

베이즈주의는 다양한 증거의 문제를 해결했는가?*†

천 현 득‡

요약: 다양한 증거가 같은 분량의 유사한 증거보다 가설을 더 잘 지지한다는 것은 어찌보면 뻔한 방법론적 이치이다. 베이즈주의는 이에 대한 정당화를 제공함으로써 또 하나의 실적을 쌓아올렸다고 주장해왔다. 그러나 웨인은 다양한 증거의 문제에 대한 베이즈적 정당화를 상관관계 접근과 제거적 접근으로 분류한 후, 두 접근 모두가 성공적이지 못하여 결국 베이즈주의가 심각한 난점에 빠졌다고 주장했다. 이 글은 다양한 증거의 문제를 해결한다는 것이 무엇인지를 해명하고, 그 문제에 대한 충분한 해결책이기 위한 세 조건, 즉 다양성 기준 조건, 유의미성 해명 조건, 확률 증가 조건을 제시한다. 이에 비추어 볼 때, 상관관계 접근은 두 번째 조건을 충분히 만족하지 못하여 부분적인 정당화에 머물렀고, 제거적 접근은 첫 번째 조건과 두 번째 조건 사이의 간격을 보여준다. 따라서 베이즈주의는 완전한 성공에 이르지 못했다. 그러나 이것이 베이즈주의에 대한 심각한 난점이 된다는 웨인의 주장은 근거 없다.

【주요어】 베이즈적 입증 이론, 다양한 증거의 문제, 상관관계 접근, 제거적 접근

* 접수완료: 2008.11.05/심사 및 게재확정: 2008.11.28/수정완성본접수: 2008.12.11

† 이 글의 초고는 여영서 선생님의 베이즈주의 과학철학 세미나를 통해 마련되었다. 흥미로운 논의를 이끌어 주신 데 대해 감사드린다. 이만큼이나마 논문의 모양새를 갖추게 된 것은 적절한 지적을 해주신 익명의 두 심사위원 덕분이다. 감사드린다. 끝으로, 유익한 토론을 해준 정동욱 선생에게 감사의 말을 전한다.

‡ 서울대학교 철학과 강사

베이즈주의 입증 이론은 20세기 후반기의 대표적인 입증 이론이다. 그것은 베이즈 정리를 중요하게 활용하고 베이즈 조건화 규칙을 도입하여, 증거가 알려지기 전과 후에 합리적 행위자가 가설에 대한 주관적 확률을 어떻게 변화시키는지 추적함으로써 과학적 추론 양식을 설명해낸다. 이 이론은 그 인기만큼이나 많은 비판을 받아왔는데, 지나친 이상화나 비현실적 가정에 대한 우려에서부터 오래된 증거의 문제, 사전확률의 주관성 문제까지 다양하다. 이 글에서는 다양한 증거의 문제를 비판적으로 검토한다.

왜 다양한 증거의 문제인가? 베이즈주의 입증 이론의 타당성을 평가하는데 있어서 이 문제를 다루는 것이 왜 중요한가? 이에 답하기 위해서는 먼저 다양한 증거의 문제가 무엇인지를 살펴보아야 한다. 다양한 증거가 동일한 분량의 유사한 증거보다 더욱 중요하며 가설을 더 잘 입증한다는 생각은 널리 받아들여지는 방법론적 격언에 속한다. 예컨대, 모든 까마귀는 검다는 가설에 대해 한 지역의 까마귀만 관찰한 결과보다는 여러 지역의 까마귀를 관찰한 결과가 더 좋은 증거가 된다. 문제는 왜 다양한 증거의 입증력이 유사한 증거에 비해 더 좋은가 하는 것이다. 바로 이것을 해명하는 일이 다양한 증거의 문제이고, 이 점에서 베이즈주의는 주목받을 만하다. 많은 베이즈주의자들은 이를 베이즈적으로 충분히 잘 해명했다고 주장해왔기 때문이다.¹⁾

게다가 다양한 증거의 문제는 베이즈주의가 성공적으로 해결했다고 평가되는 까마귀 역설이나 무차별적 입증의 문제, 듀엠의 문제와 입증의 국소화 문제 등과는 성격이 다르다. 열거된 문제들의 경우 문제의 해결이 어떤 종류의 “정당화”를 요구하지 않지만, 다양한 증거의 문제는 다양한 증거의 우수한 입증력에 대한 해명, 더 나아가 철학적 정당화가 문제풀이의 핵심이기 때문이다. 따라서 베이즈주의의 방법론을 평가하는 데 있어서 다양한 증거의 문제는 단지 사소한 기술적(technical) 문제가 아니라 그것의 역량과 한계를 검토해볼 수 있는 시험대로서 작용할 수 있다. 뿐만 아니라 그 문제의 풀이가 성공적일 경우 방법론에 대한 철학적 정당화라는 보다

1) Howson & Hurbach (1989/2006); Earman (1992); Horwich (1982)

일반적인 과학철학적 문제에 대해서도 시사점을 갖게 될 것이다. 그런 점에서 다양한 증거의 문제에 대한 베이즈적 해결책이 얼마나 타당한지 살피는 일은 중요한 과제가 될 것이다.

근래에 웨인(Andrew Wayne)은 베이즈주의자들이 다양한 증거의 문제를 푸는 방식을 크게 두 가지로 구분하고, 각각 상관관계 접근(correlation approach)과 제거적 접근(eliminative approach)으로 이름 붙였다. 그는 두 접근을 차례로 검토하여, 전자는 결정적으로 불완전하며 후자는 전혀 진척이 없다고 지적하면서, 베이즈주의가 심각한 난점에 직면했다고 주장했다.²⁾ 나는 웨인이 상관관계 접근과 제거적 접근으로 이름붙인 제안들과 이들에 대한 웨인의 비판을 재구성하여 소개하고, 이들에 대한 비판적 평가를 덧붙이는 방식으로 논의를 전개하겠다. 최종적으로 웨인의 비판이 베이즈주의에 치명적인 손상을 입혔는지, 아니면 베이즈주의가 다양한 증거의 문제를 훌륭하게 풀었는지를 평가하게 될 것이다.

1. 다양한 증거의 우수한 입증력에 대한 베이즈적 정당화

본격적으로 문제 해결에 들어가기 전에, “다양한 증거의 문제를 해결한다”는 것이 정확히 무엇을 의미하는지 이해하는 것이 중요하다. 이 점에서 입장을 달리하면 결론에 대한 평가에서도 의견을 달리할 수밖에 없기 때문이다. 그래서 비교적 정확한 문제의식을 지니고 있던 베이즈주의자인 호위치의 견해를 출발점으로 삼아 그 의미를 풀어보려한다. 그는 다양한 증거가 더 잘 입증한다는, 어쩌면 뻔한 방법론적 이치에 대한 “베이즈적 정당화”를 제공하려 한다고 말하면서 두 가지 기준을 제시하고 있다.

2) Wayne (1995)

(다양성 해명 조건) 한 가설에 대해 증거가 다양하다는 것이 무엇인지에 대한 비교적 명료한 해명(clear explication)을 제공하고,
 (확률 증가 조건) 그런 다양한 증거가 보다 균일한 증거 집합보다 가설의 확률을 더 크게 증가시킨다는 것을 보여야 한다.³⁾

이 두 조건이 다양성에 대한 “철학적” 정의나 필요충분조건을 요구하는 것은 아니라는 점을 주의할 필요가 있다.⁴⁾ 그래서 다양한 증거의 입증력에 대한 베이지적 정당화는 엄격한 철학적 정의 없이도 충분히 논의될 수 있어야 한다. 관건은 증거의 다양성에 대한 보다 깊은 이해를 줄 수 있느냐에 있는 것으로 보이기 때문이다.

