

과정의 관점에서 본 인과 : 4차원 시공간의 인과벌레라는 도식의 제안*†

고 인 석‡

이 논문은 인과개념과 결부된 철학적 문제들을 해명하는 데 유용할 뿐만 아니라 현실세계의 인과관계를 분석하는 데에도 체계적인 토대를 제공할 하나의 일반적인 도식을 제안한다. 나는 이 도식을 통해 인과가 원인사태와 결과사태 간의 이항관계라는 통상적 관념과 우주의 모든 사태가 인과적으로 서로 얽혀있다는 형이상학적 통찰을 조화시킬 수 있기를 희망한다. 이 도식의 요체는 시공간 속의 위치로 객관화되는 사태들을 한 마리 4차원 벌레의 형태 안에 묶고 그 벌레의 외연과 내적구조 그리고 특성을 분석하는 것이다. 제기된 인과물음과 거기 얽힌 사태들의 특성을 시공간적 구조에서 분석하여 적당한 한 마리의 인과벌레를 구성하고 나면, 우리는 그것을 이용해 특정한 두 사태 간의 인과적 관계를 평가할 수 있다. 이 논문은 인과벌레 구성의 기본 원리를 제시하고, 거대한 원형 경기장 한가운데서 회전하는 등대의 예에 대한 새먼의 논의를 인과벌레의 구도에서 다시 분석함으로써 인과벌레라는 도식의 적용을 예시한다.

【주요어】 인과, 4차원 시공간, 사건 대 과정, 웨슬리 새먼, 인과벌레

1. 문제의 설정

이 글에서 나는 인과와 결부된 문제들을 분석하고 판단하는 데 소용이

* 접수완료: 2009.5.20 / 심사 및 게재확정: 2009.6.3 / 수정본완성접수: 2009.6.5

† 이 논문의 연구는 한국학술진흥재단의 지원에 의해 이루어졌음(KRF-2005-079-AS0034)

‡ 인하대학교 인문학부 철학전공

될 하나의 일반적인 도식을 제안하려 한다. 인과라는 개념이 적용되는 경우들은 무궁무진 다양하고, 그런 다양성을 고려할 때 그것들을 모두 포섭할 수 있는 단일한 도식을 구성한다는 것은 아주 어려운 일이다. 처음부터 어떤 개념적 제한을 통해 인과개념의 적용 범위를 인위적으로 적절한 테두리 안에 가둔다면 그런 구성이 가능할 수 있겠지만, 그것은 이 작업의 최종적인 목표와 거리가 멀다. 내가 바라는 것은 실세계의 다양한 학문적 논의와 일상적 언어사용의 맥락에서 사용되고 소통되는 인과의 개념을 포괄적으로 담을 수 있는, 그리고 인과를 둘러싼 철학적 문제들¹⁾을 해결하거나 정당한 방식으로 해소하는 데 유용한 틀을 찾는 것이다.²⁾

인과란 무엇인가? 그것은 우선, 어떤 종류의 ‘것’인가? 예컨대 그것은 일종의 관계인가? 만일 인과가 관계라면 어떤 종류의 ‘것들’ 간의 관계인가? 혹 그것은 각각 원인과 결과라고 불릴 두 항 사이의 관계라기보다 어떤 단일항에 귀속시켜야 할 어떤 것은 아닌가? 또 인과는 시공간 속에 객관적으로 존재하는 어떤 것인가? 아니면 그것은 다만 우리의 사유에 내재하는 일종의 도식인가?

인과는 대개 어떤 ‘관계’로 이해되어 왔고, 인과에 관한 철학적 논의의 대부분은 이 관계가 어떤 관계인지를 따지는 데 할애되었다. ‘인과적’이라는 꾸밈말이 가장 잘 어울릴 것 같은 몸말 역시 ‘관계’이고, 인과에 관한 철학적 논의의 주요 토픽 가운데는 이미 언급된 것과 같은 ‘인과의 관계항은 무엇이나?’라는 물음이 있다. 그러나 우리는 이 물음을 한 걸음 더 뒤로 물려 ‘인과의 근본 구조는 과연 이항관계(binary relation)인가?’라고 물을 수 있다.

여기서 나는 인과를 ‘과정’이라는 범주의 관점에서 고찰하려고 한다. 간단히 말하자면 그것은 시공간적 연장을 지니는 하나의 과정에 ‘인과적’이

1) 부정적 인과, 간접적 인과, 먼 원인 등에 대한 철학적 설명이 이에 해당한다. 그러나 이런 문제에 대한 구체적인 적용의 예는 다른 논문에서 제시되고 토론될 것이다. 여기서는 도식과 그 적용의 기본적인 예가 제시된다.

2) 이런 문제의식과 연구의 지향성은 이 논문의 인과적 배경인 ‘인과’ 공동연구 프로젝트의 책임연구자 이초식 교수와의 대화를 통해 복돋워졌다.

라는 속성을 결부시키고, 나아가 이 과정의 인과적 구조와 특성을 분석하는 방식의 접근이다. 그러나 이것은 인과를 원인항과 결과항 간의 이항관계라는 관점에서 조망하는 관습을 깨는 것이 아니라 그것을 포섭하려는 것이다.

이 논문의 이런 접근은 사건, 사태, 과정, 시공간, 그리고 대상과 주관 등에 대한 형이상학적 사색을 끌어들인다. 그러나 여기서 전개될 형이상학적 토론은 형이상학 자체를 위한 토론이 아니라 실용적인 목표를 염두에 둔 토론이다. 적절한 인과개념의 틀을 통해 성취하고 싶은 나의 첫 번째 목표는 ‘인과는 특정한 원인사태와 결과사태 간의 이항관계’라는 통상적이고도 실용적인 직관³⁾과 ‘(따지고 보면) 모든 것이 인과의 그물 안에서 서로 연결되어 있다’는 매력적인 형이상학적 통찰⁴⁾을 조화시켜 수용하는 것이다. 둘 사이에는 어떤 긴장이 가로놓여 있다. 그러나 성공적인 인과이론이라면 어떤 형태로든 이런 두 가지 목소리를 아우를 수 있어야 할 것이다.

또한 이 논문은 인과개념에 관한 사실과 당위의 양면을 조화시키려고 애 쓴다. 그것은 인과에 대한 우리의 현실적 이해를 가급적 넓고도 적절하게 포섭하는 도식을 구한다는 의미에서 사실의 차원을 추구하는 동시에, 그런 도식이 인과에 관한 우리의 판단을 인도하거나 그것을 수정하고 비판하게 하는 힘을 추구한다는 의미에서 당위의 차원을 포함한다.

2. 과정을 기본적인 범주로 놓기

인과에 대한 논의에서 과정이라는 범주를 중심에 놓은 주요 논자로 웨슬리 새먼을 꼽을 수 있다. 그는 『과학적 설명과 세계의 인과적 구조』(Scientific Explanation and the Causal Structure of the World)(1984)에서 “인과성에 대한 논의에서 내가 제안하는 근본적인 변화 한 가지는 사건이

3) Schaffer(2005)의 서두와 1절을 보라.

4) A. N. 화이트헤드의 형이상학이나 불교의 연기설에서 이런 통찰을 확인할 수 있다.

