 3D 영상을 투사해 공중에 떠 있는 것 같은 이미지를 만들어 내는 플로팅 방식의 홀로그램이 상용화되어 있다. 플로팅 방식은 ‘떠 있다’는 뜻의 플로팅이라는 이름 그대로, 무대 천장에 달린 프로젝터에서 바닥에 설치된 거울에 미리 기록한 물체의 영상을 투사하고, 여기서 반사된 이미지가 무대 위에 45도 각도로 설치된 투명 스크린에 투영됨으로써 시각적인 착시를 일으키는 원리에 기반을 두고 있다. 투명 스크린과 프로젝터는 관객의 눈에 보이지 않기 때문에 관객들은 실제 콘서트를 현장에서 보는 것 같은 느낌을 받을 수 있어 만족도가 높으며, 이 방식은 실제 인물을 플로팅 홀로그램 영상과 함께 등장시켜 다양한 연출을 할 수도 있다. 최근에는 신차 전시, 신제품 발표장 등에도 플로팅 방식의 홀로그램이 활발하게 사용되고 있다.

\*회절: 파동의 전파가 장애물 때문에 일부가 차단되었을 때 장애물의 그림자 부분까지도 파동이 전파하는 현상.

[3강 독서의 방법2 추론적 독해] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

최근 유전 질환뿐만 아니라 암, 감염증, 대사 이상 질환, 자가 면역 질환 등의 치료에도 활용이 가능할 것으로 기대되고 있는 기술은 유전자 가위 기술이다. 이는 기존의 의학적 방법으로 치료가 어려운 다양한 난치성 질환에서 문제가 되는 유전자를 제거하거나 정상적인 기능을 하도록 유전자를 편집하여 근원적인 치료를 할 수 있는 기술이다.

그렇다면 유전자 가위는 무엇일까? 유전자 가위는 DNA를 자를 수 있는 기능을 가진 효소를 쓰임에 맞게 변형해서, 자르고자 하는 표적 DNA 염기 서열을 인식하여 특정한 위치에서 DNA를 자를 수 있도록 구성된 인공 효소를 말한다. 유전자 가위는 원래 박테리아가 외부에서 유래한 DNA를 제거하기 위해 사용하는 제한 효소를 변형한 것이다. 지금까지 개발된 유전자 가위는 1세대인 징크 핑거 뉴클레이스(ZFN), 2세대인 탈렌(TALEN), 3세대인 크리스퍼(CRISPR-Cas9)이다. 이들은 표적 DNA에서 절단하고자 하는 염기 서열을 인식하는 인식부와 해당 부위를 자르는 절단부가 결합된 구조로 되어 있다.

ZFN은 인식부를 이루는 단백질인 징크 핑거 모티프\*가 중앙에 아연 이온이 있는 손가락 모양처럼 생겨서 징크 핑거(zinc finger)라는 이름이 붙었다. 징크 핑거는 원래 아프리카 발톱개구리의 유전자를 연구하던 과학자들이 발견한 단백질이다. ZFN이 표적 염기 서열을 인식하기 위해서는 해당 부위와 결합해야 하는데 징크 핑거 모티프는 한 모티프당 3쌍의 염기 서열과 결합할 수 있다. ZFN은 일반적으로 3~4개의 징크 핑거 모티프를 연결하고 그 뒤에 절단부인 FokI 제한 효소를 융합하여 만들기 때문에 9쌍 또는 12쌍의 염기 서열을 인식할 수 있다. ZFN은 징크 핑거 모티프의 결합 부위의 아미노산 배열을 표적 DNA의 자르고자 하는 부위에 맞춰 직접 설계하고 제작한다는 점에서 설계가 복잡하고 비용이 비싸다는 단점이 있다. 또한 유전자 절단 성공률이 낮아 현실적으로 유전자 치료에 이용되기는 힘들었다.