나는 증거가 다양하다는 것이 무엇인지 해명하는 것이 중요한 문제임을 인정하지만, 조금 다른 방식으로 문제를 정식화하는 것이 문제의 핵심에 다가서는 길이라고 본다. 까마귀의 사례를 들어보자. 흔히, 월요일에 까마귀의 색을 관찰한 결과와 화요일에 까마귀 색을 관찰한 결과는 다양하지 않은 증거 집합을 구성하고, 서울에서 까마귀 색을 관찰한 결과와 파리에서 관찰한 결과는 다양한 증거 집합을 구성한다고 말한다. 그러나 전자를 다양하지만 유의미하지 않은 증거 집합으로 볼 수도 있다. 이런 직관을 따라서, 나는 두 경우 모두 증거의 다양성을 지니지만, 전자는 무의미한(pointless) 다양성으로 후자는 유의미한(significant) 다양성으로 볼 것을 제안한다.

험펠이 제시한 사례를 통해 이를 적용해보자.⁵⁾ 스넬의 법칙은 모든 광학적 매질의 쌍에 대하여, 입사각과 굴절각이 언제나 $\sin \alpha / \sin \beta$ 의 비율을 갖는다고 진술한다. 이를 시험하기 위해서는 매질들을 바꾸어보면서 실험할 수도 있고, 입사각을 바꾸면서 실험할 수도 있다. 그러나 장소를 옮겨서 고도가 높은 곳과 낮은 곳에서 실험을 할 수도 있고, 눈의 색깔이 검은 색

3) Horwich (1982), p. 118; “다양성 해명 조건”과 “확률 증가 조건”이라는 이름은 내가 붙인 것이다.

4) 스틸은 다양한 증거의 입증력에 대한 베이지적 정당화에서, 다양성에 대한 어떤 철학적 정의나 필요충분조건이 필수적인 것이 아니라고 본다(Steel 1996). 나는 그의 견해에 동의하는 편이다.

5) Hempel (1966), pp. 34-37.

의 실험자와 푸른 색의 실험자가 실험할 수도 있다. 우리는 이러한 실험적 절차를 통해 얻어진 증거들이 다양하다고 말할 수 있다. 매질을 바꾸는 경우와 실험자의 눈 색깔을 바꾸는 경우 모두 다양한 증거를 산출한다. 그러나 전자는 유의미한 다양성을 제공하지만, 후자는 그렇지 않다.

혹자는 제안된 정식화가 그저 말을 바꾼 것 외에 어떤 이점이 있는지 의심할 수 있고, 이는 정당한 의심이다. 내용 상 달라진 것은 없다.⁶⁾ 그러나 이런 사소한 재정식화가 다양성 해명 조건에 실상 두 가지 문제를 포함되어 있음을 드러내는 데 유용하다. 먼저, 이런 개념 규정은 다양성의 의미에 실린 무게를 가볍게 함으로써 “다양성” 자체의 의미를 둘러싼 무익한 논쟁을 종식시킨다. 한 증거 집합이 다양하다는 것은, 각 증거들이 하나의 변수나 매개변수(parameter)를 여러 가지로 변경함으로써 얻어졌다는 것 외에 어떤 것이 아니다. 매질을 바꾸든지 아니면 장소를 바꾸든지 마찬가지이다. 이를 받아들이면 배경지식이 변해도 다양하다는 점은 변하지 않는다. 변하는 것은 다양성의 유의미성이다.⁷⁾ 이제 “다양성 해명 조건”에 포함된 두 요소를 분리해보자.

한 가지 문제는 어떤 다양성이 유의미하고 어떤 것은 그렇지 않은지, 즉 증거적 다양성의 유의미성에 대한 기준을 설정하는 일이다. 또 다른 문제는 그런 기준을 만족하는 증거적 다양성이 무의미한 것이 아니라 왜 유의미한 것인지를 답하는 일이다. 이는 제시된 유의미성의 기준을 정당화하고 다양성을 유의미하게 만드는 요인이나 이유가 무엇인지 해명하는 작업을 통해 만족될 수 있다. 이는 각각 “유의미한 다양성의 기준 제시 조건”과

-
- 6) 나는 심리학의 frame effect를 염두에 두고 있다. 같은 내용을 담은 문장이라고 해도, 표현하는 방식에 따라서 사람들의 반응은 달라질 수 있다. 예컨대, 핵폭탄을 사용할 경우 절반의 사람을 살릴 수 있다는 말과 절반의 사람을 죽일 수 있다는 말을 들었을 때, 사람들은 반응은 동일하지 않다.
 - 7) 험펠은 증거를 다양하게 만드는 여러 방식들 중 어떤 것은 중요한 것으로 어떤 것은 무의미한 것으로 만드는 것은, 다양한 요소들이 (그 가설이 설명하려는) 현상에 미치는 개연적 영향(probable influence)에 대해 우리가 받아들이고 있는 배경가정들(basic assumptions)이라고 지적한다(Hempel 1966, 36). 그러나 그런 배경가정들이 의문시되고 일반적으로 무의미하다고 여겨지던 실험적 변인들을 시도하는 와중에 혁명적인 발견이 나타나기도 한다.

“증거적 다양성의 유의미성 해명 조건”이라고 이름붙일 수 있을텐데, 편의상 “다양성 기준 조건”과 유의미성 해명 조건”으로 줄여 부르겠다. 그러므로 증거적 다양성에 대한 베이즈적 정당화가 성공적인 것으로 평가받으려면, 다음의 세 조건을 적절히 만족해야만 한다.

(다양성 기준 조건) 한 가설에 대해 증거가 유의미하게 다양한 것으로 간주되기 위한 기준을 제시하고,

(유의미성 해명 조건) 제시된 기준을 만족하는 증거적 다양성이 유의미한 이유에 대한 비교적 명료한 해명을 제공하고,

(확률 증가 조건) 그렇게 규정된 다양한 증거가 보다 균일한 증거 집합보다 가설의 확률을 더 크게 증가시킨다는 것을 보여야 한다.

세 가지 조건 모두가 만족되어야 한다는 것을 다시 한번 강조할 필요가 있을 것 같다. 특히 두 번째 요소인 유의미성 해명 조건은 다양한 증거의 문제에 대한 베이즈적 “정당화”를 성취하기 위해 꼭 필요한 요소이다. 유의미성 해명 조건이 일견 불필요해 보일 수 있는데 이는 서로 연결된 두 가지 인상 탓으로 보인다. 첫째는 다양성 기준 조건과 확률 증가 조건만으로 문제에 대한 충분한 해결책이 된다는 생각이고, 둘째는 두 번째 조건이 요구하는 바가 사실 나머지 두 조건의 결합이 이야기하는 것 이상을 요구하지 않기 때문에 군더더기같다는 인상이다. 그러나 이 같은 두 가지 인상은 근거 없는 느낌일 뿐이다.

첫 번째 인상이 그릇된 것은, 두 조건의 만족이 베이즈적 “재기술”을 위해서는 충분하지만 베이즈적 정당화를 위해서는 충분치 않기 때문이다. 임의로 설정된 기준을 통과하면 유의미하게 다양하다고 규정한 후, 그렇게 규정된 증거적 다양성이 사후 확률을 더 크게 높인다는 것을 보인다고 해서, 그것이 특정한 인식 규범에 대한 정당화를 제공했다고 보기는 어렵다. 두 번째 인상은 다양성의 유의미성이 결국 확률의 증가에 의해 결정된다고, 따라서 다양한 증거일수록 확률을 더 크게 증가시키기 때문에 유의미하다고 가정하기 때문에 생겨난다. 그러나 우리가 베이즈적 정당화에 기대하는 것은 그 이상이다. 그런 방식으로는 증거적 다양성에 대한 보다 깊은

이해를 얻는 것이 불가능하다. 만일 우리가 왜 유의미하게 다양한 증거 집합이 확률을 보다 더 증가시키는지 묻는다면, 유의미하게 다양한 증거 집합은 사후 확률을 더 크게 높이는 증거 집합이기 때문이라고 답해야 할 것이다. 이는 순환적이거나, 그렇지 않더라도 증거적 다양성에 대한 이해를 가져다준다고 볼 수 없다. 따라서 왜 특정한 다양성이 유의미하게 되는지를 규명해야 할 별도의 필요성이 제기된다.

