

Be Biologist: 아무도 알려주지 않는 바이올로지스트가 되기 위한 기본 4

김 종 은*

충청북도 증평군 대학로 61 한국교통대학교 보건생명대학 식품생명학부 식품공학전공 27909

Be Biologist: Basic Knowledge for Biologist Which No One Told 4

Jong-Eun Kim*

Department of Food Engineering, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

ABSTRACT

Scientific figures are crucial tools for effectively conveying research findings. This paper delves into the significance of figures in academic communication, emphasizing their role in simplifying complex data and enhancing readability. High-quality visuals not only improve comprehension but also bolster the credibility and reproducibility of research. The use of vector-based software such as Adobe Illustrator and Inkscape is highlighted for producing high-resolution figures that adhere to academic publishing standards. Additionally, this study outlines strategies for ensuring clarity and consistency in figures, including adherence to journal-specific guidelines and optimizing designs for both color and black-and-white printing. By incorporating elements like appropriate fonts, patterns, and layout structures, researchers can create figures that are not only aesthetically appealing but also informative and impactful. Ultimately, the study underscores the importance of figures as integral components of scientific communication, aiming to enhance both the academic value and accessibility of research outcomes.

Key words : biologist, graduated school student, figure, newbe

1. 서 론

연구실에서 새로운 주제를 탐구하고 실험을 진행하다 보면, 때로는 기대 이상의 성과가 나타나기도 하지만, 원하는 만큼의 결과를 얻지 못하는 경우도 종종 발생한다. 이러한 연구 과정은 끊임없는 시행착오와 도전으로 이루어지며, 그 과정에서 축적된 성과와 아이디어는 결국 한 편의 논문이나 보고서 형태로 정리해서 다른 연구자들과 공유한다(1). 연구 성과를 공유한다는 것은 단순히 데이터를 나열하는 데 그치지 않고, 해당 연구가 지닌 의의와 과학적 기여를 체계적으로 보여주는 작업이기도 하다. 특히 본 논문에서 다루고자 하는 주요 결과를 명확하게 제시하고, 이를 뒷받침하는 실험적 근거 및 해석 과정을 독자가 쉽게 이해할 수 있는 형태로 전달하는 것은 연구자로서 갖추어야 할 중요한 소양 중 하나이다. 이러한 맥락에서, 본 연구의 결과를 효과적으로 소개하기 위해서는 연구 목적과 가설을 분명히 제시한 뒤, 이를 검증하기 위한 실험 방법과 절차를 논리적 순서에 따

라 서술해야 한다. 또한, 각 연구 절차에서 도출된 결과와 그 의미를 체계적으로 분석하고, 이를 시각화 도구나 표와 같은 자료로 제시하여 독자가 한눈에 내용을 파악할 수 있도록 돕는 것이 중요하다(2). 과학적 연구는 복잡한 데이터를 다루며, 이를 효과적으로 전달하기 위해 다양한 방법을 사용한다. 이 중에서도 figure는 연구의 핵심 정보를 시각적으로 표현함으로써, 데이터의 의미를 직관적으로 전달하는 강력한 도구로 자리 잡았다. Figure는 단순한 장식이 아니라, 연구자가 독자에게 데이터의 구조와 결과를 효율적으로 전달하기 위한 필수적인 요소다(3). 특히 디지털 기술의 발달로 시각적 자료의 중요성이 더욱 강조되고 있으며, figure는 학술 논문에서 필수적인 구성 요소로 자리 잡았다. 과거에는 텍스트 기반의 논문이 주를 이루었지만, 현재는 시각적 자료를 활용하여 복잡한 내용을 한눈에 이해할 수 있도록 돕는 것이 중요하게 여겨지고 있다. 이는 과학적 데이터의 복잡성과 그에 대한 독자의 접근성을 높이기 위한 노력의 일환이다(2).

Figure의 품질과 시각적 명확성은 논문의 성공적인 발표와 독자의 이해도에 중요한 영향을 미친다. 이를 위해 적절한

* Jekim14@ut.ac.kr

한 소프트웨어와 도구를 사용하는 것은 필수적이며, 이러한 도구는 유료 및 오픈소스 프로그램으로 구분된다. 유료 소프트웨어는 고급 기능과 기술 지원을 제공하며, 학교나 연구 기관의 라이선스를 통해 쉽게 접근할 수 있다. 반면, 오픈소스 프로그램은 무료로 제공되어 예산 제약이 있는 연구자들에게 실질적인 대안이 된다. 아래에서는 벡터 프로그램, 그래프 작성 도구, 이미지 편집 도구, figure 통합 및 레이아웃 설계 도구 등을 중심으로 각각 프로그램의 특징과 활용 방법을 논의한다.