탈렌은 식물을 감염시키는 병원체의 단백질에서 발견된 TALE 단백질을 인식부로 이용하고 FokI 제한 효소를 결합시켜 절단부로 활용한다. 탈렌은 ZFN과 비교했을 때 3쌍의 염기를 한 단위로 인식하는 방식이 아니라 1쌍의 염기를 각각 끊어서 인식하기 때문에 이론적으로 4가지 염기 A, T, G, C 각각과 결합할 4종의 모듈만 있으면 대략 18개의 모듈과 FokI 하나를 연결한 형태로 유전자 가위를 만들어 원하는 DNA를 자를 수 있다. 탈렌을 구성하는 아미노산 서열은 절단하고자 하는 DNA 서열과 대응하기 때문에 탈렌의 아미노산 서열만 바꾸면 DNA의 원하는 부위를 자를 수 있는 장점이 있다. 다만 탈렌은 ZFN에 비해 훨씬 크고 반복되는 구조를 가진 단백질이기 때문에 세포 내에 주입하기 어려운 단점이 있다.

크리스퍼는 박테리아의 방어 체계에서 유래한 것으로 외부에서 침입한 바이러스 유전자를 절단함으로써 박테리아를 보

호하는 기능을 가진다. 박테리아는 바이러스에 감염되면 대부분이 죽지만 일부가 살아남게 되면 그 바이러스 DNA의 일부를 자신의 유전자에 저장해 놓는다. 그 후 재감염이 일어나면 저장해 놓았던 바이러스의 유전 정보를 전사하여 가이드 RNA가 만들어지고, 여기에 Cas9라는 단백질이 결합하여 RNA의 염기 서열과 짝을 이루는 DNA를 잘라 낸다. 이때 잘려 나가는 DNA는 RNA의 원본인 바이러스의 유전 정보이다. 크리스퍼는 잘라야 하는 DNA를 구분하는 가이드 RNA를 포함하는 CRISPR와 DNA를 절단하는 Cas9의 복합체이다. 크리스퍼는 그 자체가 유전자를 절단하는 기능을 지니고 별도의 제한 효소와의 융합 과정이 필요 없다는 점에서 1, 2세대의 유전자 가위와 큰 차이가 있다. 또한 ZFN이나 탈렌에서는 단백질이 표적 염기 서열을 인식하는 반면 크리스퍼는 가이드 RNA가 표적 염기 서열을 인식하는데, 크리스퍼 복합체에서 Cas9에 결합하는 가이드 RNA를 원하는 서열로 설계할 수 있다. 따라서 연구자가 원하는 부위의 DNA만 정확하게 잘라 낼 수 있고, 이전 세대의 기술보다 제작이 간편하고 비용이 적게 든다. 이처럼 정확성과 효율성에서 인정을 받고 있는 3세대 기술은 일반 실험실이나 연구자들 수준에서도 목적에 따라 다양한 가이드 RNA를 간편하게 제작할 수 있어 신약 개발뿐만 아니라 수의학, 농수산 분야 등으로 확장되어 활용되고 있다.

\* 모티프: 여러 가지 단백질의 아미노산 배열에 나타나는 작은 구조 부분.

[3강 독서의 방법3 비판적 독해] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 같은 정벌이라도 흥하고 망한 차이가 있고, 같은 화친이라도 다스려지고 어지러워진 차이가 있는 까닭은 무엇인가? 대개 정벌을 주장하는 사람은 화친하는 것을 나라의 모욕이라 여기고, 화친을 주장하는 사람은 정벌하는 것을 분쟁의 단서라고 여긴다. 어떻게 해야 올바른 도리로 외적을 대함으로써 나라가 욕을 당하거나 분쟁이 일어나지 않게 할 수 있겠는가? 두 가지를 어떻게 절충할 수 있겠는가?

(나) 저 역시 오래전부터 외적을 근심해 왔습니다. 더러운 외적의 잔당들이 여전히 제멋대로 날뛰고 있고, 송냥이와 이리 같은 잔악한 무리들이 야심을 못 버리고 교묘한 흉계를 꾸미고 있습니다. 이런 무리들은 문화로 다스려 해결할 수 없습니다. 제멋대로 날뛰는 무리들은 토벌하지 않으면 안 됩니다. 그들은 반드시 정벌하고 쳐부셔야 합니다. 또한 교묘한 흉계를 꾸미는 무리들은 억누르지 않으면 안 됩니다. 그들은 반드시 화친하고 어루만져야 합니다.