더 나아가, 유의미성 해명 조건을 얼마나 잘 만족하는가 하는 것이 증거적 다양성의 규범을 얼마나 잘 정당화했는가를 나타내는 지표이기도 하다. 증거적 다양성의 유의미성을 해명하기 위해, 예컨대 단순히 기준이 직관에 부합한다고 주장함으로써 정당화를 피할 수 있지만 이는 얕은 정당화로 보인다. 보다 깊은 수준의 정당화 논변이나 근거를 제시할 수 있을 때 완전한 정당화가 이루어졌다고 할 수 있다. 따라서 정당화의 질을 평가하는 데 있어서도 두 번째 조건은 필수적이라고 하겠다.

이제 나는 상관관계 접근과 제거적 접근을 소개하고, 이에 대한 웨인의 비판과 그것의 적절성을 검토하는 동시에 베이즈적 정당화에 대한 나 자신의 평가를 덧붙이도록 하겠다.

2. 상관관계 접근

월요일에 까마귀의 색을 관찰한 결과와 화요일에 까마귀의 색을 관찰한 결과는 유사한(무의미하게 다양한) 증거 집합으로 간주되지만, 서울에서의 관찰결과와 파리에서의 관찰결과는 유의미하게 다양한 증거로 여기는 이유는 무엇일까? 우리가 어떤 증거의 변주(variation)들을 유사하지 않다고, 혹은 유의미하게 다양하다고 판단하는 것은 하나의 사실로부터 다른 사실로 추론할 근거가 별로 없기 때문이다. 예컨대, 서울에서 관찰한 까마귀의 색을 바탕으로 파리에서 관찰한 까마귀의 색을 추론할 근거가 많지 않다는 뜻이다.

하우슨과 어박은 이런 단순한 직관을 확률적으로 포착해냈다.⁸⁾ 두 개의 증거로 구성된 단순한 증거 집합 $e=\{e_1, e_2\}$ 을 고려해보자. 증거 집합 이 (유의미하게) 다양하다는 것은 확률적으로 $P(e_2|e_1)$ 이 $P(e_2)$ 보다 실질적으로 크지 않다는 것으로 표현할 수 있다. 반대로 $P(e_2|e_1)$ 가 $P(e_2)$ 보다 크다는 것은 두 증거가 유사하다(무의미하게 다양하다)는 것을 뜻한다. 그래서 증거 집합의 유사성은 구성 원소들의 확률적 유관성(probabilistical relevance)에 의해 측정될 수 있다. 즉, 증거들의 확률적 유관성이 적은 경우에 그 증거 집합은 다양하다.

웨인은 두 증거 사이의 유사성의 측도(measure) $S(e_1, e_2)$ 를 다음과 같이 제안했다.

$$S(e_1, e_2) \equiv \frac{P(e_2|e_1)}{P(e_2)} \quad (1)$$

그래서 $P(e_2|e_1)$ 가 $P(e_2)$ 보다 크면 클수록, 유사성 측도 $S(e_1, e_2)$ 가 커진다. 즉, 유사성이 커진다. 또한 이 식은 조건부 확률의 정의에 따라서, (증거에 대한 확률값이 0이 아닌 경우) 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$S(e_1, e_2) \equiv \frac{P(e_1, e_2)}{P(e_1)P(e_2)} \quad (2)$$

이 식에 따르면, 두 증거가 확률적으로 독립인 경우 유사성 측도 $S(e_1, e_2)$ 는 1이 되고, 이 경우 두 증거는 가장 다양한 증거 집합으로 간주된다. 반대로 유사한 집합의 경우에는 $S(e_1, e_2)$ 가 1보다 매우 커지게 된다.⁹⁾

8) Howson & Urbach (1989), pp. 114-115.

9) 나는 웨인의 제안을 조금 수정하면 직관에 더욱 부합한 측도가 될 것으로 생각한다. 웨인의 정의에서는 S가 1보다 작은 경우도 존재하는데, 이는 두 증거가 독립

이어만은 이러한 방식을 확장하여 자료 집합이 둘 이상의 원소를 포함하는 경우로 일반화시킨다.¹⁰⁾ 증거 집합 E 를 $\{e_1, e_2, \dots, e_k\}$ 라고 하고 E' 을 $\{e'_1, e'_2, \dots, e'_k\}$ 이라고 한다면, k 가 증가함에 따라서 $P(e_k | e_1 e_2 \dots e_{k-1})$ 이 $P(e'_k | e'_1 e'_2 \dots e'_{k-1})$ 보다 천천히 증가할수록 E 는 E' 보다 다양한 집합이라고 말할 수 있다. 즉, $P(e_k | e_1 e_2 \dots e_{k-1})$ 의 증가율이 증거의 다양성을 결정짓는 요인인 것이다. 그것이 천천히 증가하면 증거 집합은 보다 다양해지고, 빨리 증가하면 증거 집합은 유사한 것으로 취급된다.

이제 베이즈 정리를 이용하여 다양한 증거가 우수한 입증력을 갖는다는 것을 보이는 것은 어렵지 않다. 가설 h 가 e 를 함축하는 경우를 생각해보자.

$$P(h|E) = \frac{P(h)}{P(e_1)P(e_2|e_1)\dots P(e_k|e_1 e_2 \dots e_{k-1})} \quad (3)$$

이 식의 우변에서 $P(e_k | e_1 e_2 \dots e_{k-1})$ 이 천천히 증가하면 분모가 더 작아지게 되어 h 의 사후 확률은 더욱 커지게 된다. 정의상, 다양한 증거는 $P(e_k | e_1 e_2 \dots e_{k-1})$ 를 천천히 증가시키는 것이고, 따라서 우리는 어떻게 다양한 증거가 유사한 증거보다 가설의 확률을 더 많이 높이는지 보게 되었다. 상호관계 접근은 이제 다양한 증거가 무엇인지 하는 것과 그것이 어떻게 가설의 확률을 높이는지를 모두 설명한 것처럼 보인다.

그러나 웨인은 이어만이 $P(e_k | e_1 e_2 \dots e_{k-1})$ 의 증가율에 기여하는 두 요

적인 것도 유사한 것도 아니다. 확률적으로 보아서는 부정적 상관(negative correlation)의 관계를 맺고 있다고 해야 할 것이다. 만일 유사성 측도를 다음과 같이 수정하면 위와 같은 상황을 깔끔하게 정리할 수 있다.

$$S(e_1, e_2) \equiv \log \frac{P(e_2 | e_1)}{P(e_2)} \quad (2')$$

이제, 두 증거를 확률적으로 독립적인 경우 유사성 측도 S 는 0이 되고 전혀 유사하지 않다는 뜻이 된다. 유사한 집합의 경우에는 S 가 양수가 될 것이다. 부정적 상관관계의 경우 S 는 음수를 갖는다. 이로써 유사성과 유사성 측도의 관계 설정은 매우 자연스럽게 정리된다.

10) Earman (1992), p. 78.

소를 구별하지 못했다고 비판한다. 이를 보기 위해 S_k 를 다음과 같이 정의해보자.

$$S_k \equiv \frac{P(e_k | e_1 e_2 \dots e_{k-1})}{P(e_k)}, \text{ 따라서 } P(e_k | e_1 e_2 \dots e_{k-1}) = P(e_k) S_k \quad (4)$$

그러면 $P(e_k | e_1 e_2 \dots e_{k-1})$ 의 증가율은 증거들 간의 확률적 상관관계에 의존할 뿐만 아니라 개별 증거들의 사전확률에도 의존하게 된다. 이어만을 이점을 명확히 구분하지 못하고, 두 요소를 혼동했다고 볼 수 있다.¹¹⁾ 그러나 이 점은 웨인 자신이 인정했듯이 쉽게 치유될 수 있는 것이다. 개별 증거들의 사전 확률이 비슷한(comparable) 경우에는 아무런 문제가 발생하지 않기 때문이다. 증거적 다양성에 대한 방법론적 격언을 다시 떠올려보자. 그것은 무조건적인 규범이 아니다. 그것은 다른 조건들이 같다면(ceteris paribus) 다양한 증거가 더 좋다는 것을 말하는 것이다. 개별 증거들의 사전 확률이 동일하지 않은 경우라면, “다른 조건들이 같다면”이라는 전제를 위배하는 것이고, 따라서 그것이 이어만에 대한 심각한 비판이 될 수 없다.