II. 본 론

1. Figure의 요건

Figure는 복잡한 데이터를 간결하고 명료하게 표현함으로써 독자의 이해를 돕는 데 중요한 역할을 한다. 연구 논문에서는 실험 데이터나 분석 결과를 도표, 그래프, 이미지 등 다양한 형식의 figure로 표현하여, 이를 통해 복잡한 수치나 관계를 직관적으로 이해할 수 있게 한다. 예를 들어, 복잡한 통계 결과를 표(Table)로만 제시하면 독자가 이를 해석하는데 시간이 걸릴 수 있지만, figure는 이러한 데이터를 시각적으로 변환하여 독자가 더 빠르게 핵심 정보를 파악할 수 있도록 돕는다. 이는 연구자와 독자 간의 소통을 원활하게 하고, 연구 결과를 보다 명확히 전달하는 데 이바지한다. 나아가 figure는 단순히 데이터를 요약하는 역할에 그치지 않고, 연구 결과의 주요 메시지를 강조하고, 데이터 간의 상호 연관성을 시각적으로 보여줌으로써 독자가 연구의 전반적인 흐름을 이해하도록 돕는다(4). 이는 연구의 신뢰성과 재현성을 강화하는 데 중요한 이바지한다. 시각적 자료는 텍스트만으로 전달하기 어려운 복잡한 정보를 명확히 제시함으로써, 데이터 조작을 방지하고 객관성을 유지하는 데 도움을 준다. 연구 결과를 figure로 표현하면, 독자는 데이터를 더 쉽게 검증할 수 있으며, 이는 논문의 신뢰성을 높이는 데 크게 이바지한다. 또한, figure는 연구의 학문적 가치를 높이는 역할도 한다. 학술 논문에서 figure는 독자의 관심을 끌고, 데이터를 효율적으로 전달하는 수단으로서 논문의 품질에 직접적인 영향을 미친다. 이는 논문이 학술지에서 얼마나 자주 인용되는지에도 영향을 미치며, 결과적으로 연구자와 논문의 가치를 평가하는 데 중요한 요소로 작용한다. 이와 더불어, 학술 논문의 figure는 일반 출판물처럼 가독성이 뛰어나야 하며, 논문이 출판되는 학술지의 규격을 철저히 준수해야 한다(5). 과학적 논문은 국제적인 독자층을 대상으로 하며, 독자들이 figure를 통해 연구 내용을 쉽게 이해할 수 있어야 한다. 따라서 figure는 명료하면서도 시각적으로 매

력적으로 설계되어야 하며, 동시에 학술지가 요구하는 형식과 기준을 충족해야 한다. 이러한 과정을 통해 figure는 단순한 시각적 자료를 넘어 학문적 소통의 매개체로서 중요한 역할을 담당한다..

Figure는 연구 내용을 효과적으로 전달하기 위한 시각적 도구로, 적절한 설계와 표현 방식이 논문의 성공적인 전달에 핵심적인 역할을 한다. 잘 설계된 figure는 단순히 데이터를 나열하는 것을 넘어, 독자가 연구 내용을 쉽게 이해하고 핵심 정보를 빠르게 파악하도록 돕는다. 특히 복잡한 데이터일수록 시각적 요소를 활용해 독자의 인지적 부담을 줄이는 것이 중요하다(6). 예를 들어, 다중 비교 실험 결과를 단순히 수치로 나열하는 대신, 이를 막대그래프나 상관 그래프로 변환하면 데이터 간의 차이와 경향을 한눈에 이해할 수 있다. Figure 설계 시 중요한 원칙 중 하나는 데이터의 왜곡 없는 정확한 시각화이다. 데이터의 시각적 표현에서 왜곡이 발생하면 독자가 연구 결과를 잘못 이해하거나 오해할 우려가 높다. 예를 들어, 축의 비율을 조작하거나 특정 데이터를 강조하기 위해 시각적 비율을 과도하게 조정하면, 연구의 객관성을 해칠 수 있다. 따라서 figure 설계 시 데이터의 원본 상태를 최대한 유지하면서, 독자가 핵심적인 정보를 명확히 이해할 수 있도록 표현해야 한다. 또한, figure는 학술지의 가이드라인에 맞추어 제작되어야 한다. 논문은 특정 학술지의 규격을 준수해야 하며, figure 역시 이러한 규격을 따라야 한다. 이는 연구의 국제적인 가독성을 높이고, 학술적 소통을 원활하게 하기 위함이다. 학술지의 규격에는 figure 크기, 해상도, 색상 사용, 폰트 크기 및 스타일, 레이블의 배치 등이 포함된다(7). 이러한 세부 사항을 준수하지 않을 경우, 논문이 반려되거나 수정 요구를 받을 수 있다. 따라서 연구자는 figure 설계 시 학술지의 요구사항을 사전에 파악하고, 이를 충족시키는 것이 중요하다. 마지막으로, figure의 가독성과 심미성도 중요하다. Figure는 단순히 데이터를 나열하는 데 그치지 않고, 독자에게 시각적으로 매력적이면서도 직관적인 방식으로 데이터를 전달해야 한다. 예를 들어, 색상과 패턴을 적절히 활용하여 데이터 간의 차이를 강조하거나, 불필요한 시각적 요소를 제거하여 데이터를 명확히 전달할 수 있다. 이 과정에서 독자의 시각적 인지 과정을 고려하여 figure를 설계하는 것이 바람직하다. 잘 설계된 figure는 연구의 신뢰성을 높일 뿐만 아니라, 독자의 관심을 끌고 연구의 학문적 가치를 더욱 부각하는데 이바지할 수 있다(8).