정벌함으로써 나라를 어지럽히는 난리를 그치게 하고, 화친함으로써 덕을 사모하는 마음으로 돌아오게 하는 것, 곧 정벌할 대상은 정벌하고 화친할 대상은 화친하는 데 외적을 막는 도리가 있습니다. 그러나 정벌의 원칙은 힘을 따져 보는 데 있고, 화친의 요령은 형세를 살피는 데 있습니다. 왕의 위엄을 떨칠 만큼 힘이 세면 위엄으로 제압할 수 있는 범위가 넓어집니다. 그러면 적들이 감히 우리를 당할 수 없습니다. 왕의 신뢰를 펼칠 만큼 형세가 유리하면 신뢰로 남을 깊이 감동시킬 수 있습니다. 그러면 적들이 저절로 우리의 말에 위로 받을 것입니다.

무력으로 나라가 융성해졌다는 것은 힘을 헤아리는 원칙을 터득한 것입니다. 힘을 잘 헤아려서 대처하면, 우리가 이길 수 있는 이치가 생깁니다. 또한 형세를 잘 살피서 대처하면 상대방은 반역하고 항거할 뜻이 사라질 것입니다. 그러므로 힘을 사용하건 형세를 이용하건 신중해야 합니다. 힘을 헤아리지 않고 함부로 군사를 동원하기만 하면 그 무력은 먼 오랑캐에게까지 미칠 만한 것이 되지 못하고 도리어 수많은 적의 침략을 유발하게 될 것입니다. 형세를 살피지 않고 화친을 구걸하기만 한다면 그 화친은 먼 데 있는 사람들까지 회유하는 것이 되지 못하고 도리어 적들의 오만한 모욕을 불러들이게 될 것입니다. (중략)

정벌을 하자는 사람의 견해에는 문화 국가로서 위상을 높이고 외적을 몰아내자는 좋은 뜻이 있습니다. 정벌을 반대하는 사람의 견해에는 실로 전체 상황을 두루 고려하자는 뜻이 있습니다. 온 세상을 보존하기 위해서 오늘날 계책으로 삼아야 할 일은, 마땅히 두만강을 경계로 장성을 쌓아 요새를 방어하고, 보루를 세워서 성과 못을 보수하며, 창과 방패를 수리하고 병사들을 훈련시켜 두는 일입니다. 그렇게 해서 적이 쳐들어오면 들판을 깨끗이 비우고 기다리며, 적이 물러가면 쉬게 했던 군졸로 지키게 하고, 다시 둔전법\*을 제정해서 국가의 재원을 충당하는 데 기반으로 삼아야 합니다.

이렇게 되면 군사와 식량이 모두 충족되고 기세가 더욱 강성해져서 마치 전국 시대 때 조나라의 이목(李牧)이 싸우지 않고 지키기만 해도 북쪽 유목민들이 감히 남쪽으로 내려오지 못하게 했던 것처럼 될 것입니다. 또 안으로 문화의 덕을 널리 퍼서 교화의 덕이 멀리까지 미치게 해야 합니다. 그리하면 묘족처럼 완고하고 악독한 부족도 방패와 깃털을 들고 춤을 추게 될 것입니다. 그들도 문명국의 문화와 무력에 감화되어 귀순하지 않을 수 없을 것이며, 송나라\*의 성곽처럼 성채를 높이 세운 적도 덕을 쌓은 군대에 항복하지 않을 수 없을 것입니다.

\* 둔전법: 변방에 군사를 주둔시켜 한편으로는 경작을 시키고, 한편으로는 싸우면서 군량을 자급자족하도록 한 제도. 종자와 농구를 지급하고 그 수확의 소출을 거두어 군량에 충당하였음.

\* 송나라 : 주의 문왕이 은을 멸망시킬 때 마지막으로 공격하여 무너뜨린 은의 제후국.

[3강 독서의 방법4 창의적 독해] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

공유 경제란 자신이 소유하고 있는 재화에 대한 접근권이나 사용권을 타인과 공유·교환·대여함으로써 새로운 가치를 창출해 내는 경제 시스템이다. 그리고 특정 자원을 가진 사람들과 해당 자원이 필요한 사람들을 연결하는 협력적 소비가 공유 경제의 작동 원리이자 핵심 가치이며 철학이다. 예컨대 공유 경제를 통해 재화를 대여받는 사람은 자주 사용하지 않는 상품 및 서비스에 대한 지출을 줄일 수 있어 소비자의 효용이 증대되며, 사회 전체적으로는 자원을 절약하고 재화의 추가 생산에 따르는 각종 환경 문제를 예방할 수 있다. 이러한 측면에서 공유 경제 원리는 사회적 기여도가 높다.