아니라 과정을 기본적인 존재자로 놓자는 것”⁵⁾이라고 하면서 ‘인과적 과정’(causal process)의 개념을 도입한다. 우리는 그가 “사건이 아니라 과정”이라고 할 때 ‘과정’이란 정확히 어떤 것인지 물을 수 있다. 그러나 새먼은 과정이라는 개념의 정의를 제시하는 대신 그것을 사건 개념과 견주어 세우는 간접적 접근법을 택한다. 그렇다고 그가 사건의 개념을 따로 정의한 것도 아니다. 말하자면 그의 접근법은 일상적 개념과 직관에 호소하는 것이라고 평가된다. 새먼의 비교에 따르면 과정은 시공간 속의 한 점에 대응시킬 수 있는 사건에 비해 상대적으로 덜 국소화된 것, 다시 말해 더 큰 시공간적 부피를 차지하는 어떤 것이다.⁶⁾

사건과 과정의 세밀한 존재론을 구축하는 것은 이 자리에서 감당하기 힘든 과제지만, 간략한 스케치는 가능하고 또 의미 있을 것이다.⁷⁾ 우선 새먼의 예에서 시작하자. 그는 과정의 예로 ‘배트에 맞은 야구공이 공중을 날아가 창문을 때리는 것’을 든다. 한편 ‘한 펄스의 빛에 의해 한 개의 감광셀(photocell)이 활성화되는 것’은 사건의 경우라고 한다. 그는 한 번의 재채기는 사건, 구름 그림자가 땅 위에서 움직여가는 것은 과정이라고 한다. 여기서 새먼은 엄밀하지 않다. 그가 사건의 범주로 예시하는 것들도 어차피 0 또는 무한소(infinitesimal)의 시간에 실현될 수는 없는 것들이라는 점을 고려하면 사건과 과정 사이의 경계선은 뚜렷하지 않다. 그러나 우리는 새먼의 구분을 조금 더 명료하게 만들어볼 수 있다. 우선 그가 말하는 사건은 점사건(點事件, pointlike event)으로, 4차원 시공간 속 어느 한 점에 상응한다. 시공간 속의 그런 한 점에 일군의 속성들이 대응되어 있는 것이 (점)사건이다.

여기서 한 가지 분명히 해 둘 것은, 이런 점사건은 추상화의 산물이라는 사실이다. 시간의 차원만 생각해 보더라도 $\Delta t=0$ 인 사건은 있을 수가 없

5) Salmon(1984), p.139.

6) 특히 그는 과정이 사건보다 훨씬 더 큰 시간적 지속을 지닌다고 지적하고 나서 “많은 경우에 공간적 연장도 한층 더 크다”고 부가한다.

7) ‘사건’의 존재론 그리고 ‘사건 인과’의 여러 문제에 관해서는 먼저 Kim(1991)과 Paul(2000)을 참조할 것.

다. 화이트헤드식으로 표현하자면, 사건은 시간의 두께 즉 지속(duration)을 지닌다.⁸⁾ 방망이와 야구공의 충돌도 광자가 감광판에 부딪히는 사건도 모두 시간을 필요로 한다. 하지만 우리는 경우에 따라 이런 '시간'을 그 지속의 폭 안에 놓인 한 대표점으로 축약하면서 그 점을 중심으로 하는 폭을 무시할 수도 있다. 우리가 점사건이라고 의미 있게 부르는 것은 대개 시공간에서 이런 대표점의 충분히 작은 근방(neighborhood)에 해당할 것이다. '충분히 작다'는 것은 그 근방의 부피 안에서 관심의 대상이 되는 속성들이 모두 균일하다는 조건과 결부되어 있다.⁹⁾

이에 비해 과정은 시공간적으로 상당한 부피를 차지하는 어떤 것이다. 즉 그 안에는 아래위나 좌우가 있고 적극적인 방식으로 구별되는 시간적 선후가 있다. 점사건과 대비되는 과정의 특징에서는 특히 시간차원의 규모가 중요하다. 새먼은 자신이 말하는 과정의 개념이 러셀의 '인과선'(causal line) 개념과 유사하다고 말한다.¹⁰⁾ 러셀의 인과선에서 중요한 것은 어떤 대상—예컨대 사람이나 탁자, 광자 등—의 지속이다.¹¹⁾ 즉 한 인과선에는 언제나 이처럼 그것의 속성과 구조 등을 유지하거나 점진적-연속적으로만

8) Whitehead(1920), III장.

9) 이것은 위상수학(topology)의 '근방' 개념이다. '충분히 작은 근방'을 '무한히 작은 근방'이라고 고쳐 쓰면 '관심의 대상이 되는 속성들이 모두 균일하다'는 조건을 제거가능한 군더더기로 만들 수 있지만 그 대신 개념의 구체성은 약화될 것이다. 뿐만 아니라 시공간적으로 꽤 큰 부피를 점유함에도 불구하고 문제되는 속성들이 하나같이 아주 균일하여 충분히 순수한 한 사건으로 규정할 수 있는 경우를 포섭하기 힘들게 될 것이다.

10) 그것은 그의 '과정 기반의 인과개념'이 러셀의 인과선 개념을 계승하고 있다는 진술이기도 하다. 내가 여기서 제시하려는 인과벌레의 개념 역시 러셀의 인과선 개념을 연장하고 있다. 물론 그것은 인과선의 도식을 중요한 의미에서 보완할 것이다.

11) Salmon(1984), p.139 이하, 그리고 p.140에 인용된 Russell(1948), p.459 참조. 인과선에 대한 러셀의 간략한 정의는 다음과 같다. "일련의 사건들 가운데 일부가 주어졌을 때 그 사건들을 둘러싼 환경에 대한 지식을 전혀 요청하지 않고서도 나머지 사건들에 대해 무엇인가를 추론해낼 수 있다면, 나는 그런 일련의 사건들을 '인과선'이라 부르겠다." (I call a series of events a "causal line" if, given some of them, we can infer something about the others without having to know anything about the environment.) (앞의 책, p.333)

변화시키는 어떤 대상이 결부되어 있다. 그러나 나의 개념 구분에서는 러셀이 강조하는 ‘같음’ 또는 점진적 변화가 보장하는 선후 간의 유사성 대신 어떤 내적 불균일성이 사건과 대비되는 과정의 특성으로 중요하다. 과정은 그것 안에 적어도 한 가지 이상의 중요한 속성에서 차이가 있는 두 점을 포함하고 있어야만 한다.¹²⁾

그런데 시공간 속에 놓인 대상에 매인 속성들뿐만 아니라 시공간적 좌표 자체도 사건과 과정을 고찰함에 있어 우리의 관심을 끄는 중요한 속성이기 때문에, ‘한 가지 이상의 중요한 속성에서의 차이’라는 조건은 일체의 다른 변화 없이 오로지 위치의 변화만으로도 충족된다. 예를 들어 작은 물방울 하나가 계속 아래로 즉 지구의 중심을 향해 움직이고 있다면, 그 움직임은 하나의 과정을 형성한다. 또 투명했던 물방울이 제자리에서 붉은 색으로 변한다든지 물방울의 밀도가 변한다든지 하는 것 역시 하나의 과정에 대응될 것이다.