2. 과학적 figure 작성을 위한 도구와 활용

과학적 연구에서 시각적 자료(figure)는 연구 결과를 효과

적으로 전달하기 위한 핵심 도구이다. Figure의 품질과 시각적 명확성은 논문의 성공적인 발표와 독자의 이해도에 큰 영향을 미친다. 이를 위해 적절한 소프트웨어와 도구를 사용하는 것은 필수적이며, 이러한 도구는 유료 및 오픈소스 프로그램으로 구분된다. 유료 소프트웨어는 고급 기능과 기술 지원을 제공하며, 학교나 연구 기관의 라이선스를 통해 쉽게 접근할 수 있다. 반면, 오픈소스 프로그램은 무료로 제공되어 예산 제약이 있는 연구자들에게 실질적인 대안이 된다(4). 유료 프로그램은 정교한 기능과 고품질 출력을 제공하는 반면, 오픈소스는 경제적 부담 없이 필요한 작업을 수행할 수 있다는 점에서 그 가치를 가진다. 아래에서는 벡터 프로그램, 그래프 작성 도구, 이미지 편집 도구, figure 통합 및 배치 설계 도구 등을 중심으로 각 프로그램의 특징과 활용 방법을 논의한다.

3. 벡터 기반 프로그램이란?

벡터 기반 프로그램은 컴퓨터 그래픽에서 벡터(vector) 방식으로 이미지를 처리하는 소프트웨어를 말한다. 벡터 방식은 점, 선, 면과 같은 수학적 객체를 이용하여 그래픽을 생성하며, 각 객체의 위치, 크기, 색상 등을 수학적 좌표와 속성으로 정의한다. 이러한 방식은 픽셀 단위로 이미지를 정의하는 래스터(raster) 방식과 대조적이다(7). 래스터 방식은 이미지를 픽셀의 집합으로 구성하므로 확대 또는 축소하면 픽셀이 깨지는 현상이 발생할 수 있다. 반면, 벡터 방식은 수학적 정의를 기반으로 이미지를 표현하기 때문에 크기를 조정하더라도 품질 저하가 발생하지 않는다. 이에 따라 벡터 방식은 특히 학술 논문에서 요구하는 고해상도와 정밀도를 충족시키는 데 적합하다. 벡터 기반 프로그램은 복잡한 그래픽 작업에 매우 적합하다. 이러한 프로그램은 선명한 선과 정밀한 곡선을 그릴 수 있으며, 다양한 색상과 텍스트를 세밀하게 조정할 수 있다. 특히, 단계를 활용하여 각 요소를 독립적으로 관리할 수 있어서 복잡한 figure를 제작하거나 수정하는 데 유리하다. 벡터 방식은 다양한 파일 형식(EPS, PDF, SVG 등)을 지원하며, 이러한 형식은 대부분의 학술 출판사에서 요구하는 표준 형식으로 사용된다(8). 논문 figure를 제작할 때 벡터 기반 프로그램은 필수적인 도구로 여겨진다. 또한, 작업 과정에서 발생하는 오류를 최소화하고, 데이터 시각화의 효율성을 극대화할 수 있는 기능도 제공한다(5).