2000년대 이후로 공유 경제에 대한 논의는 제러미 리프킨과 로런스 레시그에 의해 진행되고 있다. 제러미 리프킨은 인터넷 사용이 확대되면서 물리적 공간이 가상 공간으로 대체됨에 따라 재화의 거래가 인터넷상에서 이루어지며, 재화의 교환 가치는 공유 가치로 변화하는 새로운 시대에 접어들었다고 주장한다. 이는 재화를 직접 구매하여 독점적으로 소유하기보다는 재화를 사용할 수 있는 권리를 구매하는 구조로 경제 환경이 변한다는 것을 의미한다. 이렇게 재화를 다른 사람과 공유함에 따라, 재화의 실제 가치는 줄어들지 않고 오히려 더 많은 가치를 생산하는 시스템이 공유 경제라고 설명한다. 이는 소유의 경제가 끝나고 공유 경제 시대가 시작된다는 선언이기도 하다.

공유 경제가 확산되는 이유는 크게 두 가지다. 먼저 2000년대 미국에서 시작된 세계 경제 위기 과정을 거치면서 구매력 저하로 인해 잠재적 소비자들이 새로운 제품의 구매보다는 협력적 소비에 관심을 가지게 되었다. 그리고 인터넷에 쉽게 접속할 수 있게 하는 스마트 기기의 대중화가 수요자와 공급자의 시간적·공간적 거리를 단축시켜 공유 경제의 확산에 결정적 역할을 했다. 즉 일반인 누구나 스마트 기기를 활용하여 언제 어디서나 쉽게 공유 재화와 플랫폼\*에 접근할 수 있는 인터넷 기반 공유 경제 생태계가 조성된 것이다. 이로 인해 공유 경제 시장에서 수요와 공급의 범위는 특정 공동체나 지역 사회 중심에서 국제적인 시장으로 확대되었다.

공유 경제가 확산됨에 따라 수요자와 공급자 간의 신뢰 형성 과정도 바뀌고 있다. 과거에는 수요자가 공급자의 재화를 직접 확인하면서 수요자와 공급자 간의 신뢰가 형성되었지만 최근에는 누리 소통망(SNS) 등을 통해 다른 수요자가 공급자에 대해 내린 평판을 조회할 수 있게 되어 간접적인 신뢰 확인이 가능해졌다. 다시 말해서 인터넷 기반의 공유 경제 플랫폼을 통해 전혀 모르는 낯선 사람들과 거래하는 것에 대한 위험을 점차 덜 느끼게 된 것이다. 예를 들어 미국의 어느 숙박 공유 플랫폼 업체는 집주인이 집을 사용하지 않거나 잠시 집을 비울 때, 혹은 집에 비는 방이 있을 때 ‘원하는 사람은 얼마를 내고 쓰라.’라고 인터넷에 해당 내용을 게시할 수 있게 한다. 해당 집을 이용하고자 하는 여행객 입장에서는 그 집을 직접 가 보지 않고도 인터넷상에서 다른 사람이 남긴

평판을 조회함으로써 안심하고 계약을 할 수 있기 때문에 이 서비스에 대한 수요자들의 만족도가 매우 높았다. 이처럼 인터넷을 통한 신뢰 구축 문화의 등장은 자신이 가진 가장 중요한 자산들을 모르는 사람들과 공유할 수 있게 하는 데 커다란 역할을 하고 있다.

\* 플랫폼(platform): 다양한 종류의 시스템이나 서비스를 제공하기 위해 공통적이고 반복적으로 사용하는 기반 모듈. 어떤 서비스를 가능하게 하는 일종의 ‘토대’라고 할 수 있음.

