

# 기술논문 작성법(기)

- 연구방법 -

금동화 | 한국과학기술평가원  
이준근 | 한국과학기술연구원

연구방법은 원료(materials), 시험장치(equipment), 시설(facility) 및 연구과정(procedure)을 사실대로 서술하는 부분이다. 그리고 연구방법은 과학발전과 연구활동의 핵심이자 원동력이다. 기술논문에 한정해서 보면, 연구방법 부분은 서론에서 작성자가 펼친 논리를 해결한 노력을 처음으로 설명하는 곳이다. 독자가 기술논문을 통해서 얻고자 하는 내용은 당연히 연구결과이다. 연구방법과 수행과정이 설득력이 없으면 이에 의해서 습득된 결과의 과학적, 기술적 가치는 그만큼 떨어진다. 이런 이유로 독자는 연구방법 부분을 꼼꼼하게 읽으며, 저널의 편집자 입장에서는 이 부분의 재현성에 의문이 생기면 제출된 원고를 회송시키게 된다. 그러므로 연구방법은 정확하고 명료하게 서술하여야 한다.

## 1. 연구방법의 일반적인 속성

### 가. 연구방법의 역할과 기능

과학자의 생명은 정확성이다. 연구에 사용한 재료와 선택한 실험방법을 정확하고 명료하게 설명하는 것은 결과물의 신뢰성을 확보하는 필요조건이다. 연구결과에 대한 해석과 평가에 의미를 부여하기 위해서는 전

연구과정에 대한 정확하고 적절한 설명이 선행되어야 가능하기 때문이다. 생산제품의 품질에 대한 통계 분석을 예로 들면, 품질관리를 위한 분석대상의 채취방법이 대표성이 있어야 통계처리 결과의 설득력이 있을 것이다. 진공장치를 이용한 박막제조 공정의 연구에서도, 공정변수의 선택이 과학적으로나 기술적으로 타당해야 할 것이다.

연구방법은 해당 학술(혹은 기술)분야의 발전과 직접적으로 연결되어 있어서, 학술논문의 연구방법은 그 분야의 활동, 전문성의 폭과 깊이 그리고 발전 정도를 가늠할 수 있는 좋은 잣대가 된다. 이미 표준화된 방법, 장치와 과정이 더 이상 적합하지 않으면, 새로운 연구 기법과 장치가 개발되고 이를 통하여 기존의 한계를 극복하거나 혹은 새로운 과학적인 문제를 제기한다. 새로운 방법과 장치가 개발되면, 새로운 학문분야로 가치를 쳐서 확대 발전하는 계기가 된다. 대표적인 예로 재료 표면의 모습을 수Å 해상도로 관찰할 수 있는 STM(scanning tunnelling microscopy)이 개발된 후에, 이 장치는 원자를 한 개씩 인위적으로 조작할 수 있는 나노기술의 연구가 가능해졌다. 물론 STM 자체도 반

도체 식각기술로 전자의 터널링 현상을 제어할 수 있는 탐침을 만든 성과에 기초를 두고 있다. 이처럼 기존의 한계를 뛰어 넘는 새로운 실험방법이나 장치를 고안할 수 있느냐로 과학자의 창의성을 가늠할 수 있다.

기술논문에서 연구방법을 정확하게 써야 하는 데에는 현실적인 이유도 있다. 실험방법의 가치는 동료 과학자가 동일한(혹은 유사한) 결과를 도출할 수 있는 가능성(즉, 재현성)이 있어야 한다. 그리고 다른 환경과 조건에 적용하거나, 원안과 다르게 개선이 가능하고, 그리고 이미 보고된 다른 연구와 비교분석이 가능하여 앞으로 학술적 및 기술적 진보를 이룰 수 있도록 하는 중요한 기능을 갖는다.

### 나. 어느 곳에 놓을 것인가?

연구방법은 이 소제목 하에 곧바로 쓰는 것으로 정착되어 있다. 소제목이 없이 다른 부분에 합쳐서 서술하는 경우는 매우 드물다. 기술논문에서 연구방법을 취급하는 소제목으로 『원료 및 방법(Materials and Methods)』, 『연구 과정(Procedures)』, 『실험 방법(Experimental Methods)』, 『재료 및 장치(Materials and Apparatus)』 등이 쓰인다.

흔히 서론 다음 부분을 차지하는 것이 일반적이다. 이런 순서의 논리성은 연구방법이 논리 전개과정에서 서론의 다음 부분으로 가장 적당하기 때문이다. 필요에 따라서는 문헌조사 혹은 이론전개 다음에 쓰기도 한다.