3. 새먼의 ‘인과적 과정 대 사이비 과정’

새먼은 거대한 원형경기장 한가운데서 회전하는 가상적인 등대의 불빛에 관한 그의 토론을 통해 인과적 과정과 사이비 과정의 차이를 설명한다. 아주 커다란 원형경기장 하나를 생각해보자. 그 한가운데에 등대가 있고 그것은 회전하면서 불빛을 던진다. 이 불빛은 경기장의 중심으로부터 관람석을 비출 것이고 등대가 회전하면 그와 더불어 관람석에 맺힌 불빛도 경기장 둘레를 따라 움직일 것이다. 이렇게 경기장 둘레를 따라 도는 불빛은

12) 여기서 ‘중요하다’는 것은 ‘우리가 그것에 관심을 갖는다’는 것을 뜻한다. 만일 어떤 물체가 한동안 정지 상태에 있을 뿐만 아니라 그것의 모든 속성들을 동일하게 유지한다면 일단 여기서 말한 ‘과정’의 성립조건에 부합하지 않는 것으로 보인다. 그러나 그런 경우에도 만일 그 물체의 그런 정지가 주변의 변화와 비교되면서 관심과 논의의 대상이 되는 경우 상대적인 의미에서 하나의 과정으로 규정될 수 있다.

하나의 사건 계열 즉 하나의 연속적 과정을 형성하는 것으로 보인다. 만일 관람석 빛이 닿는 위치에 감광지를 설치해두었다면 회전하는 등대의 불빛은 그 위에 꿰뚫은 곳 없는 선을 그런 과정의 자취로 남길 것이다. 그러나 새면에 따르자면 이 과정은 인과적 과정이 아니다. 그것은 일종의 사이비 과정(pseudo-process)이다. 인과적 과정과 사이비 과정은 둘 다 사건들의 연쇄로 이루어진다. 그러나 인과적 과정은 그 연쇄를 통해 인과적 작용을 전달할 수 있는 반면 사이비 과정은 그렇지 않다.¹³⁾

위의 경기장이 예컨대 태양 주위를 도는 지구의 공전궤도 정도의 둘레를 지닌 것이라고 가정해보자. 태양과 지구의 거리는 약 1억5천만km이므로 경기장 둘레 한 바퀴는 대략 9억km를 조금 넘는다. 만일 이 등대가 1초에 한 바퀴씩 돈다면, 경기장 둘레에 맺힌 등대 불빛 역시 1초에 한 바퀴를 돌 것이다. 다시 말해 불빛이 움직이는 (선)속도는 초속 9억km를 넘는다. 그런데 특수상대성이론에 의하면 어떤 물체나 어떤 신호도 광속 즉 초속 30만km를 넘을 수 없다. 그런데 이 불빛은 광속의 3천배나 되는 속도로 움직이고 있지 않은가! 얼핏 보기에 특수상대성이론의 단순하고도 명백한 반례처럼 보이는 이 문제를 새먼은 자신의 개념 구분을 통해 해소한다.¹⁴⁾

내 방식으로 요점을 말하자면, 경기장 둘레를 달리는 불빛은 어떤 물체도 아니고 그 자체 신호도 아니다. 우선 물체가 아니라는 점은 빛의 정체를 광자라는 알갱이의 관점에서 생각해 보면 분명하다. 서술된 상황에서 광자는 오로지 경기장의 중심으로부터 반지름 방향으로 운동하고 있을 뿐이다. 원형경기장 둘레를 달리는 것은 그렇게 방사형으로 움직여간 광자들이 낳는 효과의 한 측면이다. 남은 문제는 그것이 그 자체로 신호가 될 수 있는가 하는 것이고, 여기에 새먼이 제공하는 논의의 요점이 놓여 있다.

그것은 신호가 될 수 없다. 물론 등대가 깜빡이면서 모스 부호로 된 메시지를 찍어낸다면 메시지를 함축한 불빛은 경기장 둘레에까지 전달될 것

13) Salmon(1984), p.141 이하와 Salmon(1998), pp.16-18 참조.

14) 새먼은 인과적 과정과 사이비 과정이라는 개념쌍을 도입하는 이유로 특수상대성이론에 대한 고려를 언급한다. 여기서 설명되고 있는 사례가 그런 관계를 보여준다.

이다. 그러나 이 신호는 경기장의 중심으로부터 경기장의 둘레로 전달될 뿐, 경기장의 둘레를 따라 전달되지 않는다. 이것이 무슨 애긴지 분명히 하기 위해 새먼이 라이헨바하(Hans Reichenbach)의 제안을 되살려 자신의 인과이론에서 정식화한 ‘표식 전달’(mark transmission)의 개념을 활용해보자. 경기장 둘레를 도는 불빛(사건)의 연쇄는 그것을 이루는 부분들 간에 표식을 전달하지 못한다. 반면에 등대를 출발한 빛이 경기장 가장자리 벽에 닿기까지의 과정은 그런 표식을 전달할 수 있는 인과적 과정이다.

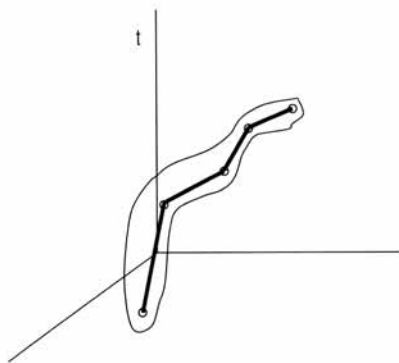
경기장에 등대를 중심으로 하는 약 15만 겹의 유리창—단, 빛의 투과율이 100%인 유리라고 가정하자—이 1000km 간격의 동심원 모양으로 설치되어 있다고 해보자. 이 경우 중심에서 1만 번째 유리창을 투과한 불빛과 그 빛이 더 진행하여 2만 번째 유리창에 닿은 불빛은 인과적 관계에 있다. 만일 불빛이 1만 번째 유리창을 지나기 직전에 그 유리를 빨간색으로 채색한다면, 나머지 유리창이 여전히 다 투명하더라도 2만 번째 유리창을 통과하는 빛은 붉은 색을 띠게 되고, 경기장 가장자리에 비친 불빛 역시 붉은 빛이 된다. 1만 번째 유리창에 더해진 표식이 그 이후의 모든 유리창에 그 리고 경기장 가장자리까지 전달되는 것이다.

반면에 경기장 둘레를 따라 일정한 간격으로 15만 개의 흰색 스크린을 장치해놓은 경우, 그 중에 하나를 어느 순간 빨간색 스크린으로 교체한다고 해도 불빛은 그 스크린 위에서만 빨간색을 띠 뿐 다음 스크린에서는 다시 원래의 색을 나타낼 것이다. 경기장 둘레의 방향을 따라서는 표식이 전달되지 않는 것이다. 아무런 표식도 전달할 수 없으므로 경기장 둘레의 1번 스크린에 있는 사람이 등대 불빛을 이용해서 1만 번째 스크린에 위치한 동료에게 정보를 전달할 수가 없다. 이런 까닭에 빛보다 빠른 속도로 달리는 것처럼 보이는 이 불빛은 경기장 둘레를 따라 전달되는 신호의 의미를 지닐 수 없다. 따라서 어떤 신호도 광속을 넘을 수 없다는 특수상대성이론의 주장은 아무 위협도 받지 않는다.