상관관계 접근에 대한 웨인의 두 번째 비판은 이보다 더 근본적인 것이다.¹²⁾ 맥스웰 이전에는 전자기 현상과 광학 현상은 다양한 것으로 간주되었지만, 오늘날 둘은 매우 유사한 것으로 판단된다. 그래서 다양성에 대한 판단은 주어진 이론적 맥락에 상대적이다. 그래서 그는 다양성 판단이 어떻게 이론적 맥락에 의존하는지에 대한 베이즈적 해명이 성공적으로 이루어지지 않는다면, 상관관계 접근은 결정적으로 불완전하다고 주장한다.

이어만을 다시금 읽어본 독자는 조금 의아해 할 것이다. 이어만의 논의에서는 모든 확률 함수가 배경지식 K 에 대해 조건화되어 있는 것으로 표현되어 있다. $P(e_2 | e_1)$ 은 그의 책에서 $P(e_2 | e_1, K)$ 과 같은 형태를 취하고 있다. 이는 배경지식을 고려함으로써 유사성 측도의 값이 달라질 수 있고,

11) Wayne (1995), pp. 114-115

12) Wayne (1995), pp. 115-116

$P(e_k | e_1 e_2 \dots e_{k-1}, K)$ 의 값도 배경지식에 따라서 그 증가율이 달라질 수 있음을 뜻한다. 맥스웰 이전의 이론적 맥락에서는 전자기 현상과 광학 현상의 증거의 확률적 연관성이 작았지만, 그 이후에는 확률적 연관성이 1에 가까워질 수 있는 것이다. 게다가 이어만 자신이 이점을 분명히 지적하고 있다.

증거의 다양성이라는 개념은 배경 가정들 K 에 상대화되어야 한다. ... 예를 들어, 과학혁명 이전에는 천체의 운동은 지상계의 투사체 운동과는 다른 종류에 속하는 것으로 보였으나, 뉴턴 이후에 그것들은 꼭 닮은 것으로(peas in a pod) 보인다.¹³⁾

이렇듯 이어만이 배경 가정들의 영향에 대해 진지하게 고려했다면, 그가 배경지식을 고려하지 않았다는 비판은 잘못된 것으로 보일 수도 있다.¹⁴⁾ 그러나 웨인이 요구하는 것은 그 이상이다. 그는 (유의미한) 다양성에 대한 판단이 어떻게 이론적 맥락에 영향을 받는지를 해명할 수 있어야 비로소 상관관계 접근이 완전해질 수 있다고 주장하는 것이다. 그저 확률값을 배경 가정들에 대해 상대화하는 전략은 다양성 판단이 이론적 맥락에 의해 영향받는 방식을 해명하라는 요구를 만족시킬 수 없다. 그러면 무엇을 더 보여주어야 하는 것일까?

한 가지 단서는 무엇이 이론적 맥락을 구성하는지 살펴보는 것이다. 이어만이 확률 함수를 상대화한 K 는 대개 현재 수용되고 있는 유관한 지식의 총체를 말한다. 그러나 배경 가정이 동일하다고 할지라도, 현재 고려되고 있는 가설이 무엇인지에 따라서 증거들은 다양할 수도 유사할 수도 있다. 예를 들어, 우리의 배경 가정 K 에 따르면, 고도가 높은 곳에서의 빛의 굴절 실험과 고도가 낮은 곳에서의 실험은 유의미하게 다양한 증거를 구성하지 못한다. 그러나 중력과 빛의 상호작용으로 인해 고도에 따라서 입사각과 굴절각의 사인 비율이 달라질 수 있음을 함축하는 어떤 가설이 제시

13) Earman (1992), p. 79.

14) 스틸의 경우, 웨인의 비판이 공정하지 못하다고 대응한다(Steel 1996, pp. 667-668).

되었고 지금 이 가설을 시험하려 한다고 가정하자. 그러면 우리는 고도를 달리하는 실험들을 다양한 것으로 보는 것이 자연스럽게 된다. 그렇다면 배경 지식 뿐 아니라 문제의 가설도 이론적 맥락의 구성요소로 포함시켜 분석해야 할 것이다.

마이어볼드의 연구는 이 점에서 주목할 만하다.¹⁵⁾ 그는 조건화된 유사성 측도를 도입함으로써 가설이 증거적 다양성에 미치는 영향을 포섭하고자 했다. 먼저, 일반적인 유사성 측도 $\mathcal{S}_{e_1, e_2, \dots, e_n}$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}\mathcal{S}_{e_1, e_2, \dots, e_k} &= \frac{p(e_2|e_1)}{p(e_2)} \times \frac{p(e_3|e_1e_2)}{p(e_3)} \times \dots \times \frac{p(e_k|e_1e_2\dots e_{k-1})}{p(e_k)} \quad (5) \\ &= \frac{p(e_1e_2\dots e_k)}{p(e_1)p(e_2)\dots p(e_k)}\end{aligned}$$

그리고는 조건화된 유사성 측도를 다음과 같이 도입하자.

$$\mathcal{S}_{e_1, e_2, \dots, e_k|h} = \frac{p(e_1e_2\dots e_k|h)}{p(e_1|h)p(e_2|h)\dots p(e_k|h)} \quad (6)$$

이제, 마이어볼드는 기존의 베이즈주의자들이 놓치고 있던 지점을 지적한다. 다양한 증거의 입증력에 영향을 미치는 것은 유사성 측도 $\mathcal{S}$ 가 아니라 그것과 조건화된 유사성 측도의 비, 즉 $\mathcal{S}(\cdot|h)/\mathcal{S}(\cdot)$ 에 있다는 것이다. 왜냐하면 증거 E 를 $\{e_1, e_2, \dots, e_k\}$ 라고 할 때, 사후 확률은 다음과 같기 때문이다.

15) 그는 상관관계 접근의 대표적 옹호자인 하우슨과 어박의 설명이 특수한 경우에만 적용되는 것이라고 비판하고, 이는 가설이 증거의 다양성에 미치는 영향을 적절히 고려하지 못했기 때문이라고 주장한다.(Myrvold 1996, pp. 662-663)

$$p(h|E) = p(h) \times \frac{S(e_1, e_2, \dots, e_k|h)}{S(e_1, e_2, \dots, e_k)} \times \frac{p(h|e_1)}{p(h)} \times \frac{p(h|e_2)}{p(h)} \times \dots \times \frac{p(h|e_k)}{p(h)} \quad (7)$$

증거 E의 입증도는 각각의 증거 e_i 들의 입증도와 $S(\cdot|h)/S(\cdot)$ 의 곱으로 이루어진다. 그런데 기존의 논자들은 조건화된 유사성 측도의 중요성을 깨닫지 못했기 때문에 불완전한 논의에 머물렀다. 그들의 논의는 가설 h가 모든 증거를 함축하는 특수한 사례에서만 참이다. 그 경우 $S(e_1, e_2, \dots, e_k|h)$ 은 1이 되기 때문이다. 따라서 다양성의 평가 기준이 단지 유사성 측도 $S(\cdot)$ 가 아니라 고려되고 있는 가설의 영향을 고려한 $S(\cdot|h)/S(\cdot)$ 이라는 점을 밝힌 것은 마이어볼드의 중요한 기여라고 할 수 있다.

단지 배경지식 뿐 아니라 가설의 기여도 함께 고려함으로써, 웨인의 지적사항이 해소되었는가? 가설 및 배경가정에 상대화함으로써 그 영향을 확률값 속에 반영하긴 했지만, “어떻게” 영향을 미쳤는지에 대한 해명은 찾기 어렵다. 바로 이 부분이 웨인이 요구하는 부분이다. 따라서 웨인의 요구사항이 정당하다면, 여전히 상관관계 접근은 불완전하다고 해야 할 것이다. 문제는 그 요구사항이 합당한 것인가 하는 데 있다.