### 다. 얼마나 상세하게 쓸 것인가?

연구방법을 쓰기 전에 어떤 내용을 포함시킬 것인가? 그리고 얼마나 상세하게 쓸 것인가?를 먼저 결정해야

한다. 이런 결정은 당연히 읽을 독자와 취급할 내용에 따라 정해야 할 것이다.

과학논문은 그 분야에서 일반적으로 사용하는 원료와 실험방법에 익숙한 동료 과학자를 대상으로 하기 때문에, 너무 상세히 기술할 필요는 없다. 그러나 동료 과학자들이 사용한 방법의 적절성을 판단할 수 있고 재현할 수 있을 정도로 정확해야 한다. 예를 들어서, 화학약품은 농도, 합금은 조성, 인장시험은 시편의 크기, 인장속도, 열처리하는 온도와 시간, 전기는 전류와 전압을 정확하게 제공하여야 할 것이다. 가열(heating), 소둔(annealing), 압연(rolling), 압출(extrusion), 소결(sintering), 증발(evaporation) 등과 같이 전문용어로 의미전달이 가능한 공정이거나 방법은 표준화된 것으로 간주하여 쓴다. 일반화된 장치의 사용조건도 마찬가지로

남이 먼저 사용했거나 다른 곳에 발표된 연구방법은 다시 상세히 설명하기보다 참고문헌으로 대체한다. 그러나 널리 배포되지 않는 문헌을 인용하는 경우에는, 요점 위주로 간략하게 정리하는 것이 독자에게 도움된다. 널리 통용되지 않는 외국어 논문을 참고할 경우와 학위논문처럼 발표되지 않은 문헌을 인용하는 경우도 마찬가지이다.

## 2. 연구방법 세부 구분

기술논문에서 연구방법 부분은 구분 없이 여러 문단으로 쓰기도 하지만, 원료(Materials), 방법(Methods), 장치(Apparatus) 및 분석방법(Analysis) 등으로 세부 구분하는 경우가 더 많다. 이처럼 세부 구분하는 이유는

이후에 쓰여질 결과와 연결하여 독자가 내용을 쉽게 파악하는데 도움이 되기 때문이다.

세부 구분을 어떻게 하느냐는 기술논문의 성격, 글에 담은 내용의 속성과 양에 따라 다르다. 즉, 이들이 복잡하고 상세한 부분까지 포함하면 구분하는 것이 좋다. 그리고 연구방법에 여러 가지 독립적인 과정으로 구성 되어 있으면, 별도로 구분해서 설명하는 것이 당연할 것이다. 예비 실험과 본 실험을 구분하는 것이 필요할 때도 있을 것이다. 예비 실험을 포함하면, 이 자체도 충분히 상세하고 구체적이어야 한다. 이론적인 모델을 제시하고 이를 특정 환경에 적용하거나 증명하는 경우에는, 그 상황에 맞도록 세부 구분하는 것이 좋다. 실험 설계를 독립시키면, 실험방법 앞이 적당하다. 통계적인 분석을 포함하는 경우에는 마지막 부분에 놓는 것이 논리적이다.

### 가. 원료(Materials)

실험 연구에서 원료는 관찰과 측정의 기본이다. 독자들은 연구에 사용한 원료가 어떤 형태인지? 어떤 조건인지? 혹은 순도, 균일성과 표준여부 등을 정확히 알고 한다. 소수의 원료를 취급했거나 누구나 알 수 있는 원료는 단순히 언급해도 좋다. 속성이 다른 여러 원료를 사용했거나, 간단한 설명이 어려울 정도로 복잡한 경우, 연구과정에서 새로운 변경 처리시킨 경우 그리고 본문을 읽기 전에 원료를 완벽하게 이해해야 하는 경우에는, 상세한 설명이 필요하다.

원료의 표시는 표준화된 전문용어(예; 화학식이나 규격)를 사용한다. 특허명이나 상품명의 사용은 가능한

피해야 한다. 제품명은 제한된 지역이나 국가에서 사용하거나 지역에 따라서 다른 명칭으로 불리는 경우가 있기 때문이다. 그러나 표준 원료일지라도 제품별로 차이가 있고 이 사실이 중요하다면, 상품명과 동시에 제작자까지 정확하게 제공하여 재현실험이 가능하도록 해야 한다.

