

# 기술논문 작성법(9)

## -고찰(D)을 쓰는 요령-

금동화 | 한국과학기술평가원

### 1. 고찰의 목적

고찰은 연구활동(특히 결과)에 의미를 부여하는 곳이다. 연구 결과를 해석하고 이미 확립된 이론과 발표된 문헌의 내용과 비교·분석하여 결론으로 논문을 마무리 하게 된다. 여기에서는 결론에 이르는 논리전개가 주 내용을 이룬다. 결과에 대한 해석에 초점을 맞추고, 관련되는 연구와 이론의 측면에서 분석하는 내용을 구분하여 작성한다. 이 두 부분은 서로 상호 의존적이며 중요성에 있어서도 비슷하다.

과학자에게 자연현상에 대한 호기심의 추구와 던져진 질문에 대해 상상의 날개를 펼 수 있는 자유가 부여된다면, 이런 특권은 고찰에서 실체화된다. 연구자들이 이미 형성된 과학의 틀에 연구활동으로 습득한 새로운 지식을 끼워 넣는 자리이며, 과학과 기술은 고찰에 축적되어 가는 지식에 의하여 진보해 간다.

### 2. 고찰에 쓰는 내용

실험 데이터인 결과를 해석하여 일반적인 경향을 도출하고, 서론에서 제기한 탐구사항에 대한 해답을 얻었는지 답하는 내용을 우선으로 한다. 그리고 현재 데이터를 이미 발표된 문헌의 데이터와 비교하여 분석한 다음 결론을 이끌어 내야 한다. 올바른 고찰은 결과(R)를 실험방법(M)과 참고문헌 및 이론적인 배경(I)과 연계하여 종합하는 모습을 갖추어야 한다. 일반적으로 고찰에서는 다음 사항을 유의하여 기술한다.

첫째, 결과에 나열한 사실의 상호관계를 분석하여 일반적인 경향을 서술한다. 데이터만 나열하고 이에 대한 해석이 없는 논문은 독자에게 “그래서 어떻다는 말인가?”라는 의문만을 안겨준다. 가설이나 이론을 증명하는 내용이라면, 증거자료를 강조하여 설명해야 한다.

둘째, 예외적인 현상과 서로 잘 연결되지 않는 사항을 구분하여 지적한다. 해석이 어려운 데이터를 일반화 시킨 틀에 맞도록 조작하거나 호도해서는 안 된다.

셋째, 결과에 제시된 데이터와 저자의 해석이 이전에 발표된 문헌이나 정설로 된 지식체계와의 일치 혹은 불일치 사실을 서술한다. 대체로 참고문헌과 비교·비판하는 내용으로 현 연구의 의미를 확대시키는 형식이 된다.

넷째, 결과에 대한 이론적인 의미, 실용적 이용의 가능성 그리고 추가적인 연구의 필요성과 추천할 만한 내용을 분석한다.

다섯째, 필요한 곳에 세부적인 결론을 가능한 명료하게 서술하고, 마지막에 각 결론을 간략하게 종합한다.

### 3. 작성 요령

#### 가. 현재 연구에 대하여

연구활동으로 얻은 결과가 당초에 탐구하려 했던 질문과 가설에 대한 해답인지를 분석한 내용을 담는다. 먼저 관찰된 사실과 결과의 데이터 사이에 유사성과 차이점을 분석하여 결과의 일반적인 경향을 도출한다.

- \* 전체적인 경향을 어떻게 일반화 시킬 수 있는가?
- \* 직접적인 해답인가?

- \* 부분적인 해답인가?
  - \* 설정한 질문에 대하여 판단하기 어려운 결과인가?
  - \* 질문이나 가설을 증명할 수 있는 근거가 충실한가?
- 이런 해답을 얻는 데는 당연히 서론과 실험방법과 연관하여 해석하는 작업이 병행되어야 한다.