4. 다시 4차원 시공간의 틀에서: 인과벌레의 도입

이제 앞에서 상정하고 고찰했던 시공간으로 다시 돌아와 보자. 나는 인과적 현상의 무궁무진한 다양성에도 불구하고 이 4차원 시공간이 유용한 사유의 기반이 된다고 생각한다. 이런 시공간에서 인과관계를 분석하고 평가하는 기본 도식을 마련하려 한다는 의미에서 이것은 하나의 물리주의적 기획이다.¹⁵⁾

나는 새면을 따라 과정이라는 존재의 수준에서 인과를 고찰한다. 과정은 최소한 얼마만큼의 시간적 길이를 그 안에 포함하는 4차원적 부피에 상응한다. 나는 이런 과정의 개념을 가시화하여 논의의 편리를 더하려는 의도에서 ‘벌레’라는 비유를 사용한다. 과정은 4차원 시공간 속의 벌레에 상응한다. 사전적 의미로 말하자면 벌레는 아주 넓은 범위의 생물상을 포함하지만, 여기서는 지렁이나 곤충의 애벌레 같은 형태를 가리키는 말로 사용한다.¹⁶⁾



[그림 1]

-
- 15) 그러나 그것은 좁은 의미에서의 물리주의적 기획은 아니다. 이 말의 의미는 인간의 행위와 관련된 인과적 책임에 관한 다른 논문에서 밝혀질 것이다.
- 16) 이 ‘인과벌레’가 두 갈래의 꼬리나 혹은 둘 이상의 머리를 가질 수 있다는 것은 아래의 논의에서 드러날 것이다. 위상수학의 관점에서(topologically) 말할 때 이 벌레가 얼마나 다양한 구조를 지닐 수 있는지, 예컨대 도넛형의 인과벌레가 가능한지에 대해서 나는 아직 분명한 결론에 도달하지 못했다.

이런 벌레는 앞에서 언급된 러셀의 인과선을 상기시킨다. 그것은 적절한 연상이다. 단, 인과적 과정에 대응되는 벌레—앞으로 ‘인과벌레’라고 줄여서 부른다—는 인과선과 달리 통통하다. 러셀과 새먼은 공통적으로 ‘사건의 연쇄’라는 개념을 세웠지만 거기서 ‘사건’의 시공간적 규모에 대해 명료한 규정을 제시하지 않았기 때문에 인과선과 벌레를 정확히 비교하기는 어렵다. 그러나 앞에서 논한 것처럼 점사건을 가정하면 인과선은 굵기가 0인 1차원적 선의 구조를 지닌다.¹⁷⁾ 반면에 인과벌레는 0보다 큰 굵기를 지닌다. 이는 두 가지의 통찰을 반영한다.

평범하지만 사소하지 않고, 그럼에도 불구하고 이제까지 무시되어 온 첫 번째 통찰은 인과적 사건과 과정의 기체(基體)가 되는 사물이 적어도 어느 정도 크기의 공간적 부피를 지닌다는 사실이다. 분자 간의 충돌 같은 미시적인 현상을 생각하더라도 문제가 되는 것은 점이 아니라 공간적 부피를 지닌 대상이다. 다른 하나는 단일한 점사건이 홀로 문제의 과정을 야기하는—혹은 그렇게 보는 것으로 충분한—경우는 지극히 드물고, 일반적으로 서로 얽힌 여러 개의 점사건이 함께 원인을 구성하거나 결과가 된다는 사실이다.

이제 우리는 4차원 시공간에서 벌레의 형태로 나타나는 과정의 범주를 놓고 인과의 구조와 특성을 논할 것이다. 인과벌레는 4차원 시공간에서 서로 인접한 한 무더기의 점사건들로 이루어진다. 첫 번째 문제는 벌레 구조의 한 4차원 입체가 단순한 4차원 벌레가 아니라 인과벌레이기 위한 조건을 밝히는 일이다. 그런데 바로 이 문제는 인과라는 개념에 대한 더 기본적인 입장표명을 요구한다.

17) 그림에 나타난 것처럼 인과벌레는 그것의 어떤 특징을 집약적으로 보여주는 인과선을 포함할 수 있다. 즉 적절한 인과선은 종종 인과벌레의 축약본 구실을 할 수 있다.

5. 인과물음의 구조와 인과벌레의 구성

1) 4차원 시공간을 배경으로 제기되는 인과물음과 인과벌레의 구성

앞에서 제기한 물음은 4차원 공간에 꿰인 곳 없는 한 마리 벌레의 구조를 지닌 사건 집합이 주어져 있을 경우 그것이 인과벌레인지를 판단할 수 있는 조건에 관한 것이었다. 그것은 자연스럽게 제기된 물음이지만, 실은 잘못 정식화된 물음이다. 잘못 정식화된 물음은 우리를 불필요한 혼란에 빠뜨린다. 그것이 잘못된 물음인 이유는 사유의 순서가 잘못되었기 때문이다. 즉 우리는 4차원 공간에 조밀하게 위치한 점사건들로 이루어진 임의의 집합 즉 임의의 벌레에 대해 ‘이것이 인과벌레인가?’를 묻게 되는 일이 없다.¹⁸⁾ 인과가 문제가 될 때, 우리는 논의의 출발점에서 이미 어떤 벌레—혹은 그 뼈대가 되는 인과선—의 대략, 또는 그것의 머리카락 위치에 있는 어떤 국소적 사건¹⁹⁾을 상정하고 있다. (그 사건은 우리의 물음 속에서 원인 또는 결과라는 범주로 처리될 사건이다.)

인과에 대한 물음은 다음과 같은 세 가지 방식 가운데 하나로 제기된다.

- “왜 E와 같은 일이 일어났는가? 즉, E의 원인은 무엇인가?”²⁰⁾

18) 이 논문에서 나는 ‘사태’와 ‘사건’이라는 두 가지 표현을 사용하고 있는데, 혼용의 인상을 줄 수 있다고 보아 간략히 해명한다. 나는 새먼 등에 의한 기존의 논의를 활용하는 지점에서는 그냥 ‘사건’이라는 표현을 따서 사용하지만 ‘사건’은 변화나 운동 같은 동적 요소를 포함하고 있다고 보아 그런 동적 양태의 사건 개념과 정적 양태의 상황이라는 개념을 포괄하는 의미로 ‘사태’라는 개념을 사용한다. ‘(2009년 6월 현재) 세종로 한가운데 광화문 앞에 이순신 장군의 동상이 서 있는 것’은 후자의 ‘상황’에 해당하고 ‘1968년 4월 그 자리에 이순신 장군 동상이 세워진 것’은 전자의 ‘사건’에 해당한다.

19) 여기서 ‘국소적 사건’(localized event)이란 앞에서 일종의 극한개념으로 제시된 점사건보다 시공간적으로 어느 정도 확장된, 우리가 ‘한 순간 또는 아주 제한된 시간에 일어난 특정한 사건’이라는 의미로 매양 거론하고 따지는 일상적 의미의 사건을 가리킨다. 국소적 사건의 규모는 아주 짧은 순간에 걸쳐 일어나기 때문에 점사건의 실례로 들 수도 있을 ‘알파입자의 충돌’부터 최소한 24시간 이상에 걸쳐서 진행된 ‘버락 오바마의 제44대 미국 대통령 취임’같은 경우까지 꽤 너른 분포를 가진다.

- “C로 인해 야기된 결과는 무엇인가?”
- “사태 C와 [C로 인해 야기되었다고 추정 혹은 주장되고 있는] 사태 E는 어떤 인과적 관계에 있는가?”