나는 앞에서 증거적 다양성의 우수한 입증력에 대한 베이즈적 정당화가 성공하려면 세 가지 조건을 적절히 만족해야 한다고 주장했다. 그리고 추가적으로 만족시켜야 할 조건은 없다. 그런데 웨인의 요구사항은 세 조건 중 어디에 속하는지 분명치 않다. 상관관계 접근에서 증거적 유사성은 확률적 유관성에 의해 포착되고, 따라서 배경지식과 가설에 대해 조건화된 확률이 특정한 방식으로 고정되면 주어진 증거 집합의 유사성 관계도 고정된다. 그때의 확률이 배경지식과 가설을 고려함으로써 부여된 것이기 때문에, 유사성에 대한 판단도 배경지식과 가설을 고려한 것으로 간주되는 것이 자연스럽다. 가설 및 배경가정이 어떻게 확률값 속으로 반영되는지에 대한 설명을 요구하는 것은, 적어도 표준적인 베이즈주의의 기본 틀¹⁶⁾ 하에서라면, 과도해 보인다.¹⁷⁾

이제, 상관관계 접근을 평가해보자. 우선 상관관계 접근은 다양성 기준 조건과 확률 증가 조건에 대해 적절히 만족시킨 것으로 보인다. 그것은 언제 증거 집합의 다양성이 유의미한지의 기준을 제시했다. 즉, $S(e_1, e_2)$ 가 1에 가까울수록 혹은 $P(e_k | e_1 e_2 \dots e_{k-1})$ 의 증가속도가 느릴수록 증거 집합은 유의미하게 다양하다. 가설과 배경지식을 고려할 경우, 일반적 유사성 측도와 조건화된 유사성 측도의 비율인 $(S \cdot |A|/S \cdot)$ 로서 증거적 다양성의 유의미성이 평가된다. 또한 그러한 다양한 증거 집합이 그렇지 않은 증거 집합에 비해 가설의 사후 확률을 더 많이 높인다는 것도 손쉽게 보여주었다. 그렇다면 상관관계 접근의 성공은 유의미성 해명 조건의 만족 여부에 달렸다.

상관관계 접근에서 증거들의 다양성을 무의미한 되풀이가 아니라 유의미한 것으로 만들어주는 것은 도대체 무엇인가? 1절에서 논의된 것처럼, 이에 대해 적절히 답변할 수 없다면 상관관계 접근이 제시하는 답변은 배이즈적 정당화라기보다는 배이즈적 재기술에 그칠 가능성이 많다.¹⁸⁾ 상관

16) 여기서 기본 틀이라고 한 것은 확률을 인식자의 주관적 신념도로 간주하고, 조건화 이전의 사전확률에 특별한 제한조건을 부과하지 않음으로써 개인차를 인정하며, 수렴정리를 통해 사후 확률의 개인차를 배제하는 주관적 배이즈주의의 한 형태를 말한다.

17) 웨인이 요구하는 바, “어떻게”를 해명하는 것은 특정한 배경정보에 상대적으로 확률값을 매기는 일반적인 절차와 방법을 해명하라는 요구로 읽을 수 있다. 이는 사전 확률을 부여하는 개개인의 차이를 부각하거나 객관적 배이즈주의의 가능성을 부정하는 방식으로 비판을 극대화할 수 있을 것이다. 그러나 이는 주관성의 문제를 지적하는 것에 다름 아니다. 물론 주관성의 문제를 해결하지 않는 한 다양한 증거의 문제를 해결할 수 없다는 식으로 주장할 수 있다. 그러나 별도의 논의가 필요한 커다란 문제를 끌어오는 것은 다양한 증거의 문제가 지닌 독특한 특성을 놓치는 것이며, 올바른 평가를 내리기 보다는 하나의 문제영역을 또 다른 문제영역으로 옮겨놓는 것이다. 따라서 나는 다양한 증거에 대한 상관관계 접근이 주관성의 문제에 대한 또 다른 부담으로 작용할 가능성이 있다는 것을 인정하지만, 배이즈주의의 난점으로 지목된 다른 문제들과 어느정도 독자적으로 논의될 수 있는 부분만을 다루는 것이 좋다고 본다.

18) 실제로 동일한 문제를 배이즈주의의 용어로 재기술하는 데 그치는 것은 아닐 것이다. 일상어로 기술된 증거적 다양성의 규범 그 자체는 그 규범이 좋다는 것과 언제나 성립한다는 것을 보여주지 못한다. 그러나 첫 번째 조건과 세 번째 조건

관계 접근의 옹호자들이 이에 관한 적극적인 논변을 제시한 바는 없으나, 이를 짐작해볼 수 있다. 그것은 하우슨과 어박이 출발했던 직관에 호소하는 것이다. 왜 특정한 확률적 관계를 통해 규정되는 증거 집합이 유의미하게 다양하다고 말할 수 있는가? 그것은 우리의 직관에 부합하기 때문이다. 우리가 증거 집합에 대해 갖는 다양성에 대한 직관적 판단은 확률적 관계를 통해 정의되는 다양성 측도와 함께 공변한다.

요컨대, 제시된 기준을 만족하는 증거적 다양성이 유의미한 까닭은 다양성에 대한 우리의 직관적 판단 및 ‘다양함’에 대한 우리의 일상적 언어 사용과 전반적으로 일치하기 때문이다. 이는 분명히 유의미성 해명 조건에 대해 한 가지 답변으로 간주될 수 있다. 그러나 이 해명이 충분한지는 별개의 문제이다. 나는 위의 답변이 충분하거나 완전하지 않다고 보는데, 이런 평가에는 적어도 두 가지 이유가 있다. 첫째, 만일 제거적 접근이 다양성에 대한 상이한 직관에서 출발하여, 자신의 접근 방식이 직관에 부합하기 때문에 정당하다고 주장한다고 하자. 우리의 직관적 판단과 대체로 공변하는 다양한 기준들이 제시될 수 있다면, 증거들 간의 확률적 유관성을 통해서 규정되는 다양성 기준을 우리는 왜 받아들여야 하는가? 직관에만 호소하는 것은 증거적 다양성에 대한 충분한 해명일 수 없다. 둘째, 다양한 증거의 문제에 대한 좋은 해결책이기 위해서는 증거적 다양성에 대한 보다 깊은 이해를 우리에게 줄 수 있어야 한다. 그러나 특정한 기준을 제시하고 그 기준이 우리의 직관에 부합한다고 주장하는 것이, 증거적 다양성에 대한 우리의 이해에 어떤 깊이를 더해주는지 알 수 없다.

상관관계 접근은 필자가 제안한 세 조건을 얼마간 만족시킴으로써 다양한 증거의 우수한 입증력을 베이지적으로 얼마간 정당화했다고 볼 수 있다. 그렇지만 그런 정당화는 적극적인 논변에 의존해 있지 않고 다양성에

이 만족되지만 하면, 그 규범의 베이지적 버전이 언제나 성립함을 보일 수 있다. 즉, 언제나 제시된 기준을 만족하는 증거집합은 더 좋은 증거집합임을 확률계산을 통해 보일 수 있기 때문에, 규범의 필연성 혹은 예외없는 성립을 보여주는 셈이다. 따라서 그것만으로도 의미있는 진전이라 할 수 있다. 그러나 지금의 초점은 “정당화”에 있다.

대한 우리의 이해를 심화시켰다고 보기도 어렵기 때문에, 충분한 정당화에 이르지 못하고 얇은 정당화에 머물렀다.

3. 제거적 접근

웨인은 다양성 판단이 이론적 맥락에 의해 영향 받는 방식을 성공적으로 보여주지 못한다면, 상관관계 접근은 불완전하다고 주장했다. 그리고 그는 호위치가 정확히 그것을 겨냥해서 자신의 이론을 전개했다고 본다. 물론 나는 그것을 보여주는 것이 문제의 해결에 필수적인 것은 아니라고 주장했다. 하지만, 그것을 보일 수 있다면 증거적 다양성에 대한 이해를 넓혀줄 것으로 기대할 수 있다.

호위치는 다양한 자료들은 가장 그럴듯한 경쟁 가설들 중 많은 수의 가설들을 제거하는 경향이 있다는 직관으로부터 출발한다. 이로부터 그는 다양한 증거의 기준을 제시한다. 유의미하게 다양한 자료는 유사한 자료들보다 그럴듯한 경쟁 가설들을 보다 효과적으로 제거하는 경향이 있다. 보다 정확히 말해, 어떤 증거 집합은 가장 그럴듯한 경쟁 가설들 중 대다수의 가설들에 대해서 가능도가 낮은 경우 유의미하게 다양하다(significantly diverse).¹⁹⁾ 이를 보다 형식적으로 분석하면 다음과 같다. 먼저 $\{h_1, h_2, \dots, h_n\}$ 을 상호배타적이면서 집합적으로 총망라하는 가설들의 집합이라고 하고, h_1 이 우리가 관심을 가지는 시험 가설이라고 하자.