대표적인 벡터 기반 프로그램으로는 Adobe Illustrator, Ink scape, 그리고 Canvas X Draw가 있다. Adobe Illustrator는 고급 기능을 제공하며, 복잡한 도형과 데이터를 시각화

하는 데 적합하다. 이는 학술지에서 요구하는 다양한 규격에 따라 figure를 제작하는 데 적합한 도구로, 사용자 정의가 가능하고 확장성이 뛰어나다. 반면, Ink scape는 오픈소스 소프트웨어로, 기본적인 벡터 그래픽 작업을 수행할 수 있는 무료 대안이다. Canvas X Draw는 정교한 그래픽 제작과 함께 기술 도면, 데이터 시각화, 다이어그램 작업을 위한 특화된 기능을 제공한다. 이 프로그램은 특히 직관적인 인터페이스와 강력한 PDF 및 CAD 파일 지원으로, 학술 및 기술 분야에서 활용도가 높다. Canvas X Draw의 장점은 다양한 형식을 지원하며, 데이터를 정밀하게 다룰 수 있는 기능을 포함한다는 점이다. 다만, Adobe Illustrator와 Ink scape에 비해 커뮤니티 지원과 플러그인 생태계는 상대적으로 제한적일 수 있다. 이러한 프로그램은 학술 figure의 제작, 다이어그램 작성, 데이터 시각화 및 배치 작업 등 다양한 용도로 활용된다. 특히, 연구자들에게는 예산 절감의 이점과 함께 프로젝트의 요구사항에 맞는 유연한 선택지를 제공한다는 점에서 중요하다(4).

4. 벡터 프로그램을 써야 하는 이유

벡터 프로그램과 Power Point 프로그램은 각각의 특성과 한계가 명확히 다르다. 벡터 프로그램은 주로 정교하고 고품질의 학술 figure를 제작하기 위해 사용된다. 이러한 프로그램은 이미지의 해상도에 의존하지 않으며, 확대하거나 축소하더라도 품질이 저하되지 않는다. 이는 논문 출판 시 요구되는 EPS, PDF, SVG와 같은 형식을 지원하기 때문에 출판 품질을 보장할 수 있는 중요한 도구이다(8). 반면, Power Point는 픽셀 기반 이미지를 생성하며, 확대하거나 축소할 경우 품질 저하가 발생할 수 있다. 따라서 Power Point로 작성한 figure는 고해상도를 요구하는 학술 논문이나 출판물에 적합하지 않다. 벡터 프로그램은 선, 곡선, 도형, 텍스트를 정밀하게 조작할 수 있는 도구를 제공한다(9). 이는 화학 구조, 생물학적 도식, 복잡한 데이터 흐름도를 제작하는 데 매우 유용하다. 또한, 색상 팔레트를 설정하여 figure 전체에서 일관된 색상을 유지할 수 있으며, 각 요소를 개별적으로 관리할 수 있는 레이어 기능이 포함되어 있다. 이러한 기능은 복잡한 figure를 제작하거나 수정할 때 필수적이다. 반면, Power Point는 기본적인 도형 작성과 간단한 편집 작업에는 유용하지만, 세부적인 조작이나 복잡한 다이어그램 작성에는 한계가 있다. 특히 레이어 기능이 없어서 여러 객체를 포함한 figure 작업에서 수정이 어려울 수 있다. Power Point는 간단한 발표 자료를 제작하기에는 유용하지만, 학술 출판 수준의 figure 제작에는 적합하지 않

다. 간단한 figure를 빠르게 만들거나 비공식적인 발표 환경에서 활용하기에 편리하고, 사용자 친화적인 인터페이스를 제공해 초보자도 쉽게 배울 수 있다. 또한, 발표 자료와 figure를 동시에 관리할 수 있다는 장점도 있다. 그러나 벡터 프로그램은 초기 학습에 다소 시간이 걸릴 수 있다. 하지만 이 과정을 거치면, 고해상도와 높은 정밀도를 요구하는 figure를 효율적으로 제작할 수 있는 강력한 도구가 된다. 특히 학술지에서 요구하는 형식 가이드라인을 준수하기 위한 필수 파일 형식을 지원해, 학술 출판의 까다로운 요구사항을 손쉽게 충족시킬 수 있다. 반면 Power Point로 제작된 figure를 학술지 요구 형식으로 변환하려면 추가 작업이 필요해, 오류가 발생하거나 시간이 지연될 수 있다. 따라서 학술 논문에 포함될 figure를 제작할 때는 벡터 프로그램을 사용하는 것이 훨씬 효과적이다. 결론적으로, 벡터 프로그램은 고품질 학술 figure 제작에 필요한 정밀도, 확장성, 파일 형식 호환성을 모두 제공하며, 학술 출판의 높은 기준을 충족하기 위해서는 벡터 프로그램을 사용하는 것이 필수적이다. 반면 Power Point는 간단한 작업이나 발표용 자료 제작에는 유용하지만, 정밀하고 고해상도의 학술 figure 제작에는 적합하지 않다(9).

