

기술논문 작성법(8)

결과(R)는 어떻게 쓸 것인가? -

금동화 | 한국과학기술평가원
이준근 | 한국과학기술연구원

1. 기술논문에서 결과의 역할

기술논문에서 가장 정확하게 서술되어야 할 부분은 결과이다.

기술논문에서 결론의 앞부분(연구방법)은 왜 그리고 어떻게 결과를 얻었는가를 설명하는 곳이고, 뒷부분(고찰)은 결과가 어떤 의미를 갖는가에 대한 저자의 해석을 쓰는 곳이다. 따라서 결과는 기술논문의 심장으로 간주할 수 있으며, 결과에 보고된 내용에 따라서 논문의 가치가 정해진다. 따라서 결과는 가장 명확하게 설명되어야 할 부분이다.

기술논문에서 새로운 지식은 결과에 기록되는데, 실험·관찰에 의한 정성적 혹은 정량적 데이터, 컴퓨터 계산 내용, 탐구사항에 대한 해답, 수식을 이용한 분석 등이 이에 속한다. 논문에 보고된 결과가 사회 관행에 의해 진실로 검증되면, 새로운 과학지식으로 인정되고 해당 논문은 정보의 출처로 영구히 보존된다. 따라서 연구결과가 과학기술 정보체계의 핵심이며, 동시에 연구개발 활동의 목표물이다.

2. 결과에는 어떤 내용을 쓰는가?

가. 꼭 포함해야 할 내용

결과에 새로운 데이터가 실려야, 과학지식의 축적수단이 기술논문의 본래 기능을 하게 된다. 새로운 사실 중에서 저자가 설정한 질문, 탐구사항 및 가설에 대한 해답이 가장 중요하다. 앞에서 언급한 것처럼, 결과의

형태는 실험과 관찰로 얻어진 가공하지 않은 수치(정성적 및 정량적 데이터 포함), 수식을 통하여 의미가 부여된 물리·화학적 특성, 컴퓨터와 통계처리 결과, 그리고 가설이나 예측과 합치여부 등이다.

실험방법의 순서에 따른 관찰 및 계측 결과는 이론, 방법 및 장치(instrumentation)에 대한 수준의 정량성을 갖추어야 한다. 계측결과는 장치라는 수단을 통하여 얻어진 것이므로 직접적일 수도 있고 간접적일 수도 있다. 여러 계산과 통계처리, 학술적인 분석 혹은 수식처리로 전환된 가공된 수치도 계측 데이터에 포함된다. 그리고 수치적인 결과는 말이나 글로 표현하는 것보다 표나 그래프로 제시하는 것이 더 효과적일 수 있다.

특별한 주장이나 가설을 뒷받침하는 사항과 중요한 변수에 따른 경향은 강조되어야 한다. 다음 고찰(D)에서 분석하여 저자의 의견을 제시할 내용은 강조하여 요약하는 것도 도움이 된다. 가설을 확인 혹은 부정하는 사실은 구체적으로 서술하여, 마지막 부분의 결론과 연계되도록 한다. 통계적인 분석은 그 자체뿐만 아니라 측정치에 대한 오차범위 등도 결과에 포함한다. 다른 사람이 얻은 결과와 비교되는 사항도 명료하게 설명하되, 상이한 결과나 논쟁의 대상은 당연히 강조해야 한다. 자연현상을 진솔하게 인정하고 계측된 사실에 충실하는 것이 과학자의 기본 자세이기 때문이다. 논리적인 예측에 긍정적인 것과 부정적인 내용이 섞인 경우에는, 모두 사실대로 서술해야 한다. 여러 가설을 시험한 경우에는, 가설과 다른 결과도 꼭 보고해야 한다.

그림과 표로 정리된 실험결과는 본문의 보조수단이

고, 글로써 잘 설명하기 어려운 데이터는 그림이나 표로 작성한다. 그래프와 표만으로 데이터에 내포된 내용을 충분히 전달하지 못하기 때문이다.

나. 생략해도 되는 내용

서론(I)에서 설정한 질문과 직접적으로 연결되지 않는 내용과 제목이나 초록에 나타내기 어려운 지엽적인 실험결과는 생략해도 좋다. 한 논문에 처리할 수 있는 양보다 훨씬 방대한 결과는 생략하거나 두 개의 논문으로 구분하는 것이 좋다. 해당 분야에서 일반적인 데이터는 별도의 DB로 저장하여 흥미 있는 독자가 찾을 수 있도록 메모해 주는 것으로 충분하다.