(H) 너무 적지 않은 사전 확률을 가진 대다수의 대안 가설들 h_j 에 대해서, 다음의 식을 만족하는 경우 그리고 오직 그 경우에만 e 는 e' 보다 다양한 자료 집합이다.

$$p(e|h_i) < p(e'|h_i)$$

19) Horwich (1982), p. 118

이제 e 가 e' 보다 다양한 자료 집합이라면, e 가 h_1 을 더 잘 입증한다는 것을 보이면 된다. 가설 h_1 이 e 와 e' 을 모두 함축한다고 가정했을 때, $p(h_1|e)$ 와 $p(h_1|e')$ 의 값을 비교함으로써 그것을 보일 수 있다.

$$\frac{p(h_1|e)}{p(h_1|e')} = \frac{p(h_1)+p(h_2)p(e'|h_2)+\dots+p(h_k)p(e'|h_k)}{p(h_1)+p(h_2)p(dh_2)+\dots+p(h_k)p(dh_k)} \quad (8)$$

그런데 (H)로부터 대부분의 가설들에 대해 $p(dh_j) < p(e'|h_j)$ 가 성립함으로, 분자가 분모보다 크고 따라서 $p(h_1|e)$ 가 $p(h_1|e')$ 보다 크다는 결론이 따라나온다.²⁰⁾ 다양한 증거가 동일한 가설을 더 잘 입증함으로 보인 것이다.

웨인은 이 접근 안에 비일관성이 내재해 있다고 비판한다.²¹⁾ 호위치가 시험 가설 h_1 은 증거 집합 전체를 함축하는 결정론적 가설로 가정한 반면, 다른 가설들은 그렇지 않은 통계적 가설로서 제시했기 때문이다. 비교가 이루어지려면 같은 종류끼리 비교해야하지 않을까? 즉, 결정론적 가설은 결정론적 가설끼리, 통계적 가설은 통계적 가설끼리 비교해야 공정하다는 것이다. 통계적 가설끼리 비교하는 것은 우리가 다루었던 경우를 특수한 사례로 포함시킬 수 있는 보다 일반적인 것으로 볼 수 있으므로, 나는 그 경우만을 고려하겠다.

일반적인 경우 가설 h_1 이 증거를 함축한다고 볼 수 없으므로 위의 식은 다음과 같이 고쳐서 써야한다.

20) 대부분의 가설에 대해서 $p(dh_j) < p(e'|h_j)$ 이므로, 임의의 계수 a_j 에 대해 다음이 성립한다.

$$\sum_{j=2}^k a_j p(dh_j) < \sum_{j=2}^k a_j p(e'|h_j)$$

이제, $a_j = p(h_j)$ 라고 하자. 그러면 아래와 같은 결과를 얻는다.

$$\begin{aligned} & [p(h_1)+p(h_2)p(e'|h_2)+\dots+p(h_k)p(e'|h_k)] \\ & < [p(h_1)+p(h_2)p(dh_2)+\dots+p(h_k)p(dh_k)] \end{aligned}$$

21) Wayne (1995), p. 117

$$\frac{p(h_1|e)}{p(h_1|e')} = \frac{p(e|h_1)}{p(e'|h_1)} \times \frac{p(h_1)p(e|h_1) + p(h_2)p(e|h_2) + \dots + p(h_k)p(e|h_k)}{p(h_1)p(e|h_1) + p(h_2)p(e|h_2) + \dots + p(h_k)p(e|h_k)} \quad (9)$$

그런데 다양한 증거가 더 잘 입증한다는 것을 보이려면, 우변 전체가 1보다 커야한다. 그런데 웨인에 따르면, 우변이 1보다 작게 되는 반례가 존재한다. 그 반례는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} p(h_1) &= 0.2, \quad p(h_2) = 0.2, \quad p(h_3) = 0.6 \\ p(e|h_1) &= 0.2, \quad p(e|h_2) = 0.4, \quad p(e|h_3) = 0.4 \\ p(e'|h_1) &= 0.6, \quad p(e'|h_2) = 0.5, \quad p(e'|h_3) = 0.6 \end{aligned}$$

이 경우, 식 (9)에서 우변은 1보다 작게 되고, $p(h_1|e)$ 가 $p(h_1|e')$ 보다 작아지는 경우가 발생한다. 그렇다면 적어도 이 사례에서 다양한 증거가 유사한 증거 집합보다 더 잘 입증한다고 말할 수 없다. 그러나 웨인의 반례는 너무 인위적이라는 느낌을 주는데, 만일 시험 가설이 h_1 이 아니라 h_3 였다면 아무런 문제도 발생하지 않았을 것이기 때문이다. 결정적으로 이 반례가 이상한 것은, e' 은 h_1 을 입증하는 반면, e 는 h_1 을 오히려 반입증하기 때문이다.²²⁾ 호위치가 다양한 증거가 가치있다고 말하면서, 다양한 반-입증적 증거가 덜 다양한 입증적 증거보다 가설을 강하게 입증한다고 주장하려 했던 것은 분명 아닐 것이다. 그러므로 웨인의 반례가 논리적으로 불가능한 것은 아니지만 그것은 매우 이상한 상황을 가정한 셈이다. 웨인의 비판을 피할 수 있는 간단한 방법은 “ e 가 e' 보다 다양하면 e 가 e' 보다 가설을 더 잘 입증한다”는 주장 앞에 조건절을 덧붙이는 것이다. 앞서 이어만의 경우에 지적했던 것처럼, 증거적 다양성의 규범에는 “다른 조건들이 같다

22) Fitelson (1996), p. 654

면”의 조건이 필요하다. 다양한 증거 집합의 방법론적 우월성을 주장하는 것은 무조건적인 규범이 아니기 때문이다. 나는 피텔슨을 따라 조건절로서 $P(dh_1) = P(e'|h_1)$ 을 덧붙일 것을 제안한다. 즉, 증거 e 에 대한 가설의 가능도와 e' 에 대한 가능도가 동일하다고 가정해보는 것이다. 이를 “가능도 동등성의 조건”이라고 이름붙일 수 있다. 이제 가능도 동등성의 조건을 만족될 경우, 문제의 우변은 언제나 1보다 크다는 것이 수학적으로 도출된다.²³⁾

그런데 왜 하필 이 조건인가? 가능도 동등성의 조건은 다양성이 입증 관계에서 미치는 영향을 추적하기 위해 우리가 통제할 수 있는 한 가지 변수이다. 물론 상이한 증거 집합들의 가능도가 일반적으로 같으리라는 보장은 없다. 그러나 다른 점에서는 유사하지만 다양성에서만 차이가 나는 두 증거 집합을 비교하는 것은 증거적 다양성의 방법론적 힘을 확인하는 데 있어서 중요한 전략이 될 것이다. 두 증거 집합의 가능도가 동일하다는 조건을 약화시켜, 두 가능도가 얼마간 유사하다는 가정으로 대신한다면, 우변이 1보다 클 확률은 매우 높다는 결론을 얻을 수 있을 것이다. 이러한 조건절이 부자연스럽거나 인위적인 것이 아니라면, 웨인의 반례를 무력화시키는 데 충분하다. 따라서 웨인이 구성한 반례는 제거적 접근에 대한 성공적인 비판으로 볼 수 없다.