5. Figure 그리기

벡터 기반 프로그램들은 그래픽 작업에서 뛰어난 유연성과 정밀도를 제공하는 도구들이다. Adobe Illustrator는 고급 사용자를 대상으로 한 소프트웨어로, 복잡한 도형, 데이터 시각화 및 사용자 정의가 가능한 다양한 도구를 제공한다. 이 프로그램은 특히 다중 아트보드와 레이어 기능을 통해 복잡한 figure를 체계적으로 관리할 수 있다. Ink scape는 무료 오픈소스 프로그램으로, 기본적인 벡터 그래픽 작업부터 고급 그래픽 디자인 작업까지 처리할 수 있다. Ink scape는 다양한 파일 형식(EPS, SVG, PDF 등)을 지원하며, 비용 부담 없이 사용할 수 있어 연구자들에게 적합하다. 이러한 프로그램들은 이미지의 크기를 자유롭게 조정해도 품질이 유지되며, 학술 출판에서 요구하는 고해상도와 표준 형식에 적합하다. 따라서 벡터 기반 프로그램은 학술 figure의 제작, 복잡한 다이어그램 작성, 그리고 데이터의 시각적 전달을 위한 필수적인 도구로 여겨진다. adobe license가 있으면 Illustrator를 사용하면 되고, 없다면 Ink scape를 사용하면 된다.

Figure 제작에서 명확성과 일관성을 유지하기 위해 몇 가지 중요한 표준을 준수해야 한다. Table 1에서 대표적인 학

Table 1. 주요 출판사의 figure guideline

항목	Nature(Springer Nature)(6)	Wiley(7)	Elsevier(8)
파일 형식	- 벡터 이미지: EPS 또는 PDF 권장 - 래스터이미지:TIFF 또는 PNG 권장	- 라인 아트: EPS, PDF 권장 - 이미지: TIFF, PNG, EPS 권장	- 벡터 이미지: EPS 또는 PDF 권장 - 래스터 이미지: TIFF 또는 JPEG 권장
해상도	- 라인 아트: 최소 600 dpi - 이미지: 최소 300 dpi	- 라인 아트: 600 dpi 권장 - 이미지: 300 dpi 권장	- 흑백(비하프톤) 아트: 최소 1,000 dpi - 그레이스케일 아트: 최소 300 dpi - 컬러아트: 최소 300 dpi
컬러 모드	- RGB 권장 - 인쇄 시자 동으로 CMYK로 변환됨		- 온라인 출판용: RGB - 인쇄용: CMYK
폰트 사용	- 표준 폰트(예: Arial, Helvetica) 사용 - 텍스트 크기: 최소 5pt, 최대 7pt	- 표준 폰트 사용(예: Arial, Helvetica) - 모든 텍스트와 기호는 쉽게 읽을 수 있는 크기	- 이미지 내 텍스트는 Arial, Courier, Times New Roman 등 표준 폰트 사용 - 폰트 크기: 8~10포인트 유지
선 두께	- 선 및 스트로크: 0.25 pt에서 1pt 사이		- 선 두께: 최소 0.1 mm(0.3pt) 이상
파일 크기	- 각 파일은 10 MB를 초과하지 않아야 함	- 각 파일은 10 MB 미만 권장 - 전체 원고 파일은 500 MB 미만 권장	- 단일 파일 크기는 10 MB를 초과하지 않도록 함
캡션 및 번호 매기기	- 모든 그림은 본문에서 참조되어야 하며, 고유한 번호와 설명 필요	- 모든 그림은 본문에서 참조되어야 하며, 고유한 번호와 설명 필요 - 그림 캡션은 원고의 별도 부분에 포함	- 모든 그림과 표에는 고유한 번호와 설명이 필요하며, 본문에서 참조되어야 함
저작권	- 이미지 조작은 허용되지 않으며, 원본 이미지를 제공해야 할 수 있음 - 이미지 처리 세부 사항은 방법 부문에 명시해야 함	- 이미지 내 특정 요소의 추가, 제거, 이동, 변경은 허용되지 않음 - 밝기나 대비조정은 전체 이미지에 균일하게 적용되어야 원본 이미지를 제공해야 할 수 있음 - 이미지 처리 세부 사항은 방법 부문에 명시해야 함	- 타인의 자료 사용 시 적절한 허가를 받고 출처를 명시해야 함

술 논문 출판사의 가이드라인을 제시하였다. 먼저, 사용되는 폰트는 Arial 또는 Helvetica로 설정하며, 12 포인트 크기를 기본으로 해야 한다. 이러한 폰트는 전 세계적으로 널리 사용되는 표준 서체로, 학술 출판물의 가독성을 높이고 일관성을 유지하는 데 적합하다. Figure 번호는 18 포인트 크기로 설정하며, 각 페이지 상단 또는 하단에, 눈에 잘 띄는 위치에 배치한다. 이러한 번호는 독자가 figure를 빠르게 참조할 수 있도록 돕고, 학술지에서 요구하는 포맷에 따라 세부 조정이 필요하다. 또한, figure 내 글자나 그림의 위치와 크기는 대략 맞추는 대신, 숫자로 정확하게 설정해야 한다. 이는 figure 간의 비교를 쉽게 하고, 시각적 일관성을 높이며, 독자들에게 더 나은 이해를 제공한다. Figure 배열에 있어서는 빈 곳을 최소화하여 시각적 효율성을 극대화하는 것이 중요하다(8).