이것은 인과의 개념에 대한 논의에 중요한 힌트를 준다. 인과에 대한 논의는 우리가 어떤 항을 결과 혹은 원인의 자리에 놓고 그것의 원인 혹은 결과를 찾으면서 시작된다. 원인-결과의 후보에 해당하는 두 사건 간의 인과적 관계를 검토하는 경우도 물론 이에 포함시킬 수 있다. 무차별적인 점 사건들의 혼재 속에서 다짜고짜 ‘여기서 인과관계는 어떤가?’라고 묻는 일은 없고, 만일 있다면 부적절한 물음의 방식이다. 혹 것처럼 다듬어지지 않은 의문이 제기된 경우, 필요하다고 판단되면 우리는 그것을 위에서 제시된 형식의 물음들로 재구성하여 다루어야 한다.

방금 분류한 각 인과물음의 유형에 대해서는 인과벌레의 공간에서 다음과 같은 방식의 접근이 기대된다.

- (1) “왜 E와 같은 일이 일어났는가? 즉, E의 원인은 무엇인가?”:
 - ① 시공간에 주어진 점사건들의 분포에서 결과사태 E의 위치와 범위를 규정함으로써 결과 E를 정의한다.²¹⁾
 - ② E 주변의 시공간에서 사태들의 분포를 분석한다.
 - ③ ①에서 정의한 E를 꼬리 끝에 가진 인과벌레의 범위를 정의한다.
- (2) “C로 인해 야기된 결과는 무엇인가?”:
 - ① 시공간에 주어진 점사건들의 분포에서 원인사태 C의 위치와 범위를 규정함으로써 원인 C를 정의한다.
 - ② C 주변의 시공간에서 사태들의 분포를 분석한다.

20) “어쩌다 E와 같은 사물이 생겨났는가?”, “왜 A의 상태가 E와 같이 되었는가?” 등도 같은 범주에 속한다.

21) 이 결과사태 E는 복수로 즉 E_1, E_2 로(단, $E_1 \neq E_2$) 규정될 수도 있다. 예컨대 ‘이 두 사건의 배후에 존재한다고 생각되는 공통의 원인을 찾아보자’는 과제가 주어진다든가 그러할 것이다. 이 경우 인과벌레는 두 갈래의 꼬리를 가진 형태가 될 것이다. 물론 셋 이상의 꼬리를 가진 인과벌레도 얼마든지 가능하다. 원인항에 대해서도 같은 유비가 가능하리라는 점을 생각하면 인과벌레가 다양한 모양을 지닐 수 있다는 사실이 쉽게 드러난다.

③ ①에서 정의한 C를 머리로 하는 인과벌레의 범위를 정의한다.

(3) “사태 C와 [그로 인해 야기되었다고 추정 혹은 주장되고 있는] 사태 E는 어떤 인과적 관계에 있는가?”:

- ① 시공간에 주어진 점사건들의 분포에서 원인사태 C와 결과사태 E의 위치와 범위를 규정함으로써 원인 C와 결과 E를 정의한다.
- ② C와 E 주변의 시공간에서 사태들의 분포를 분석한다.
- ③ ①에서 정의한 C를 머리[가운데 하나]로 하고 E를 꼬리[가운데 하나]로 하는 인과벌레의 외연을 정의하거나, 그런 인과벌레를 규정하는 데 실패한다.

세 유형에 대해 제시한 ①-③의 절차는 형식적 분석일 뿐이므로 이것만으로는 임의의 두 사태가 주어졌을 때 양자의 인과관계를 평가하는 구체적인 지침을 도출하지 못한다. 그러나 이것은 최소한 인과에 대한 토론과 인과관계에 대한 설명을 객관화-체계화하는 방식에 기여할 것이다. 뿐만 아니라 이러한 도식은 복잡한 구조로 얽힌 인과관계를 가시화하는 방식으로, 또 부정적 인과(negative causation) 등 인과에 관해 제기된 몇 가지 철학적 질문에 적절한 해명을 제공할 수 있는 방식으로 유용성을 드러낼 것이다.

2) 인과벌레의 구성에서 돌이켜본 인과물음의 특성

방금 제시한 구도에서 중요한 사항은 인과에 대한 토론에서 4차원적 사건 공간에 우리가 벌레를 그린다는 것이다. 조금 더 정확히 얘기하면, 우리는 “처음부터 한 마리의 인과벌레를 명확히 그릴 수는 없더라도—벌레의 일부분을 그려 놓으면서 그것의 나머지 부분이 어떤 크기 어떤 모양을 지니고 어떻게 놓여있는지를 따지기 시작한다. 그리고 이렇게 첫 단계에서 그려지는 벌레의 머리나 꼬리는 그 인과물음이 묻어지는 인식적 상황에 의해 여러 점에서 상이한 특성을 갖게 된다.

인과에 대한 논의에서 발생하는 개념적 혼란과 거기서 연유된 비생산적 대립은 종종 결과향 또는 원인향에 대한 적절한 규정을 공유하지 않은 채 인과관계를 논하는 데서 발생한다. 다른 각도에서 말하자면 그것은 인과물

음이 명확하게 물어지지 않은 경우라고도 할 수 있다.

예컨대 '김연아가 2008년 12월 ISU 피겨스케이팅 그랑프리 파이널에서 트리플 살코를 하다가 넘어진 원인'을 분석하려는 경우를 생각해보자. 이 문제에서 결과항은 무엇인가? 그것은 물론 김연아가 그 경기 도중 넘어진 사건 혹은 사태다. 그러나 조금 더 따져보자. 비교적 단순하고 명료해 보이는 이 인과물음의 경우에도 결과의 범위는 저절로 명료하게 주어지지 않는다. 그것은 '초(超)주관적으로 주어지는' 대신 묻는 이 또는 대답하는 이가 '규정해야 하는' 항이다. 결과항의 범위를 규정하는 데 인과물음을 제기한 이가 예상하거나 의도하고 있는 원인항 후보에 대한 고려가 이미 영향을 미칠 수도 있다. 한 피겨스케이팅 해설가의 분석은 —그 경기를 지켜본 많은 이들의 느낌과 마찬가지로— 고국에서 엄청난 기대를 등에 지고 치른 그랑프리대회의 심리적 압박을 김연아가 평상시의 실력을 발휘할 수 없었던 이유로 들고 있다.²²⁾ 이런 관점에서는 결과항 범위의 시작점이 예컨대 그녀가 트리플 살코의 도약을 위해 무릎을 굽히는 시점까지 확장될 수 있을 것이다. 반면에 심리적 원인에 대한 고려가 배제된 순수한 기술적 분석의 맥락이라면 도약을 위한 준비 동작은 결과항이 아니라 원인항에 포함될 것이다.

'미네르바의 인터넷 게시물이 과연 20억 달러의 국고 손실을 초래했는가' 하는 논쟁처럼 개인의 심리적 요소를 넘어 사회적·역사적 배경이 연루된 인과물음의 경우 원인항-결과항의 규정은 더 어려워진다. 문제의 맥락에서 결과항은 무엇인가? 외환을 관리하는 당국은 일상적으로 외환을 사고 판다. 만일 손익이 외환 매입대금과 매도대금의 차이를 뜻한다면, 외환 당국의 일상적 행위에도 손익은 늘, 즉 사소한 의미에서 수반된다. 그렇다면 '20억 달러의 국고 손실'이라는 결과항은 정확히 어떻게 해석되어야 하는가? 또 매입대금과 매도대금의 차이는 특정한 날 혹은 특정 기간의 총 매입대금과 총 매도대금의 차이를 뜻하는가? 그것은 하나의 가능한 규정이지

22) Iceskating International Online이라는 웹사이트에 게재된 Alexandra Stevenson의 그랑프리 파이널 분석 기사 (<http://www.iceskatingintl.com/current/content/2008%20gpf.htm>) 참조.