수치화 된 결과의 경우에는, 통계적 처리를 행하고 이를 탐구사항 및 가설의 관점에서 해석한다. 데이터 분포에서 최고치와 최저값 그리고 일반화 경향에서 벗어나는 데이터도 지적하는데, 여기에서는 실험방법과 연관시킨 전문적인 해석이 필요하다.

실험이 주된 연구 내용인 경우에는, 결과를 실험방법과 연관하여 다음에 사항을 해석한다.

- \* 실험방법과 일치하는가?
- \* 실험방법에 새로운 면이 발견되는가?
- \* 방법에 대한 추가적인 의문이 발생했는가?
- \* 실험방법에 개선할 사항이 있는가?
- \* 혹은 다른 방법이 더 나은가?

이런 방식을 적어 나가면, 서론에서 시작하여 실험방법과 결과로 이어진 논리전개의 실태가 고찰에서 완성된다.

### 나. 이전 연구에 대하여

다른 논문과 이미 정립된 지식체계와 연관하여 분석하는 내용이다. 데이터 속에 숨겨진 과학적인 의미를 찾고 현 연구의 범위를 넓히는 과정의 반영이다. 고찰의 범위를 넓히려면, 당연히 참고문헌을 현재 연구결과와 비교하여 세밀하게 비판하거나 분석해야 한다. 즉, 현재와 이전 지식의 상관관계, 이의 중요성 및 이론적인 의미를 해석한다. 그리고 앞에서 일반화시킨 사실의 적용 범위와 한계를 기술한다.

새로운 사실을 포착하고 강조하는 것은 해당 분야에 과학적 지식을 축적시키는 연구자의 의무라 할 수 있다. 이런 과정을 거쳐서 현 논문의 결과, 실험방법, 해석 및 결론이 보다 넓은 학문과 기술체계의 한 부분이 된다.

### 다. 결론에 대하여

결론은 연구의 최종 산물로 고찰의 핵심 부분이며 기술논문의 대미를 장식하는 종착역이다.

결론은 결과의 논리적인 분석과 엄정한 비판에서 유출되어야 한다. 즉, 결론은 해석적이고 증거를 바탕으로 정당성이 인정되어야 하며, 여기에는 논쟁 요소가 가미되어야 한다. 따라서 과학적 기법의 핵심이며 연구활동과 학술논문 발표의 기본적인 속성으로 이해되어야 한다.

결론에는 항상 설득력이 있어야 한다. 따라서 결론을 도출하는 과정에서 적절하고 올바른 증거를 제시해야 한다. 일반적으로 다음의 잣대로 설득력을 확보하는데, 결론은 이 세 측면에서 진솔하게 재검토해야 한다.

- \* 설득력의 증거물이 실체가 있고 독립적인가(substantiveness)?
- \* 결론의 충분조건을 만족하는가(sufficiency)?
- \* 그리고 논리적인 힘이 있는가(logical character)?

결론에는 크게 두 종류가 있는데, 첫째는 결과 분석에서 직접 유도되는 것이고, 둘째는 참고문헌을 근거로 비교·분석하여 간접적으로 유도되는 것이다. 이전의 지식과 비교하여 도출되는 간접적인 결론은 참고문헌과 논리적으로 일치하는 내용이고 직접적인 결론을 일부 수정하거나 혹은 더 일반화시킨 형태가 된다. 예를 들면, 철강재료의 열처리 연구에서 Cr이 경화능에 미치는 영향을 조사한 결과에서 뽑아낸 결론은 직접적이고, 이를 이미 발표된 다른 천이금속의 영향과 비교하여 논리적으로 확대한 것이 간접적인 결론이다. 논리전개상 직접적인 것은 고찰의 앞부분 그리고 간접적인 결론은 뒤에 놓인다.