Figure 1과 같이 치수를 정확하게 맞추어 figure를 제작하여야 한다. 학술지도 일반 잡지와 같은 잡지라는 것을 빈 곳이 지나칠 게 많으면 자료가 분산된 느낌을 줄 수 있어 독자가 figure의 핵심 정보를 파악하기 어렵게 된다. 이를 방지하기 위해 각 figure와 figure 사이의 간격을 줄이고, 다중 패널 레이아웃을 사용하여 공간을 효율적으로 활용해야 한다 (10). 예를 들어, 관련성이 높은 데이터를 하나의 figure에 그룹화하면 독자가 데이터를 더 쉽게 비교하고 해석할 수 있다. 패널 간의 관계를 명확히 하기 위해 패널에는 A, B, C 등 알파벳 레이블을 사용하며, 이 레이블은 figure 왼쪽 위에

배치한다. 레이블은 그림이나 데이터와 겹치지 않도록 주의해야 하며, 독자가 figure의 각 부분을 빠르고 정확하게 이해하는 데 도움을 준다. 이러한 표준을 준수하면 figure는 학술 논문에서 요구되는 높은 시각적 품질과 전문성을 충족할 수 있다. 더불어, 이러한 표준화된 접근 방식은 figure 제작 과정에서 발생할 수 있는 혼란을 줄이고, 출판 후 독자의 이해를 돕는 데 크게 기여할 것이다. 시각적 명확성과 전문성을 동시에 확보함으로써, 연구자는 자신의 결과를 더욱 효과적으로 전달할 수 있다(6).

6. 그래프 작성 프로그램

그래프는 연구 데이터의 의미를 시각적으로 명확히 전달하는 핵심 도구로서 통계적 비교, 시간 추이의 파악, 데이터 간 상관관계 분석 등 다양한 목적에 사용된다(11). 실험 결과나 관찰 데이터를 효과적으로 전달하기 위해서는 데이터의 특성과 출판 환경을 고려하여 가장 적합한 시각화 기법과 프로그램을 선택하는 것이 중요하다(3). 우선, 다양한 그래프 작성 프로그램은 서로 다른 분석 및 시각화 요구를 충족시키는데, Graph Pad Prism은 생물학, 의학, 약학 분야에서 광범위하게 활용되며, 직관적인 인터페이스와 신속한 통계 분석 기능을 갖추고 있어 간단한 데이터 처리부터 복잡한 분석까지 폭넓게 지원한다. Sigma Plot은 특히 정교한 그래프 표현에 강점을 지니며, 복잡한 데이터셋이나 고급 통