만, 보통 우리가 재화를 사고판 손익에 대해 말할 때는 예컨대 그것을 3개월 전에 샀다가 어제 판값의 차이를 뜻한다는 사실을 고려하면 아주 자연스럽지는 않다. 물론 이 경우 일상적 어법과 달리 해당 전문분야에서 통상적으로 쓰이는 특수한 어법이 있을 수 있다. 그러나 그것 역시 역사와 맥락에 의존하는 규약과 관용의 산물이라는 점을 잊어서는 안 된다.

3) 인과개념의 자리

앞의 논의에서 얻을 수 있는 중요한 가르침 한 가지는, 동일한 문장으로 표현되는 인과물음에 대해서도 묻는 이와 대답하는 이가 가진 관심의 초점, 관심의 범위, 선지식 등 여러 가지 인식적 배경(epistemic background)에 따라 상이한 인과벌레가 그려질 수 있다는 것이다. 이로써 우리는 인과라는 문제가 중요한 의미에서 인식적 토대를 지니고 있음을 깨닫게 된다.

이것은 '인과가 근본적으로 세계의 속성이 아니라 정신이 그것에 부여하는 속성'이라는 주장의 편을 드는 것과는 다르다. 이 논문에 소개된 시도는 분명 인과를 시공간 속의 위치와 부피로 객관화되는 과정과 결부시킴으로써 인과에 대한 논의의 객관적 토대를 확보하려 한다.²³⁾ 이것은 논문에서 언급된 새먼의 지향점과도 일치한다. 그러나 나는 점사건들이 시공간 속에 그렇게 객관적으로 분포되어 있음에도 불구하고 구체적인 인과물음과 그에 대한 대답은 언제나 방금 언급한 인식여건 상대적 혹은 관점 상대적 특성을 가진다고 보며, 인과에 대한 철학적 논의에서 이 점이 반드시 고려되어야 한다고 생각한다.

이러한 견해를 뒷받침하기 위해 인과개념의 발생 이유를 따져보자. 나는 인과의 개념이 크게 두 가지 이유에서 발생하고 발달했다고 추측한다. 하나는 인간의 세계 이해라는 맥락에서의 유용성이다. 인과가 자연현상과 인간·사회현상을 포괄적이면서도 통일성 있게 이해하고 정리하는 기본틀로

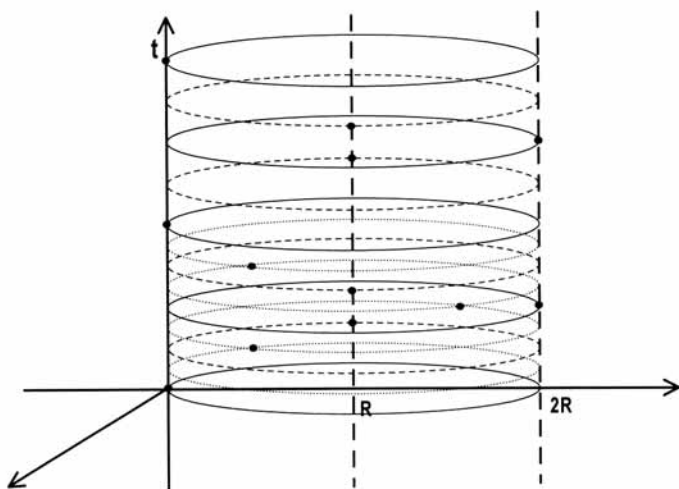
23) 나는 인과의 개념을 순수한 주관성과 (객관적인) 물리적 확률의 중간 지점에 위치시키려는 —그는 자기 인과개념을 'mental yet objective'라고 특징짓는다— Williamson(2005)의 작업 방향에 공감을 느낀다. 그러나 베이즈주의를 토대로 한 그의 프로그램이 성공적일지는 별도로 논의되어야 할 문제다.

작동했으리라는 것이다.²⁴⁾ 다른 하나는 인간 사회에 필요한 질서를 유지하는 중요한 방편으로서의 칭찬과 비난, 상과 벌, 그리고 책임관계를 규정하는 기준들이 된다는 의미에서의 유용성이다. 벌어진 사태의 원인(들)을—복수의 원인이 지목되는 경우 그것들 간의 경중과 더불어—지목하고 책임의 핵심소재를 규명하는 일은 예나 지금이나 사회적 질서의 기본 요건을 이룬다. 만일 인과라는 개념의 실질적 존재가치가 주로 이런 두 맥락에 놓여있는 것이 사실이라면, 인과에 대한 우리의 ‘객관적’ 판단에도 앞서 언급한 인식적 배경과 관점 등이 개입하는 것은 전적으로 자연스럽고 올바른 일일 것이다.

6. 원형경기장에서 회전하는 등대 불빛의 분석

이제 앞서 논의했던 원형경기장 등대의 경우를 인과벌레가 서식하는 4차원 시공간의 구조에서 한번 분석해보자. 다음 그림이 그런 분석을 도와줄 것이다. 우리가 종이 위에 표현할 수 있는 것은 기껏해야 3차원 구조로 제한되지만, 문제의 사례에서 불빛의 움직임은 2차원에 머물러 있는 것으로 간주할 수 있기 때문에 시간축을 포함하는 세 차원으로 사태의 추이를 그려낼 수 있다. 그림의 세로축은 시간을 나타내고 그것에 수직인 두 개의 축은 불빛이 움직이고 있는 평면의 두 차원을 나타낸다. 그러면 고찰의 대상인 불빛 사건들은 다음 그림에 나타난 원기둥의 둘레를 나선형으로 감고 올라가는 형태의 점들로 나타난다.²⁵⁾

24) 우리는 여기서 인과와 설명의 불가분적 관계에 대한 힌트를 얻는다. 주변의 현상을 인과라는 틀로 해석하고 정리하게 되는 것은 설명이라는 맥락에서 일어나는 일이다. (또 설명은 외부로부터 제기된 설명의 요구에 대한 대응으로서만이 아니라 생소하거나 납득하기 힘든 현상을 스스로 소화하는 과정에서, 즉 자기 자신의 이해를 촉발하는 방편으로 구성되기도 한다.) 아리스토텔레스의 ‘4원인’ 이야기도 설명과의 관계 속에서 이해될 수 있다. (이에 관해서는 Hulswit(2002), p.2 이하를 참조하라.) 인과와 설명의 관계를 주제로 한 논의는 다른 기회를 이용하기로 한다.