다. 결과에서 피해야 할 사항

기술논문의 결과를 쓰면서 흔히 범하는 실수에 다음 두 가지가 있다. 하나는 그래프와 표의 결과를 본문과 연계시키지 못하고, 데이터를 단순 반복 형태로 문장화하는 것이다. 다른 하나는 결과를 사실대로 기록하지 않고 저자의 해석을 기술하는 것이다.

표와 그림은 글이 아니므로, 문장으로 본문에 서술될 대상일 뿐이다. 결과의 본문에는 관찰된 데이터 중에서 선택된 것만 설명해야 한다. 결과에 표와 그래프를 제시하는 이유는 많은 양의 데이터를 기록으로 남기는 외에 자연 현상을 말과 글로 표현할 때 세부 내용에 대한 설명이 산만하거나 장황하게 되는 것을 막기 위해서이다. 데이터에서 중요한 사항을 선별하고 해석하는 것은 저자의 역할이다.

그래프만 제시하여 수치에 대한 의미 해석을 독자에게 맡기는 것은 잘못된 방법이다. 표와 그림에 데이터가 있다고 제시하거나 표와 그림의 제목을 단순히 반복하여 기술하는 정도를 뛰어 넘어야 한다. 예로, 『<표 1>에 세 가지 처리결과를 비교해서 나열했다』, 혹은 『물성 측정 데이터를 <그림 2>에 제시했다』라고 쓰면, 이미 표나 그림에 제시한 수치들의 단순 반복일 뿐만 아니라 의미에 대한 해석을 독자에게 맡기는 것이다. <표

1>과 <그림 2>에서 중요한 내용을 설명문 형태로 작성하고 (<표 1> 참고) 혹은 (<그림 2> 참고) 형태로 제시하는 것이 적절하다. 저자는 표나 그림에 제시된 데이터에 의견과 의미를 부여할 책임이 있기 때문이다.

그리고 결과에서 설명문이 표와 그림에 근거를 두고 있을지라도, <그림 1>, <그림 2>, ... 의 번호순서로 기술하는 것도 좋지 않다. 이런 식은 표나 그림을 나열하는 것이지 주제에 대한 결과를 설명하는 방식으로는 부족하기 때문이다.

기술논문에서 결과는 사실을 기술하는 부분으로 관찰 혹은 측정한 사실을 가능한 가공하지 않고 건조하다고 느낄 정도로 쓴다. 즉, 사실을 해석하지 않고 사실에 대한 정보전달이라는 입장에서 쓴다. 과학발전 측면에서 보면, 결과에 대한 해석은 개인과 시기에 따라서 변할 수 있는 개연성은 항상 존재한다. 따라서 과학적 지식으로 영구히 보존되는 결과에 영속성이 상대적으로 적은 저자의 해석을 기록하는 것은 옳지 않다.

사실보고와 해석의 차이는 구문의 수사적인 형태로 구별할 수 있다. 결과의 보고는 사실에 입각하여 정보를 전달하는 평서문이다. 분석과 해석은 상호관계, 부연설명, 해석, 주석과 비평, 추론 등의 형태이다. 고찰한다는 것은 비록 사소하거나 의도적이지 아니라도 사실을 왜곡시킬 가능성이 있다. 따라서 결과를 제시할 때는 항상 사실을 평서문 형태로 기술하도록 노력해야 한다.

3. 결과 작성 요령

가. 기본적인 요소

결과에는 두 가지 요소가 있다. 하나는 실험방법에 쓴 세부사항을 반복하지 않고 결과에 대한 전체적인 그림을 제공한다. 둘째는 실질적인 데이터를 공급해야 한다.

기술논문은 실험 일기가 아니므로, 굳더더기 말을 줄이는 노력이 필요하다. 제한된 측정결과만을 체계화된 문장으로 쓰고, 변수에 따라 변하는 데이터와 반복성이 있는 결과는 표나 그래프로 제시한다. 표와 그림에 제시

한 데이터를 모두 글로 쓰면 장황해진다. 독자가 그림이나 표에서 쉽게 간파할 수 있는 사항은 말로 반복하지 않아야 한다. 예를 들면, 『<그림 1>에 연신율에 따른 인장강도를 명확하게 나타냈다.』라고 하지 말고 『10% 연신율에서 인장강도가 100MPa이다.』라고 써야 한다.