이제 제거적 접근을 평가하는 작업에 착수해보자. 먼저, 유의미한 다양성의 기준을 명확히 제시했다. 즉, 대다수의 경쟁 가설들에 대해서 가능도가 낮은 자료 집합이 유의미하게 다양한 것으로 간주되고, 이는 형식적으로 (H)에 의해 규정된다. 그리고 다양한 증거가 가설의 확률을 더 많이 높

23)
$$\frac{P(h_1|e)}{P(h_1|e')} = \frac{P(dh_1)}{P(e'|h_1)} \times \frac{P(h_1)P(e'|h_1) + P(h_2)P(e'|h_2) + \dots + P(h_k)P(e'|h_k)}{P(h_1)P(dh_1) + P(h_2)P(dh_2) + \dots + P(h_k)P(dh_k)}$$

$$(\because P(dh_1) = P(e'|h_1))$$

$$= \frac{P(h_1)P(e'|h_1) + P(h_2)P(e'|h_2) + \dots + P(h_k)P(e'|h_k)}{P(h_1)P(dh_1) + P(h_2)P(dh_2) + \dots + P(h_k)P(dh_k)}$$

$$(\because P(dh_j) < P(e'|h_j))$$

$$> 1$$

인다는 것을 보였다. 그렇다면 제거적 접근은 다양성 기준 조건, 확률 증가 조건을 만족시키고 있는 것으로 보인다. 이제 관건은 유의미성 해명 조건을 얼마나 잘 만족시키는가에 달려있다.

왜 (H)를 만족하는 다양한 증거 집합이 유의미하다고 할 수 있는가? 호위치가 논의를 시작한 직관을 떠올려보자. 그것은 다양한 증거가 그럴듯한 대안적 가설들을 효과적으로 제거하는 경향이 있다는 것이다. 말을 바꾸어 보면, 그저 다양한 증거들을 유의미한 것으로 만드는 요소는 그것이 경쟁 가설들의 범위를 좁힐 수 있는 능력, 즉 분해능(resolving power)에 있다. 바로 이것이 제시된 기준을 만족하는 증거적 다양성을 유의미한 것으로 만들어주는 것으로 간주될 수 있고, 따라서 유의미성 해명 조건을 충족하도록 제시되었다고 볼 수 있다.

제거적 접근도 상관관계 접근과 마찬가지로 다양성에 대한 우리의 직관에 호소하고 있다. 그리고 자신의 직관이 상관관계 접근의 직관이나 다른 직관들에 비해 더 우수한 것인지, 즉 다양성에 대한 우리의 직관을 제거적 접근이 더 잘 포착하고 있는지를 논증하고 있지는 않다. 그럼에도 제거적 접근이 진일보한 것은 증거적 다양성에 대한 보다 나은 이해를 주는 것처럼 보이기 때문이다. 그저 일상적인 다양성 판단과 공변한다거나, 결과적으로 사후 확률을 더 크게 높인다는 것을 지적하는 것 외에, 제거적 접근은 증거의 분해능이라는 요소를 제시하여 증거적 다양성에 대한 우리의 이해를 심화시켜준 측면이 있다. 이런 면에서 제거적 접근은 더 나은 평가를 받을 만하다.

그럼에도 남겨진 과제가 있다. 제시된 다양성 기준의 유의미성이 유의미성 해명 조건에 의해 제대로 뒷받침되고 있는가를 살펴볼 필요가 있기 때문이다. 다양성에 대한 기준과 그 기준을 만족하는 다양성이 유의미하게 되는 이유 사이에 간극이 있다면 어떨까? 과연 경쟁 가설들을 제거할 수 있는 능력은 낮은 가능성도로만 나타날까? 두 번째 조건이 충분히 만족되기 위해서는 적어도 다음 명제가 참인 것으로 간주될 수 있어야 한다. 적어도 직관과 형식적 기준(H)이 공변하지 않는다면, 직관을 통해서 형식적 기준의 타당성이 뒷받침되었다고 말할 수 없기 때문이다.

(명제Q) 증거 e 가 대안 가설들을 제거하는 능력에서 e' 보다 우수하다면, (H)에 의해 제시된 기준에 따르면 e 는 e' 보다 더 다양하다.²⁴⁾

명제Q가 꽤 그럴듯해 보이기 는 하지만, 그 자체로 자명한 것은 아니다. 불행하게도 호위치는 명제Q가 일반적으로 참이라는 어떠한 논변도 제시하지 않았다.²⁵⁾ 문제는 피텔슨이 적절히 지적했듯이, 시험되고 있는 가설이 상대적으로 단순한 경우에만 명제Q가 참이라는 데 있다.²⁶⁾ 뒤집어 보면, 가설이 단순하지 않고 충분히 복잡할 때, 그리고 많은 변수들과 매개변수들이 개입되며 다양한 현상과 관련되어 있을 때, 명제Q는 더 이상 성립하지 않는다. 즉, 명제Q는 모든 경우에 성립하는 일반적 참이 아니다. 그렇다면 유의미성 해명 조건이 완전하게 만족되었다 결론지을 수 없다. 제시된 형식적 기준과 그것에 대한 직관적 해명 사이에 간격을 매울 생산적인 논의가 보충되지 않는 한, 제거적 접근은 미완성이라고 할 수 있다.²⁷⁾

24) 이는 피텔슨의 글에서 빌려와 수정한 것이다. Fitelson (1996), pp. 657.

25) 어쩌면 두 가지 다양성 기준이 제시된 것으로 볼 수도 있을 것이다. 대안 가설들에 대한 낮은 가능도를 통해 형식적으로 정의되는 것을 “가능도-다양성”으로, 대안 가설의 제거를 통해 직관적으로 정의되는 것을 “제거-다양성”으로 볼 수 있을 것이다. 전자의 의미에서는 다양하지만 후자의 의미에서는 다양하지 않은 경우나, 전자의 의미에서는 유사하지만 후자의 의미에서는 다양할 수 있는 가능성이 열려있다.

26) Fitelson (1996), pp. 657-58. 그는 여기서 곡선접합(curve-fitting) 상황 하에서 사용하는 표준적인 단순성 측정법을 활용한다. 한 가설 h 의 단순성은 h 가 일원으로 포함된 다항 함수의 최소 집합의 차원이다. 가설이 매우 복잡하여 직관과 (H)가 불일치하는 사례는 위 논문의 660쪽에 예시되어 있다.

27) 또 한가지 문제로 지적될 수 있는 부분은, 호위치의 접근이 증거의 다양성에 대한 절대적인 기준을 상정하지 않는다는 점이다. 물론 그 자체로는 아무런 문제도 될 수 없다. 그러나 다양성에 대한 고정된 기준이 없게 되면, 상위 이론이나 배경지식들에 의존해야 하고, 이는 다시 경쟁 가설들에 대한 사전확률을 어떻게 부여할 것인가의 문제와 직결된다. 이 문제는 베이즈주의의 오랜 비판자들이 꾸준히 제기해왔던 사전확률과 주관성의 문제로 건드리게 되므로, 여기서는 더 이상 논의하지 않겠다. 다만, 주관성 문제가 해결된다는 가정 하에서만 제거적 접근이 환영받을 수 있다는 것만 언급하겠다.

4. 베이즈주의는 다양한 증거의 우수한 입증력을 정당화했는가?

이 글은 유의미하게 다양한 증거가 그렇지 않은 증거들에 비해 가설을 더 잘 입증한다는 방법론적 격언이 베이즈적으로 정당화될 수 있는지 검토했다. 나는 상관관계 접근과 제거적 접근을 순서대로 살펴보고, 이에 대한 웨인의 비판과 그에 대한 나 자신의 평가를 언급하는 방식으로 논의를 이끌어왔다. 특히, 웨인의 비판이 대체로 부적절하거나 성급한 것임을 밝혔다. 이제 두 접근법이 과연 얼마나 성공적이었는지, 그리고 베이즈적 정당화는 이루어졌는지에 대해 평가해보자.

나는 다양한 증거의 문제에 대한 베이즈적 정당화는 세 조건을 만족하는 설명을 제시함으로써 이루어진다고 주장했다. 상관관계 접근은 다양성 기준 조건과 확률 증가 조건을 만족시키고, 제시된 유의미성 기준에 대한 직관적 해명을 제시함으로써 일견 베이즈적 정당화를 달성한 것으로 보인다. 그러나 증거적 다양성이 유의미한 이유에 대해 피상적인 해명만을 제시함으로써, 유의미성 해명 조건을 완전히 만족시키지 못했다.