[그림 2]

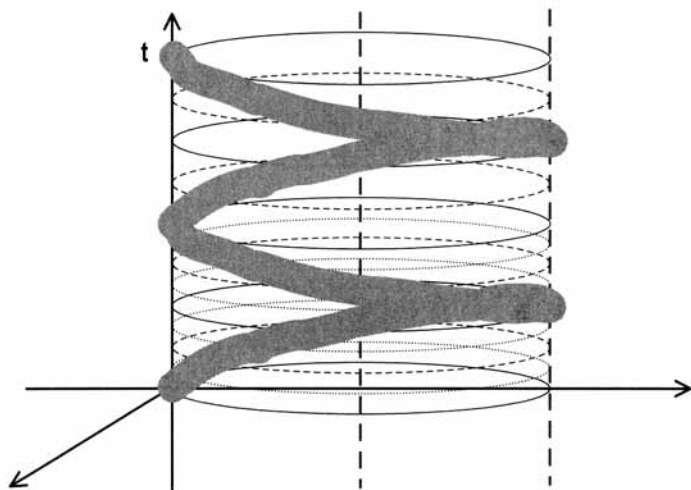
이 점들은 세로축의 값에 해당하는 시각에 경기장 둘레에 맺힌 불빛의 위치를 나타낸다.²⁵⁾ 그것은 그림에서 가로로 길쭉한 타원처럼 보이는 원의 둘레를 따라 움직인다. 새면을 따라 앞에서 살펴본 것처럼 그것은 그림에 나선형의 형태로 나타나는 연속적인 계열을 형성하겠지만, 분석의 편의를 위해 여기서는 0.5초(0초부터 2초까지) 또는 1초 간격(2초 이후)으로 표시하였다.

라이헨바하-새먼의 주장은 이 점들을 이은 곡선이 인과적 과정을 의미하지 않는다는 것이다. 인과벌레의 관점에서는 다음과 같이 말할 수 있다: 이 점들의 계열을 포함하는 적당히 날씬한 벌레를 가정하면, 그 벌레는 인과벌레의 성립조건을 충족하지 않는다.²⁷⁾ 다시 말해 그것은 인과벌레가 아니다.

25) 경기장 둘레에 비친 불빛은 한 순간도 끊이지 않고 지속되기 때문에 셀 수 없지만, 논의의 편의를 위해 특정한 시각에 나타난 불빛을 점사건으로 간주해보자.

26) 그림은 반지름이 120만km 즉 빛이 4초 동안 달려야 도달하는 거리와 같은 경기장에서 4초에 한 바퀴씩 회전하는 등대의 경우를 나타내고 있다.

27) '날씬한' 벌레를 상정한다는 것은 일단 이 사건 계열 혹은 현상 계열(series of phenomena)을 그 자체로 고찰의 대상으로 삼는다는 것을 의미한다. 이는 고찰의 관점이나 범위가 변경될 경우 벌레의 굵기나 모양도 달리 상정될 수 있음을



[그림 3]

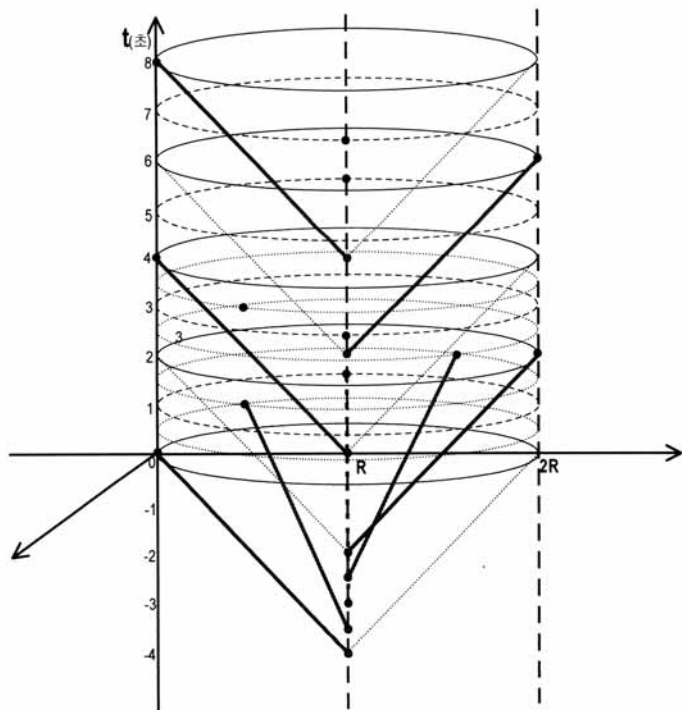
원기둥을 나선형으로 감고 올라가는 지렁이 모양의 저 벌레가 인과벌레가 되지 못한다는 사실은 간단한 테스트를 통해 판명된다. 그 몸통의 기울기가 4차원 시공간에서 특수상대성이론이 허용하는 범위 즉 ‘빛원뿔의 안쪽’이라는 범위를 벗어나고 있기 때문이다.²⁸⁾ 인과벌레가 빛원뿔 면보다 더 비스듬히, 즉 수평에 가깝게 누울 수 없다는 조건은 모든 인과 작용이나 신호의 전달은 빛의 속도를 초과할 수 없다는 특수상대성이론의 가르침을 전제로 한다. 물론 이것은 오늘의 물리학이 제안하는 관점에서 볼 때 여전히 건전한 전제이다.

그렇다면 문제의 경기장에서 진짜 인과관계의 구조를 반영하는 인과벌레는 어떤 모양으로 나타날까? 이 물음에 대답하기는 막상 쉽지 않다. 그러나 그 이유는 인과벌레가 못나서라기보다는 이 예가 이 논문의 궁극적

암시한다.

28) 이 조건을 좀 더 정확히 표현하자면 “4차원 시공간에서 임의의 점과 그것의 빛원뿔 바깥에 놓인 점은 인과적으로 무관하다”고 말할 수 있다. 위의 그림에서 빛원뿔은 대략 45도의 기울기로 나타날 터이므로, 예컨대 원점에 놓인 점과 2초 후 경기장의 반대편에 나타난 불빛에 해당하는 점은 그렇게 서로 무관하다.

지향점인 ‘현실세계의 인과’와는 거리가 있는 작위적 상황을 그리고 있기 때문이다. 여기서 그럴 듯한 인과벌레를 그리는 일은 쉽지 않지만, 이 등대 불빛에 대한 인과벌레 관점에서의 분석은 가능하고 또 단순하다. 그런 분석을 위해 할 일은 일단 사태의 추이를 4차원 시공간에 나타내보는 것뿐이다. 그것은 앞의 그림으로 이미 이루어졌다. 그러나 간과된 것이 있다. 바로 빛을 쏜 등대다. 경기장 둘레에 맺힌 불빛은 그 등대가 만들어 던진 것이다. 그 빛은 그림의 시공간 도식에서 정확히 빛원뿔의 경계면을 따라 움직인다. (그림에서 빛원뿔의 경계면은 시간축과 대략 45도의 각을 이룬다.) 다음 그림에서 원들의 중심—등대의 위치—을 지나는 축 위의 점들과 원 위의 점을 이은 굵은 선이 빛의 진행을 표시한다.



[그림 4]

원점에 놓인 점은 우리가 $t=0$ 이라고 규정한 시각 경기장 벽에 맺힌 불빛을 가리키고 있었다. 그러나 그것은 실은 4초 전에, 다시 말해 $t=4$ 일 때 등대를 출발한 빛이다. 이후 매 시각 경기장 둘레에 맺힌 불빛은 그보다 4초 이른 시각에 등대를 출발한 빛이 만든 것이다.