영문으로 쓰는 경우, 원료의 출처를 밝힐 때 원료 자체가 강조되어야 하므로 다음 예와 같이 수동태로 쓰는 것이 더 좋다.

‘Fe powders were purchased from Alphac Co’

### 나. 실험방법(Experimental Methods)

실험방법에는 장치의 선택과 조작법, 계측방법과 적용 과정과 순서 등이 포함되는데, 연구에서 설정한 가설을 시험하고 탐구할 문제의 해답을 얻는 과정을 서술하는 부분이 된다. 실험방법은 단순한 방법의 모음일 수 있고, 특화된 분석과정에 대한 상세한 설명일 수도 있다. 복잡한 연구는 가장 중심이 되는 방법뿐만 아니라 예비연구나 준비과정을 포함하기도 한다. 그러나 독자가 쉽게 결과와의 연관성을 이해할 수 있는 순서와 통일성을 갖는 것이 필요하다.

새로운 방법이나 실험장치는 가능한 상세히 설명해야 한다. 원료의 합성과정은 표준화된 전문용어로 대체가 가능하다. 그러나 서로 연관된 목적으로 동시에 혹은 연이어 수행된 방법과 측정과정은 소제목으로 구분해서 설명하는 것이 좋다. 소재의 미세구조 분석을 설명할 때 화학조성 분석, X-선 등을 이용한 결정구조 분석, 현미경 관찰을 통한 미세조직 분석 등은 별도로 설

명하는 것이 이런 예에 해당한다. 필요하다면 실험순서를 흐름도 등으로 서술하기도 한다.

또, 원료가 독성을 띠거나 취급에 주의가 필요할 때 반드시 주의사항을 언급하는 것이 필요하다.

#### 다. 수치분석(Analysis)

실험 데이터를 통계처리하여 분석하는데 사용한 수학적 연산방법과 과정을 기술한다. 수치분석도 물리적 혹은 화학적 실험자체만큼 중요한 연구방법이기 때문이다. 데이터 분석은 실험방법 혹은 실험설계 다음을 차지하는 것이 보통이다.

표준화된 수치분석법(예; 최소자승법)은 용어만으로 충분하다. 표준화된 방법이나 이전의 문헌에 제시된 것은 참고문헌으로 대체한다. 그러나 기 설명된 방법을 변경한 경우에는, 그 내용을 설명한다. 새로운 분석과정이거나 적용 방법이 특이한 경우에는 상세히 기술할 필요가 있다.

#### 라. 방법에 대한 고찰(Discussion)

이 부분은 연구방법에 꼭 들어가는 내용은 아니다. 그러나 연구방법은 속성상 서술식 글이지만, 원료, 실험방법과 과정 및 데이터 분석에 대한 고찰이 필요한 경우도 있다. 특정 원료 혹은 형태를 선택한 이유가 이에 해당한다. 실험방법과 수행과정은 여러 각도에서 고찰할 수 있다. 예비 실험이 본 실험과 어떤 관계가 있

는지, 특정 실험부분의 중요성이나 특별한 의미 등도 적당한 곳에서 설명하는 것이 필요하기 때문이다. 수치분석도 물론 왜 이 방법이 적당한지에 대하여 장단점 등을 제공하면, 이를 기초로 산출된 결과의 설득력을 높인다.

### 3. 실험방법 쓰기 실제

실험방법은 기술논문 쓰기에서 가장 먼저 시작해야 할 부분이다. 이유는 사실을 보고하는 서술형으로 서론보다 쉽고, 관찰 혹은 경험을 토대로 쓸 수 있으며, 실험데이터를 수집하기 시작하면 이 내용은 더 이상 변하지 않는 부분이며 동시에 연구가 종료되는 시점에서 다시 고치거나 보완할 수 있기 때문이다. 연구가 본격적인 단계에 접어들면, 연구자는 이 부분을 완벽하게 쓸 수 있어야 한다.

실험방법은 근본적으로 서술형이고 연구방법을 정확하고 명료하게 서술하는 작업은 과학활동의 기본이다. 글쓰기의 초점은 원료, 과거의 체계적인 연구활동 및 적용 순서이다. 따라서 이 부분은 제3자의 입장에서 과거형 표현이 적당하다. 영문으로 쓰는 경우, 실험방법을 과거형으로 표현하는 것은 마찬가지이다.

방법에서의 핵심은 수행된 실험과정을 단순히 글로 표현하는 것이다. 따라서 방법과 수행과정을 일어난 순서대로 글로 옮기면 된다.