## [4강 독서와 국어 생활 - 1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

건축은 그것이 지닌 기능과 목적으로 인해 ‘순수 예술’과 대비되는 ‘응용 예술’로 불려 왔다. 근대 건축 미학의 대부분의 시기에 건축미가 기능이나 목적과 얼마나 밀접한 관련이 있는가가 논란의 대상이 되어 왔으며, 건축의 예술성에 대한 논란이 계속되어 왔다.

근대 미학의 범주 내에서 ‘미의 순수성’에 대한 엄밀한 규정은 칸트의 견해를 따르는 경우가 많다. 칸트에게 ‘미’라는 것은 불순한 것을 배제하고 순수미를 추출하는 것을 의미하는데, 특히 ‘목적 없는 합목적성’은 근대 미학에서 미의 지표가 되었다. 칸트에 따르면, 미가 목적을 가지는 한 그러한 미는 관심 혹은 개념을 가진 것이 되어 그로부터 행해지는 미적 판단은 순수성을 상실하게 된다. 그런 의미에서 칸트가 언급한 ‘합목적성’이란 특정한 목적으로부터 벗어나 상상력과 지성이 자유롭게 나타나고, 이것이 조화롭게 어울리는 것을 의미한다.

칸트는 ‘독립적인 미’를 참된 예술적 판단의 대상이라고 정리했다. 가령 꽃이나 새, 조개껍데기와 같은 자연물의 문양, 가사나 주제가 없는 음악 등이 이러한 미에 해당한다. 그러나 용도를 가지고 있는 상태에서 만들어지거나 음미되는 아름다움은 ‘의존적 미’라고 보았다. 의존적 미는 특정한 목적에 따르는 부수적인 아름다움이기 때문에 이를 음미하는 배경은 순수할 수 없으며, 이런 관점에서 건물은 독립적인 미를 지닌 것으로 볼 수 없다. 또 ‘목적 없는 합목적성’이라는 원칙에 비추어 보더라도, 건물은 목적, 즉 용도에 함몰되어 있는 대표적인 것이었다. 따라서 칸트는 기존의 예술 분류에 따라 건축을 예술에 포함시키기는 했으나 가구 제조와 같은 수준으로 보았던 것이다.

한편 헤겔은 예술이 시, 음악, 회화, 조각, 건축으로 이루어져 있다고 생각했다. 그리고 이러한 순서를 바로 예술의 위계라고 여겼다. 헤겔에게 중요한 가치의 잣대는 정신이나 물질이냐 하는 것이었다. 헤겔은 시, 음악, 회화를 가장 높은 단계의 예술인 낭만적 단계의 예술로 보았다. 특히 시는 소리를 조직하여 단어와 음성을 만든 후 이를 투사하는 예술로서, 정신이 물질을 압도한 가장 높은 단계의 예술로 평가했다. 또 조각은 정신이 물질을 통해 감각적으로 표현된 것이라고 평가하면서 고전적 예술로 분류하였다. 그리고 건축은 정신이 물질에 비해 덜 발달된 상태에서 무질서한 물질의 세계인 자연을 조작해야 하므로, 가장 낮은 단계인 상징적 단계의 예술로 분류했다. 헤겔은, 건축이란 인간의 정신이 그대로 체화된 결과물이 아니며 설령 인간의 마음이 투영되었다고 해도 끝까지 물질로 남아 있다고 보았기 때문이다.

헤겔은 건축을 다시 낭만적 건축, 고전적 건축 그리고 상징적 건축으로 나누어 설명하였다. 헤겔의 건축 구분은 자신이 규정한 바에 따라 현실적 문제를 극복하고 아이디어를 구현한 성취에 따른 분류이지 연대기적 발전 단계는 아니다. 그 기본 건축의 정점, 즉 낭만적 건축의 예는 고딕 양식의 건축이

었다. 헤겔은 종교와 철학이 예술보다 위에 있다고 믿고 있었기 때문에, 기독교 정신이 구현된 고딕 양식이 건축의 최고 완성이라고 보았다. 그는 중세 기독교 건축에 적용된 고딕 양식이 물질로 구성한 건축물을 통해 내부 공간의 정신적 가치를 부각하고 있다는 점에서 더욱 높게 평가했던 것이다. 하지만 헤겔은 고딕 이후의 건물에 대해서는 관심이 없었으며 더 이상 건축의 예술적 위상에 대한 언급을 하지 않았다.