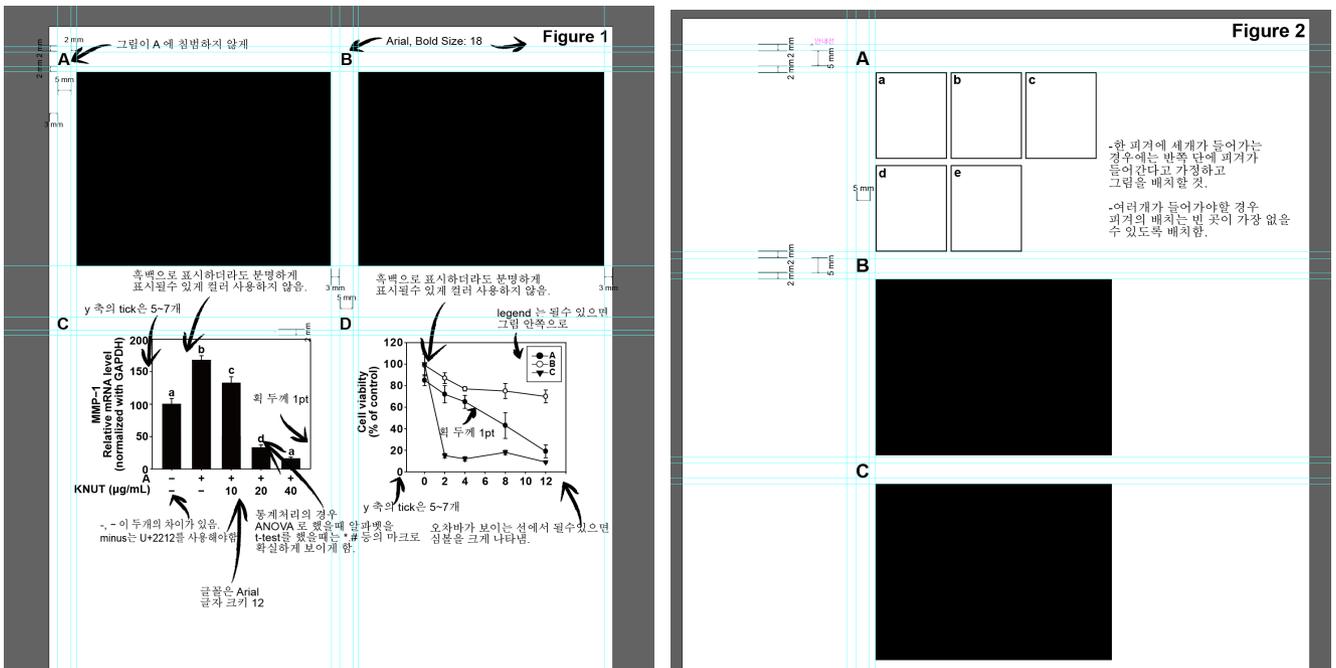


Figure 1. Figure 그림 예. 글꼴, 글자 크기, 간격 등을 정확히 통일해서 figure를 작성해야 한다.

계 분석이 있어야 하는 과학적 연구에 적합하다. 오픈소스 기반의 R의 ggplot2는 커스터마이징에 유연하며, 대규모 데이터 처리에 능숙하고, Python의 Matplotlib과 Seaborn은 프로그래밍적 접근을 통해 데이터 가공 및 시각화를 체계적으로 수행할 수 있다. Excel은 비교적 단순한 데이터 처리나 기본 그래프 작성에는 유용하지만, 복잡한 시각화나 다차원적 통계 분석에서는 한계가 존재한다. 이처럼 각각의 도구는 데이터 형태, 분석 목표, 연구 분야의 특성에 따라 선택적으로 활용될 수 있으며, 출판 목적, 학술지 요구사항, 흑백 인쇄 환경 등 다양한 조건을 고려하여 최적의 그래프 제작 전략을 수립해야 한다(7).

이 과정에서 가장 핵심적인 부분은 흑백 환경에서도 데이터 차이를 명확히 전달할 수 있도록 하는 시각적 구분 요소의 활용이다. 막대그래프나 꺾은선 그래프에서는 컬러 없이도 그룹 간 차이를 선명히 표현하기 위해 막대나 선, 마커 등에 패턴이나 기호를 활용한다(12). 예를 들어, 막대그래프에서는 채우는 방식(filled bars), 비워 둔 방식(open bars), 사선(diagonal lines), 교차 패턴(cross-hatch), 점(dot), 격자(grid) 등의 다양한 패턴을 적용할 수 있으며, 이를 통해 서로 다른 데이터 그룹을 명확히 구분하는 동시에 흑백 인쇄에서도 시각적 혼돈을 최소화한다. 마찬가지로 꺾은선 그래프에서는 실선(solid lines), 점선(dashed lines), 파선(dotted lines) 등 다양한 선 스타일과 함께 점(dot), 별(asterisk), 네모(square), 삼각형(triangle) 등의 마커를 활용하여 각 데이터 세트를 독립적으로 식별할 수 있다. 이러한 스타일링은 데이터의 복잡성이 높거나 데이터 그룹의 수가 많을 때 특히 유용하며, 독자들은 서로 다른 선과 마커를 통해 그래프에 담긴 정보를 한눈에 파악할 수 있다(3).

텍스트 요소와 폰트 선정 역시 그래프의 가독성에 영향을 미친다. Arial이나 Helvetica와 같이 단순하면서도 명확한 글꼴은 출판물에서 흔히 요구되며, 축 레이블, 범례, 주석 등에 적절한 크기의 글자를 사용해 독자가 중요 정보를 놓치지 않도록 해야 한다(11). 또한, 필요하다면 각 데이터 그룹이나 조건에 대한 간략한 설명을 그래프 내 또는 범례에 포함함으로써 독자가 데이터 해석을 쉽게 할 수 있도록 한다. 이러한 전략적 접근은 자료가 복잡하거나 서로 다른 분석 조건을 동시에 보여줄 때 더욱 빛을 발한다. 중요한 것은 그래프 내의 모든 요소가 하나의 논리적 흐름 속에서 데이터 해석을 돕는 역할을 해야 한다는 점이며, 불필요한 중복이나 혼란스러운 장식은 최소화하고, 시각적 대비와 단순히 명료한 표현 방식을 통해 그래프의 전달력을 극대화하는 것이다. 즉, 데이터 시각화는 단순한 그림 그리기가 아니라, 과학적 정보를 핵심적으로 요약하고 논리적인 흐름을 형성하는

과정이며, 이를 위해 적합한 그래프 툴 선택, 패턴 및 마커 활용, 폰트 및 크기 선정, 범례 및 주석 최적화를 종합적으로 고려함으로써 흑백 출판 상황에서도 전문성과 명료성을 균형 있게 확보할 수 있다(13).