나. 정확성

결과는 과학적 지식창고에 보관되는 1차 원본이므로, 정확성이 어느 사항보다 중요하다. 이런 이유 때문에 결과를 실험방법이나 분석 및 고찰과 다른 섹션에 쓰도록 한다.

결과는 짧고 명료해야 한다. 실험방법이 잘 쓰여지면, 가장 중요한 결과는 짧다. 논문의 앞부분(방법)은 왜 그리고 어떻게 결과를 얻었는가를 설명하고, 뒷부분(고찰)은 결과가 어떤 의미를 갖는가를 취급한다. 따라서 논문은 결과를 근거로 살거나 죽는다. 따라서 결과는 가장 명확하게 설명되어야 할 부분이다.

다. 결과의 구성과 내용

결과에는 항시 서론에서 제기한 질문과 가설에 대한 내용을 설명해야 한다. 결과는 당연히 방법에 종속되므로, 실험방법(M)에 대응되도록 구성하는 것이 논리적이다. 실험보고서에서 결과(R)가 차지하는 양이 실험방법(M)이나 고찰(D)에 비하여 짧은 경우가 많으며, 서술식 기술논문에서는 결과가 훨씬 길어지는 것이 보통이다. 연구내용이 일련의 실험방법으로 구성되었다면, 결과도 실험방법의 순서로 나열한다.

재료의 내부구조나 합금의 종류와 같이 정량화하기 어려운 데이터는, 말과 글이 가지는 반 정량성을 염두에 두고, 설명할 대상에 따른 합리적인 서술방법과 정량적인 형식 등에 신경을 써야 한다.

결과를 배경 설명으로 시작하는 것을 피해야 한다. 마찬가지로 서두에 방법을 설명하여 결과를 시작할 필요도 없다. 이미 서론과 실험방법을 기술했기 때문에 불필요한 반복이 되고, IMRAD 형식을 채택한 근거에

도 반하기 때문이다. 저자에 따라서는 실험방법과 결과를 동일한 섹션으로 취급하거나 결과와 고찰을 같이 처리하기도 한다.

결과를 방법에 가깝게 놓는 것이 중요하면, 실험방법(R)의 마지막에 결과(R)를 기술하거나, 혹은 결과 섹션의 앞에 방법을 재설명한다. 만약 여러 방법에 따른 결과를 교차적으로 서술하는 것이 필요하면, 일련의 실험방법의 형태가 적당하다. 그리고 “실험방법 및 결과(methods and results)”의 소제목은 고려할 필요가 있다.

고찰하는 내용이 결과에 대한 서술과 분명히 구분되는 전제하에서 결과(R)에 고찰(D)을 포함하기도 한다. 단 해당되는 결과와 직결되는 내용만 간략하게 분석하되 옆길로 벗어나거나 일반적인 고찰로 확대되지 않도록 주의를 기울여야 한다. 만약 여러 가지의 결과를 고찰할 필요가 있다면, 소제목 자체를 “결과 및 고찰(results and discussion)”로 바꾸어 쓸 수도 있다.

라. 시제의 선택

현재형 혹은 과거형의 문장 선택은 저자의 수사적인 입장에 따라 정한다. 과거에 행해진 내용은 원칙적으로 과거 시제를 택한다. 새로운 물질이나 거시적인 자연현상을 정성적으로 서술하는 경우에는, 현재형으로 작성해도 무방하다. 현재형을 선택할 경우, 제한적인 실험이나 연구에 의한 결과(경우에 따라서는 부정할 수 있음)를 일반적인 경향으로 오도시킬 가능성을 주의해야 한다.

현재형으로 쓰는 경우는 다음과 같다. 저자의 손에 있는 시료를 서술한다는 개념에서, 재료의 미시적인 구조에 대한 내용은(실험적인 연구의 일부분일지라도) 현재형을 쓰는 것이 관행이다. 표와 그래프에 제시된 데이터를 설명하는 현재형이 적절하다. 단 데이터가 어느 경우나 통용되는 일반적이라는 인식을 갖도록 하지 않아야 한다. 이처럼 한정된 경우라도, 일단 시작하면 다른 내용까지도 현재형으로 계속하는 경향이 있다. 따라서 현재형을 선택하면, 항시 과거시제가 더 적당한지 점검할 필요가 있다.