[4강 독서와 국어 생활 - 2] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

국가는 그 사회 구성원이 소득을 창출하고 지출하며 나아가 그 잉여를 축적하고, 그것을 거래하거나 이전하는 이른바 소득 흐름의 모든 과정에 대해 수많은 명목의 조세를 부과하고 있다. 현실적으로 이러한 조세는 다양한 기준에 따라 여러 범주의 조세군(群)으로 분류되어 하나의 통일된 ‘조세 조합’, 즉 ‘조세 체계’를 형성하게 된다.

일반적으로 조세 체계란 조세의 기능과 부담의 조화를 고려하여 파악한 여러 조세들의 통일된 조합을 의미한다. 그래서 조세 체계론에서는 여러 가지 조세를 어떻게 조직하는 것이 기능이나 부담 측면에서 가장 이상적인지에 대한 문제를 연구한다. 또 이와 같은 이상적인 조세 조합에 대한 연구를 위해서는 특정 조세군 또는 세율이 바람직한지를 판단하기 위한 기준인 ‘조세 원칙’이 필요한데, 그동안 자본주의의 발전 과정에 따라 조세 원칙에 대한 다양한 견해가 제시되어 왔다.

초기 자유 자본주의 시기를 대표하는 경제학자인 스미스는 바람직한 조세가 갖추어야 할 조세 원칙을 제시한 바 있다. 초기 자유 자본주의 시기는 정부의 개입을 최소화하고 개인이나 기업 활동의 자유를 최대한으로 보장하던 시기였다. 그래서 스미스의 조세 원칙은 자유 자본주의 시장 경제가 갖는 경제 발전의 동력을 인정하고, 그러한 시장의 기능에 조세 개입을 최소화하는 데 초점을 맞추고 있다. 스미스는 어쩔 수 없이 국가가 시장에 개입하는 경우에도 국가가 요구하는 조세로 말미암아 사회 경제의 자연적 질서가 저해되지 않도록 독립성을 지킬 것을 요구하였다. 그리고 조세를 국가가 시민에게 제공하는 유형, 무형의 서비스에 대해 시민이 그 반대급부로서 지불하지 않으면 안 되는 ‘가격’으로 간주하고, 국가의 보호 아래 얻게 되는 편익에 따라 조세를 부과해야 한다고 주장했다. 결국 스미스는 ‘작은 정부’를 선호하고 시장 기능을 중시하는 시대적 상황을 배경으로 자원 배분의 효율성을 중시하는 조세 원칙을 제시했던 것이다.

한편 19세기 후반, 기업 간의 경쟁이 격화되어 중소기업이 몰락하고 대기업 중심의 독점 구조가 자리를 잡았던 독점 자본주의 시기가 되자 부와 소득의 불공정한 분배, 노사 간의 대립, 사회 양극화 등이 심화되었다. 이러한 사회 맥락 속에서 바그너는 스미스에 비해 재정 정책적 원칙을 강화한 조세 원칙을 제시하였다. 스미스를 비롯한 초기 자본주의 경제학자들은 소득이나 부의 분배는 자유 경쟁 체제의 자연스러운 결과로서, 그것을 정당한 분배의 결과라고 보았다. 따라서 이들은 조세에서 최저 소득에 대한 면세를 인정하지 않았으며 소득이 증가할수록 높은 세율의 세금을 부과하는 누진세를 부정하고, 점차 소득에 비례한 과세를 정당하다고 인식하였다. 그러나 바그너는 독점 자본주의 시기의 변화하는 사회 상황에 맞추어 최저 소득에 대한 면세의 사회적 필요성을 강조하면서, 경제 능력\*에 따른 과세와 고소득자에 대한 누진세 부과를 주장하며 조세의 공정성을 강조하였다.