여러 개의 결론이 여기 저기 흩어져 있는 경우에는 결론들을 별도로 모아도 좋다. 거의 모든 학술 저널처럼 우리 학회의 금속·재료학회지도 이런 형식을 택하여 『결론(Conclusions)』의 소제목을 마지막에 두고 있다. 『결론』을 소제목으로 분리하는 경우에는 가능한 간단명료하게 쓴다. 그 이유는 소제목으로 분리하는 목적

이 결론들을 재확인하여 강조하는데 있기 때문이다. 독자는 논문을 읽는 과정에서, 제목과 저자를 읽은 후에 결론을 보고 더 읽을 가치성의 여부를 판단하는 습성을 갖는 것이 좋다.

소제목을 『고찰과 결론(Discussion and Conclusions)』으로 합쳐서 쓰는 경우가 있다. 고찰하면서 결과가 추론되는 경우에 적당한 선택이므로, 결론은 전체에서 결론이 차지하는 분량이 적어야 선택에 설득력이 있다.

### 라. 요약에 대하여

결과의 분석 과정에서 완벽한 결론에는 도달하지 못하지만 나름대로 중요한 내용들로 판단되면, 단순히 『요약(Summary)』형식으로 마무리하는 것이 적절하다. 결론과 혼동되거나, 논문의 어느 곳을 요약하는지 파악이 어렵거나 혹은 논문의 초록에 쓰는 것이 적절한 경우에는 『결론』으로 하지 않아야 한다. 결론으로 인정하기 어려운 요약은 흔히 일반성과 함축성이 있는 서술문 형태이다. 고찰에서 결론에 비하여 장황하게 되지 않도록 소수의 문단으로 쓰게 된다. 단 『요약』이 『초록(Abstract)』과 분명하게 구분되도록 유의하여야 한다.

『결론』과 『요약』을 잘못 구분하는 예가 종종 있다. 그 이유는 모두 논문의 마무리로 끝에 위치하기 때문이다. 결론을 결과와 고찰을 요약하는 것으로 잘못 이해하거나 요약에 해당하는 내용을 결론으로 잘못 쓰는 경우도 금속·재료학회지에서도 종종 발견된다. 이 점의 이해를 돕기 위하여 금속·재료학회지 논문에서 『결론』으로 정리된 내용이 논리적인 분석, 엄정한 비판 및 논쟁의 요소가 가미되어 있는지 파악해 보기 바란다. 이런 시금석에서 벗어나면, 『요약』이라는 소제목으로 정리하는 것이 낫다.

서로 다르지만 연관된 내용이 있는 경우, 여러 실험 방법을 설명하는 경우, 그리고 실험과 계획이 복잡한 경우에, 소제목을 『고찰과 요약(Discussion and Summary)』으로 쓴다.

### 마. 이후 연구에 대한 추천

결론에서 앞으로 더 연구할 내용과 다른 분야에 적용할 가치에 대한 저자의 의견이 있으면, 고찰의 마지막 부분에 쓴다. 과학과 기술은 이런 과정으로 발전하므로, 추천내용도 당연히 고찰에서 논리성으로 뒷받침되어야 한다. 염두에 둘 사항은 현 연구 테두리 범위에서 가능한 간략한 것이 좋다는 점이다. 활용 가치가 중요하다면, 앞으로 수행할 내용과 실험설계 등을 상세히 기술할 당위성이 있다.

## 3. 기타사항

### 가. 고찰 쓰기의 어려움

IMRAD 구성에서 가장 쓰기 어려운 부분이 고찰이다. 실험방법(M)과 결과(R)는 사실을 수식 없이 순서대로 혹은 논리에 따라서 쓰는 한계와 논리성이 분명한데 비하여, 고찰의 문단구성에는 정형이 없다. 서론(I)과는 서술적인 점에서 서로 같으나, 다음 사항이 다르다. 서론은 연구의 배경과 탐구사항에 지적인 여러 실태를 연구의 필요성과 가치로 수렴하여 한 곳으로 모으는 형식이다. 고찰은 결과와 참고문헌의 내용을 비교·분석하여 여러 갈래의 논리전개 선택이 가능하다. 다양한 논리전개가 가능하므로, 자칫하면 사실을 필요 이상으로 확대 해석하거나 혹은 의도하지 않은 곳으로 빠질 가능성이 높다.