일견 조금 복잡해 보이는 그림이지만 [그림 4]는 문제의 사태에 대한 한 가지 중요하고도 투명한 인식을 촉발한다. 그것은 지금 경기장에서 일어나고 있는 일은 매 순간 등대에서 내던져진 빛이 그로부터 4초 뒤에 경기장 둘레에 도달하고 있는 것일 뿐이라는 사실이다. $t=4$ 에서 출발한 빛과 $t=3.5$ 혹은 $t=3$ 에서 출발한 빛은 서로 별개의 것이다. 마찬가지로, $t=0$ 에서 출발한 빛과 $t=\varepsilon$ (단, $\varepsilon>0$)에서 출발한 빛은 비록 ε 이 아주 작아서 경기장 둘레에 맺힌 둥근 불빛이 —일상적인 방식으로 어느 정도의 면적을 지닌, 예컨대 지름이 1m인 원형의 불빛을 생각하면 되겠다— 서로 90% 이상 중첩된다고 해도 서로 독립적인 사태다.

이런 상호독립성은 등대에 장치된 광원이 불규칙하게 깜빡거리는 상황을 가정해보면 더 분명하게 드러난다. 라이헨바하-새먼의 사고실험에서 암묵적으로 상정된 것처럼 깜빡거림 없이 계속 일정한 빛을 발하는 등대라면 두 번째 그림에서 비스듬한 선들로 나타난 등대 불빛의 세계선(world line)이 뻑뻑이 늘어지면서 나선형 갈래기 모양의 연속적인 면을 형성하겠지만, 깜빡거리는 등대 불빛의 세계선들은 그러지 않을 것이다. 만일 0.5초 간격으로 딱 한 개씩의 광자(photon)를 내던지는 등대를 가정한다면 그림에 나타난 것처럼 하나씩 셀 수 있는 우산살 모양의 세계선들만이 그려질 것이다. 그리고 이 경우 우리가 관찰하게 되는 것은 이따금 경기장 둘레에 반짝 하고 맺히는 빛점들뿐이다.

이상의 분석은 연속되어 있다고 보기에 충분할 만큼 서로 인접한 점사태들이라고 해서 반드시 하나의 인과벌레를 형성하지는 않는다는 사실을 확인시켜준다. 동시에 우리는, 일견 그럴 듯한 이유가 있는 벌레를 시공간에 그리고 나서 그 벌레 안팎에 분포한 사태들 간의 상호관계를 분석함으로써 그것이 진짜 인과벌레인지 아니면 —새먼이라면 사이비 과정이라고 불렀을— ‘무늬만 인과벌레’인지를 심사하는 방식의 순서도 가능하리라는 사실

역시 확인하게 된다.

7. 맺는 말

나는 인과에 대한 논의의 다양한 맥락을 하나로 묶을 수 있는 도식의 개략을 제안하였다. 그것은 시공간 속의 위치로 객관화되는 (점)사태들을 한 마리 4차원 벌레의 형태 안에 묶고 그 벌레의 외연과 내적 구조 그리고 특성을 분석하는 것이다. 이런 인과벌레의 구성은 머리부터 시작될 수도 있고, 꼬리에서 시작될 수도 있다. 또 물음의 대상이 되고 있는 두 사태를 각각 머리와 꼬리로 하는 벌레를 일단 상정하고 그것이 (어떤) 인과벌레인지 아닌지를 평가하는 것도 가능하다. 인과벌레의 이런 구성 방식은 어떤 인과 물음이 물어지고 있느냐에 따라 선택된다.

그렇게 구성된 인과벌레는 날씬할 수도 있고 찝막할 수도 있지만, 끝을 정확히 말할 수 없을 정도로 거대할 수도 있다. 그렇게 거대한 인과벌레는 모든 것이 모든 것과 인과적으로 연관되어 있다는 관념에 대한 일종의 정당화를 제공할 것이다. 뿐만 아니라 적당한 한 마리의 인과벌레를 놓고서 우리는 그 안에 들어있거나 그렇지 않은 두 사태 간의 인과적 관계를 분석하고 평가할 수 있을 것이다. 이것은 인과벌레의 도식이 두 사태 간의 인과적 관계를 평가한다는 실용적 맥락에도 기여할 수 있음을 암시한다. 인과벌레는 여러 원인의 결합이 낳은 단순한 결과나 단일한 원인이 촉발한 여러 결과 등 다양한 유형의 인과관계에 대한 통일적인 조망을 가능하게 할 것이고, 인과벌레들 간의 연결을 통해 인과의 연쇄나 아주 먼 인과적 관계, 그리고 다양한 유형의 복합적 인과관계에 대한 분석, 재구성, 평가의 바탕을 제공할 것이다.

이 논문에서는 충분히 드러내지 못했지만, 인과벌레의 구도는 (점)사태들을 —시공간적 배경과의 연결도 없이— 선이나 화살표로 연결하면서 진행하는 현행의 논의방식에 비해 중요한 장점들을 지니고 있다. 지면의 제약

과 논의의 효율성을 고려하여 이런 장점에 대한 분석과 '인과벌레'의 적용에 대한 세부적 논의는 다른 논문으로 미룬다.

참고문헌

- Dowe, P. "Causal Processes", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.), URL: <http://plato.stanford.edu/entries/causation-process>.
- Dowe, P./ Noordhof, P. (eds.)(2004), *Causes and Chance: Causation in an Indeterministic World*, London: Routledge.
- Hitchcock, C. (2004), Routes, Processes and Chance-Lowering Causes, in: Dowe et al. (eds.).
- Hulswit, M. (2002), *From Cause to Causation: A Peircean Perspective*, Dordrecht: Kluwer.
- Kim, J. (1991), Events: Their Metaphysics and Semantics, *Philosophy and Phenomenological Research*, 51/3.
- Mellor, D. H. (1995), *The Facts of Causation*, London: Routledge.
- Noordhof, P. (2004), Prospects for a Counterfactual Theory of Causation, in: Dowe et al. (eds.).
- Paul, L. A. (2000), Aspect Causation, *Journal of Philosophy* 97/4.
- Reichenbach, H. (1958). *The Philosophy of Space and Time*. New York: Dover. (이정우 옮김, 『시간과 공간의 철학』, 서광사)
- Russell, B. (1948), *Human Knowledge, Its Scope and Limit*, London: Allen&Unwin.
- Salmon, W. C. (1984), *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton: Princeton University Press.
- Salmon, W. C. (1998), *Causality and Explanation*, New York: Oxford

University Press.

Schaffer, J. (2005), Contrastive Causation, *Philosophical Review* 114/3.

Sosa, E./ Tooley, M. (eds.)(1993), *Causation*, Oxford: Oxford University Press.

Whitehead, A. N. (1920), *Concept of Nature*, Cambridge: Cambridge University Press.

Williamson, J. (2005), *Bayesian Nets and Causality: Philosophical and Computational Foundations*, Oxford: Oxford University Press.

Woodward, J. (2003), *Making Things Happen: A Theory of Causal Explanation*, Oxford: Oxford University Press.

Causal Worms in Space-Time: A Scheme for Analyzing Causation from a Process-Viewpoint

Ko, Insok

I suggest here a generalized scheme for discussion about causation which shall be useful for interpreting and evaluating causal relations among events and situations. The scheme will also be helpful for analyzing some philosophical problems around the concept of causation. It begins with analysis of the physical situation around the given question about causation in 4 dimensional space-time, then draws a worm-like structure which represents the dimension of causal complexity in question. In this paper I discuss some basic steps of causal-worm construction. I analyze the Reichenbach-Salmon case of the rotating beacon in an astrodome from my viewpoint, which will give an example for application of the scheme suggested here.

[Key Word] causation, 4 dimensional space-time, event vs. process,
Wesley C. Salmon, causal worm