20세기 이후, 자본주의 발전 과정에서 주기적인 경기 변동

을 경험한 현대 자본주의 시기에는 머스그레이브의 조세 원칙이 대두되었다. 그는 조세 원칙과 관련하여 ‘공평’의 원칙을 주장하였는데, 그가 제시하는 공평은 용어상 ‘효율’이나 ‘평등’과 같은 특정한 개념에 기울어진 것이 아니라 가치 판단을 내재하는 개념으로 사용되었다. 즉 그는 공평의 원칙을 설명하면서 ‘정당한 몫’을 납부할 수 있어야 한다고 언급하고 있는데, 이때 ‘정당성’을 어떻게 해석하느냐에 따라 소득에 따른 비례적인 부담의 배분을 의미할 수도 있고, 경제 능력에 따른 누진적 부담의 배분을 의미할 수도 있다는 가능성을 열어 놓았다. 또 머스그레이브는 종전의 조세 원칙에서 찾아볼 수 없는 안정 성장 지원의 원칙을 제시하고 조세에 보다 적극적인 역할을 부여하고자 하였다. 즉 그는 자본주의의 국가 권력은 주기적인 경기 변동 문제를 해결하여 경제를 안정적으로 성장시키는 역할을 수행해야 하며, 자본주의 국가의 가장 강력한 재정 수입 수단인 조세를 적극적으로 활용하여 이러한 역할을 수행해야 한다고 보았다.

\* 경제 능력: 조세를 부담할 수 있는 경제적 능력을 의미하는 것으로, 소득을 비롯해 다양한 종류의 재산을 모두 포함함.

[5강 독서의 가치와 성찰] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

동물의 권리를 옹호하는 쪽에서 가장 반대하는 관행은 음식으로 먹거나 모피를 얻기 위해 동물을 기르고 죽이는 것이다. 그런 관행이 동물에게 끼치는 손해에 비해 인간이 얻는 이익은 아주 사소할 뿐만 아니라, 육식이나 모피는 인간에게 꼭 필요한 것은 아니고 다른 것으로 대체 가능하기 때문이다. 그러나 동물을 실험 대상으로 삼는 것에 대해서는 상황이 다르다. 동물 실험을 통해 얻는 이익은 동물에게 끼치는 손해에 비해 아주 크고 다른 것으로 대체 불가능해 보이기 때문이다.

동물 실험을 옹호하는 윤리적 차원의 논변으로는 다음 세 가지 논변이 제시된다. 첫째는 ‘유사성 논변’이다. 동물 실험 옹호자들은 인간과 실험동물 사이의 유사성을 강조한다. 동물 실험에서 많이 사용되는 침팬지나 기니피그나 마우스는 인간처럼 척추를 가지고 있으며 비슷한 방식으로 피가 순환하며 허파로 호흡을 한다. 그래서 그 동물들로부터 얻은 실험 결과를 인간에게 일반화하는 것이다. 유비 논증에서는 비슷한 점이 많을수록 개연성이 높아진다. 실험동물로 쓰이는 포유류들은 인간과 생물학적인 공통점을 많이 보유하고 있기 때문에 그런 동물의 신약이나 독성 물질에 대한 반응을 인간에게 안전하게 일반화할 수 있는 것이다.

그러나 유사성 논변은 동물 실험의 방법론적 정당성을 옹호하는 근거는 될 수 있지만 윤리적 정당성을 옹호하는 근거는 되지 못한다. 같은 인간끼리 유사성이 가장 높으므로 인간에 대해 실험을 했을 때 실험에 따른 추론의 개연성이 가장 높겠지만, 그렇다고 해서 인간에 대한 실험이 윤리적으로 정당화되지 않는 것을 생각해 보면 그 까닭을 알 수 있다. 동물 실험의 윤리적 정당성은 방법론적 정당성과 별도로 입증되어야 한다.

동물 실험을 옹호하는 두 번째 옹호 논변은 인간의 생명과 건강을 위해서 동물 실험은 꼭 필요하다는 ‘이익 논변’이다. 20세기 의학에서 항생제와 백신에서 항우울제와 장기 이식까지 사실상 거의 모든 의학적 진보는 실험실에서 직접적이든 간접적이든 동물을 사용함으로써 이루어졌다. 이런 실험의 결과로 천연두, 소아마비, 홍역 등의 전염병을 박멸하거나 억제하게 되었고 인명을 구조하는 수많은 치료나 수술 기술이 발전하게 되었다는 것이다. 동물 실험이 없었다면 인간이 겪었을 끔찍한 고통을 생각해 볼 때 동물 실험 덕분에 의학 발전이라는 대단히 중요한 이익이 생겼다고 평가할 수 있고, 이런 이익은 실험에서 희생당한 동물의 손실을 훨씬 능가한다는 것이다.