한편, 제거적 접근은 언뜻 보아 세 조건을 각각 만족시키는 것으로 보인다. 특히 유의미성 해명 조건을 충족시키는 방식에 있어서 상관관계 접근에서와는 달리 직관적 해명 이상을 시도하여 진일보한 면을 보여주었다. 그러나 제거적 접근에서도 두 번째 조건은 완전히 충족되지 않은 것으로 드러났다. 완전한 해명이 되기 위해 필요한 명제Q가 일반적으로 성립하는 명제가 아님이 지적되었다. 따라서 낮은 가능성도에 의해 형식적으로 정의되는 다양성 기준과 대안 가설의 제거 능력이라는 직관적 해명을 일치시키려는 노력과 그를 위한 논증이 뒷받침되어야 제거적 접근은 완성될 것이다.

결국 상관관계 접근이나 제거적 접근은 모두 다양한 증거의 문제에 대한 부분적인 정당화에 머무른 것으로 평가된다. 그러나 다양한 증거의 문제를 해결했다 혹은 해결하지 못했다와 같은 ‘모 아니면 도’ 식의 결론만으로는

베이즈주의의 힘과 한계를 평가하는 작업을 충실히 수행할 수 없다. 나는 두 가지 점에 주목하는 것이 중요하다고 생각한다. 첫째, 두 접근이 모두 완전한 정당화에 이르지 못하는 못했지만 부분적인 정당화를 달성했다는 점이고, 둘째, 그러한 부분적 정당화를 달성한 정도와 방식에서 서로 다르다는 점이다. 바꾸어 말하자면, 두 접근이 완전한 정당화에 이르지 못한 방식에서 서로 다르다는 것이다.

웨인은 베이즈주의가 다양한 증거의 문제를 해결하지 못하고 문제해결에 실패함으로써 심각한 난점에 직면했다고 주장했다. 그러나 앞에서 보인 바에 따르면, 이는 온당치 않은 결론이다. 또한 베이즈주의를 심각한 난점으로 몰고 가기 위해서는 대안적 방법론들이 다양한 증거의 문제를 얼마나 훌륭하게 해결했는지도 함께 검토해야 한다. 마땅한 대안이 없는 한, 웨인의 비판은 과도한 것이다. 그러나 부분적 성공이 베이즈주의자들이 스스로 공언해온 성공적 문제해결과 동일한 것인지는 또 다른 문제이다. 나는 베이즈적 정당화가 완전하거나 충분한 정당화에 이르지 못했음을 보였다. 베이즈주의자의 주장과는 달리, 그들의 성공 스토리는 다소 과장되었다고 보는 편이 정확하다. 물론 이는 정당화의 실패로 인해 치명상을 입었다는 웨인의 주장과는 전혀 다르다.

이 글을 맺기 전에, 현 상황에서 베이즈주의자가 택할 수 있는 한 가지 접근을 검토하려 한다. 내가 “실용적 접근”으로 부를 이 접근에 따르면, 상관관계 접근과 제거적 접근이 모두 충분한 정당화에 실패한다고 하더라도, 부분적인 정당화를 제공하는 두 접근이 존재한다는 것은 오히려 완전한 정당화에 다가서게 만든다.²⁸⁾ 상관관계 접근에 따르면, 확률적으로 유관성이 떨어지는 증거 집합은 확률적으로 유관한 증거 집합에 비해 가설을 더 잘 지지한다. 제거적 접근에 따르면, 대안 가설들에 낮은 가능성을 부여하는 증거는 가설을 더 잘 지지한다. 이제 실용적 접근의 옹호자는 다음과 같이

28) 실용적 접근의 기본 아이디어는 정동욱 선생과의 사적인 토론에서 (하나의 가능한 대안으로서) 그가 제시한 것이다. 물론 그것을 정식화하고 하나의 접근법으로 규정한 것은 필자이며, 이와 관련된 논의에 오류가 있다면 그것은 순전히 필자의 몫으로 돌려야 할 것이다.

주장할 것이다. 다양성이란 참으로 모호한 개념이고, 따라서 해명이 필요한 개념이다. 베이즈주의는 적어도 두 가지 서로 방식으로 명료하게 다양성을 규정할 수 있고, 둘 중 어떤 방식으로 규정되든지 간에 그러한 증거적 다양성은 우수한 증거력을 갖는다. 즉, 다양성을 확률적 유관성을 통해 규정하든지 아니면 가능도를 통해 규정하든지 간에, 그러한 증거적 다양성은 우수한 증거력을 갖는다.

실용적 접근은 상당히 그럴듯한 대안이다. 부분적인 복수의 해결책을 종합함으로써 보다 충실한 해결책에 도달할 수 있다는 착상은 매우 자연스러워 보인다. 그럼에도 그런 전략이 완전한 해결책은 될 수 없다. 첫째, 실용적 접근의 직관은 다다익선(多多益善)을 추구한다. 다양성에 대한 직관은 어느 정도 포착하면서 결과적으로 사후 확률을 더 크게 증가시키는 증거적 다양성에 대한 기준을 제시하는 다양한 접근들이 많을수록 좋다. 그러나 다양성 개념에 얼마간의 모호함이 존재함을 인정하더라도, 부분적인 해결책을 제시하는 대안들이 많을수록 좋다는 것은 반직관적이다. 둘째, 대안이 많다는 것은 유의미성 해명 조건에 관련해 충분한 해명을 제공하지 못한다. 제시된 기준을 만족하는 증거적 다양성이 유의미한 이유가 무엇인지 해명하라는 요구에 대해, 이런 이유로 유의미하거나 저런 이유로 유의미하거나 어찌 되었든지 사후 확률을 높인다고 답변하는 셈이기 때문이다. 이것만으로는 증거적 다양성에 대한 우리의 이해를 심화시켜주지 못한다. 따라서, 베이즈주의가 증거적 다양성의 우수한 입증력에 대한 부분적이고 실용적인 정당화를 제공하는 데 성공한 것으로 보일지라도, 그것이 완전한 형태의 정당화는 아니다.

참고문헌

- Earman, J. (1992), *Bayes or Bust? A Critical Examination of Bayesian Confirmation Theory*, Cambridge, MA: The MIT Press.

- Fitelson, B. (1996), "Wayne, Horwich, and Evidential Diversity",
Philosophy of Science 63: 652-660
- Hempel, C. (1966), *Philosophy of Natural Science*, Prentice-Hall Inc.
- Horwich, P. (1982), *Probability and Evidence*, Cambridge: Cambridge Univ.
Press.
- Howson, C. and P. Urbach (1989/2006), *Scientific Reasoning: The Bayesian
Approach*, Chicago: Open Court, 3rd edition.
- Myrvold, W. (1996), "Bayesianism and Diverse Evidence: a Reply to
Andrew Wayne", *Philosophy of Science* 63: 661-665.
- Steel, D. (1996), "Bayesianism and the Value of Diverse Evidence",
Philosophy of Science 63: 666-674.
- Strevens, M. (2006), *Notes on Bayesian Confirmation Theory*, (manuscript)
- Wayne, A. (1995), "Bayesianism and Diverse Evidence", *Philosophy of
Science* 62: 111-121.

Is Bayesianism a good solution for the problem of diverse evidence?

Hyundeuk Cheon

In this paper, I critically examine the claim that Bayesianism is a good solution for the problem of diverse evidence. Bayesian philosophers have argued that they provide the Bayesian justification about the norm that diverse evidence supports hypotheses more than similar evidence does. Recently Wayne, however, divided two Bayesian approaches into the Correlation approach and the Eliminative approach, and argued that both approaches fail to justify the norm such that lead to serious difficulty in Bayesianism itself. First of all, I will give the account of what is to solve the problem and suggest three conditions to satisfy in order to be a good solution. These are the condition of diversity criterion, the condition of significance explication, and the condition of probability increase. In the light of these conditions, the correlation approach fails to satisfy fully the second condition to lead at most partial justification, while the eliminative approach reveals the gap between the way the first condition is satisfied and the second condition. Therefore, Bayesianism does not accomplish enough success as they have claimed. Nevertheless, Wayne's criticism that Bayesianism itself collapses is ill-grounded.

[Key Words] Bayesian Confirmation Theory, The Problem of Diverse Evidence, Correlation Approach, Eliminative Approach