관찰된 사실들 사이의 관계를 보여주는 데 있어서 회화적인 결론이 필요치 않다. 모든 것에 대한 결론을 제시하기보다 대체로 한 개의 아이디어를 부각시키려는 자세가 필요하다. 이 점은 데이터로 방어할 수 있는 이상의 큰 그림을 그리려 하면, 데이터가 증빙하는 사실마저 의심받는 우를 범하기 쉽다. 한 가지 사실의 의미를 서술함에 있어서 단순한 문장으로 표현하는 자세가 지혜로운 선택이다. 긴 문장이나 근사한 기술용어를 사용할수록 생각이 얕다는 인상을 남길 뿐이다.

자임새 있는 고찰을 쓰려면, 연구주제에만 초점을 맞

추어 냉정하게 비판하고 결과로부터 결론에 이르는 사고전개의 논리성을 잘 계발해야 한다.

#### 나. 부정적 혹은 비정상적 결과에 대하여

결과를 해석하는 과정에서 탐구하려 했던 질문과 가설에 대한 답이 아니거나, 다른 연구자의 결과와 다르거나 혹은 이미 확립된 정설 및 이론과 일치하지 않을 개연성은 항상 있다. 이런 사실이 발견되면, 그 속성과 한계를 명료하게 설명해야 한다. 구체적으로 실험방법에서 차이가 나타났는지, 과거 내용의 옳고 그름에 대한 이해와 관련되는지 등을 저자의 이해수준에서 해석하여 뼈대에 살을 붙이는 작업이다. 물론 초점이 흐려지지 않도록 연구 테두리로 한정하여 간략하게 쓰는 것이 좋다.

여기에서 주의해야 할 점은 해석이 가능치 않은 결과를 이미 존재하는 틀 속에 억지로 끼 맞추려 하지 않아야 한다. 틀린 내용 혹은 충분치 않은 증거를 정당화시키거나, 방어적 자세를 취하거나 혹은 차이점을 숨기거나 축소하지 않아야 한다. 이런 시도는 기본적으로 과학자가 취할 자세가 아니며, 과학과 기술발전에 도움 되지 않는다. 오히려 현재 연구결과가 과거에 해석되지

않은 결과의 답이 될 수 있고, 앞으로 더 나은 해석이 가능할 수 있다. 그리고 다음 연구의 속제로 남겨서 새로운 연구를 시작하는 동기를 부여하는 순기능도 있다.

#### 다. 시제선택에 관하여

결론에 도달하는 논리전개에서 현재 결과를 문헌과 정립된 지식과 비교, 분석, 비판하므로 현재 시제를 택하는 경우가 더 많다. 그러나 시제에 따라 의미의 구분이 차이가 나므로 모두 현재로 써야 하는 당위성은 없다. 고찰에서 문장의 시제는 필요에 따라서 과거와 현재 시제를 선택한다. 현재형으로만 쓰면, 저자의 연구와 과거의 결과에서 유출된 결론을 혼동할 수 있어서, 이미 확립된 지식이나 전에 발표된 사실은 현재시제로 쓰고 저자의 연구 결과는 과거 시제가 적절하다.

이론적이거나 수학적인 논문은 그 연구 자체가 시간 의존성이 없으므로 현재형이 좋다. 실험적인 논문에서 이미 과거에 행해진 실험방법과 결과에 관련되는 사실을 과거로 쓰는 것이 일반화 되어 있다. 그리고 한 문장과 전후 문장에서 시제가 바뀔 경우 논리적 합리성에 주의를 기울여야 한다.