새로운 백신이나 약품이 개발되어 마지막 단계에서 생명체에 실험해야 한다고 할 때 어떤 생명체에 실험해야 할까? 만약 동물 실험을 금지한다면 인간을 대상으로 하는 실험의 유효성이 생길 텐데, 그렇게 되면 과거 사회의 생체 실험 악몽을 떠올릴 수밖에 없고 이에 수많은 비난이 쏟아질 것이다. 설령 인간에 대한 실험이 가능하다고 하더라도 실험의 오류를 줄이기 위해서는 여러 변인들을 통제해야 하는데 인간에 대

해서는 그것이 가능하지 않다. 그렇다면 옹호자들이 보기에 남은 대안은 두 가지밖에 없다. 동물을 대상으로 실험을 하거나 실험을 아예 하지 않는 것이다. 그러나 인간의 생명과 건강을 위해서는 실험을 하지 않을 수는 없으므로 동물 실험은 꼭 필요하다.

동물 실험을 옹호하는 세 번째 논변은 ‘대안 부재 논변’이다. 동물 실험에 대해 동물 실험을 하거나 하지 않는 두 가지 대안 외에 제3의 대안이 가능하다는 비판이 존재한다. 사람도 동물도 대상으로 하지 않는 대체 실험이 그것이다. 동물 개체 전체를 사용하는 것이 아니라 조직 배양을 이용하여 실험을 하거나, 컴퓨터 모의실험을 하는 것이 그런 대안이다. 그러나 동물 실험 옹호자들은 그런 대체 실험이 효과를 보는 경우가 없는 것은 아니지만 대부분의 경우에는 확실하거나 신뢰할 만한 결과를 얻을 수 없다고 주장하는데, 이것이 대안 부재 논변이다. 연구자들은 새로운 백신이나 약품이 유기체의 신체 기관 전체에 어떤 영향을 끼치는지 알고 싶어 하는데, 조직 배양이나 컴퓨터 모의실험으로는 그런 지식을 얻을 수 없다. 인간이나 동물의 몸은 생물학적인 부분을 단순히 모아 놓기만 한 것이 아니라 글자 그대로 ‘유기체’, 곧 많은 부분이 일정한 목적 아래 통일되고 조직되어 각 부분과 전체가 필연적 관계를 가지는 조직체이기 때문이다. 따로 떨어진 조직만 관찰해서 분리되지 않고 복잡한 인간의 생물학적인 특성에 대해 결론을 내리는 것은 부분을 합하면 전체가 된다는 합성의 오류를 저지르는 것이 된다. 대체 실험에서는 없던 부작용이 유기체 전체에서는 있을 수 있다. 그리고 대체 실험이 아예 불가능한 실험도 있다. 심장이 뛰거나 관절이 있는 동물을 대상으로 하는 실험은 그런 것을 실제로 구현할 수 없는 조직이나 컴퓨터로는 불가능한 것이다. 따라서 대체 실험은 동물 실험의 대안은 되지 못하고 동물 실험을 보완하는 수준에 머물러야 한다는 것이다.

러셀과 버치는 계속 동물 실험을 하면서도 윤리적으로 시행하기 위한 방안으로 3R을 제시하는데, 대체(Replacement), 감소(Reduction), 정교화(Refinement)가 그것이다. 대체에는 조직 배양이나 컴퓨터 시뮬레이션 말고도 고통을 느끼지 못하거나 덜 느끼는 동물이나 오히려 인간 자원자를 실험 대상으로 쓰는 것도 포함된다. 감소는 실험동물의 마릿수를 줄이는 엄격한 통계 기술을 이용하여 꼭 필요한 만큼의 동물만으로 실험하고, 유사한 실험을 사전에 조사하여 불필요한 반복을 막는 것을 말한다. 정교화는 실험동물의 고통이나 스트레스를 줄이는 것을 말한다. 동물을 실험 환경에 적응시키거나, 마취·진통제를 적절하게 사용한다거나, 사육이나 관리 환경을 개선하거나, 인도적으로 죽음에 이르게 하는 것 등을 예로 들 수 있다.