III. 결 론

본 논문에서 다룬 내용은 연구 결과를 효과적으로 전달하기 위한 figure 제작의 중요성과 이를 뒷받침하는 다양한 소프트웨어 및 시각화 전략에 관한 것이다. 과학적 연구에서 figure는 복잡한 데이터를 빠르고 정확하게 전달하여 독자의 이해를 돕고, 연구자의 주장을 논리적으로 뒷받침하는 핵심 도구이다. 특히 벡터 프로그램을 활용한 고해상도 figure 제작은 학술지 게재 시 요구되는 엄격한 규격(예: 특정 해상도, 폰트 종류 및 크기, 배치 기준 등)을 준수해야 하므로, 정밀한 편집이 가능하고 파일 형식(EPS, PDF, SVG 등) 호환성이 높은 소프트웨어의 사용이 필수적이다(12). 또한, 흑백 인쇄 환경에서도 데이터의 차이를 명확히 표현하기 위해서는 패턴, 마커, 선 스타일 등 다양한 시각적 요소를 적절히 선택하여 독자가 쉽고 직관적으로 그래프 정보를 이해할 수 있도록 유도해야 한다. 결국, 과학적 데이터 시각화의 목표는 단순히 '멋진 그림'을 만드는 것이 아니라, 독자에게 연구의 핵심 내용을 명료하고 정확하게 전달하는 데 있다. 이를 위해 연구자는, 1) 적합한 프로그램 선택(유·무료 소프트웨어), 2) 학술지에서 요구하는 규격 준수(해상도, 크기, 폰트 등), 3) 시각적 대비를 고려한 디자인(흑백 인쇄 대비, 패턴 활용), 4) 정확한 통계 및 분석 결과 반영(그래프 유형 선택, 축 설정 등)이라는 네 가지 요소에 주의를 기울여야 한다. 이러한 전 과정을 체계적으로 수행한다면, 독자는 논문의 figure를 통해 복잡한 데이터의 흐름과 연구의 핵심 내용을 명확히 이해할 수 있으며, 이는 연구 성과와 학술 가치를 높이는 데 크게 이바지할 것이다.

사 사

이 논문은 2024년도 국립한국교통대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행한 연구임.

참고문헌

1. Kim GR. (2015) 논문의 힘. J Sci Edu. 3, 15~22.
2. SCIXART. (2023) 논문 일러스트의 목적과 제작 시 고려

- 해야 할 핵심 사항. <https://www.scixart.com/post/figure-illustration-production-tips>.
3. Hwang ES. (2017) 좋은 과학논문 작성법. *J Ethics Sci.* 15, 1~10.
 4. Mangnani N, Sakharkar B. (2023) Open-source software: Benefits and drawbacks. *J Open Source.* 10, 123~9.
 5. 양대규. (2015) 학술적 글쓰기의 모범 논문. *J Writing Res.* 5, 123~31.
 6. Research Figure Guide. (2019) <https://research-figure-guide.nature.com/figures/>.
 7. Author Services. (2019) Wiley Author Resources. <https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/Prepare/index.html>.
 8. Elsevier Policies. (2019) Elsevier Author Guidelines. <https://www.elsevier.com/about/policies-and-standards/author/artwork-and-media-instructions>.
 9. Enago Academy. (2019) 학술논문에서의 그림, 표 작성법. ENAGO. <https://www.enago.co.kr/academy/tips-for-writing-legends-of-tables-and-figures>.
 10. Won BM. (2021) 과학 논문 쓰는 법. 동아사이. 1~200.
 11. Park CW. (2013) 논문작성법. 신광출판사. 1~250.
 12. Enago Academy. (2016) 연구 논문에서 그림의 중요성과 활용법. ENAGO. <https://www.enago.co.kr/academy/importance-of-figures>.
 13. Wayne B, Gregory C, Joseph W. (2017) 학술 논문 작성법. 멘토르. 1~350.

Received Dec. 8, 2024, Revised Dec. 23, 2024, Accepted Dec. 29, 2024