이미지 조작(Image Manipulation)

이미지 조작 관련 체크리스트

- 학술지 투고규정에 이미지 조작과 관련한 설명을 포함하고 있는가?
- 투고한 그림이나 사진에 어떤 형태로든 수정을 한 경우 이를 별도로 기술하였는가?
- 이미지에 문제가 제기되었을 경우 수정하지 않은 원본 이미지를 제출할 수 있는가?
- 이미지 조작이 의심될 경우 이를 제대로 밝히지 않으면 연구윤리 위반으로 제소될 수 있음을 알고 있는가?

일반적으로 연구윤리의 위반은 연구 결과에 문제를 초래하여 논문의 가치를 잃게 하고, 나아가 학문을 오염시키는 범죄 행위로 간주된다. 위조(fabrication), 변조(falsification), 표절(plagiarism)이 이에 해당하는데, 교육부 훈령에서 제시하고 있는 연구 부정행위에도 위조, 변조, 표절 등이 포함된다. 논문에서 이미지가 차지하는 비중은 매우 크다[1]. 결론을 뒷받침하는 결정적인 자료이자 내용을 효과적으로 전달하는 수단이므로, 논문에 삽입될 이미지를 만드는 일은 매우 중요한 작업이다. 기술의 발달로 포토샵(Adobe Photoshop)과 같은 프로그램을 이용하여 해상도와 선명도의 조정을 비롯한 관련 작업을 쉽게 처리할 수 있게 되었으나, 가짜 데이터를 만들어 내기 위한 조작 역시 쉬워졌다. 또한, 인터넷의 발달로 다른 연구자가 발표한 이미지를 쉽게 볼 수 있게 되고, 이를 복사하여 사용할 수도 있게 되었다. 따라서, 연구윤리 위반인 위조, 변조, 복제 행위가 모두 이미지 조작의 행태로 발생할 수 있다.

이와 같이 이미지 조작은 연구 부정행위의 잠재적인 척도이므로, 학술지 편집인들은 투고규정에 이미지 조작 부정행위를 막기 위한 지침을 포함해야 한다. 대부분의 학술지는 이미지 조작을 포함한 포괄적인 이미지에 대한 가이드라인을 제시하고 있으며, 논문을 제출할 때 그림이나 사진을 어떤 형태로든 수정했다면 이를 명시하도록 요구한다. 또한 제출된 이미지에 조작이 의심될 경우, 수정하지 않은 원본 이미지 제출이 요구될 수 있다는 내용을 명시해야 한다. 아울러, 이미지 조작을 밝히지 않으면 연구윤리 위반으로 제소될 수 있음도 명확히 고지해야 한다.

1995년부터 2014년까지 40개 과학 학술지에 출판된 20,621편의 과학 논문을 분석한 결과에 따르면, 782편의 논문(3.8%)에서 조작된 이미지가 발견되었다[2]. 또한 2009년부터 2016년까지 Molecular and Cellular Biology에서 출간한 960개의 논문 중 59개, 즉 6.1%에 해당하는 논문에서 부적절한 중복 이미지가 발견되었다고 보고된 바 있다[3].

미국의 연구진실성위원회(Office of Research Integrity, ORI)는 2011년부터 2015년 사이에 ORI에서 확인했던 연구 부정행위의 67%가 이미지 조작과 연관되어 있음을 밝히고, 이미지를 수정한 경우 이를 밝히지 않으면 연구윤리 위반으로 제소될 수 있음을 경고하고 있다[4]. 또한 「이미지 발표에 대한 가이드라인(Guidelines for Best Practices in Image Processing; <https://ori.hhs.gov/education/products/RlandImages/guidelines/list.html>)」은 이미지 처리에 대한 모범 사례를 12단계로 나누어 설명하고 있다[5].

영국 출판윤리위원회(Committee on Publication Ethics, COPE)에서는 출간이 완료된 논문에서 조작의 의심되는 이미지가 발견된 경우의 처리 방법에 대한 흐름도를 제시하였다[6] (**부록 2**).

국내에서는 한국연구재단에서 24년 8월 디지털 이미지 콘텐츠의 위·변조 및 복제에 대한 사전 검증과 그 결과를 활용하여 논문의 동료 심사 및 연구과제 평가에 활용할 수 있는 가이드라인을 제시하는 안내서를 발간하고, 연구윤리 정보 포털에 게시하였다[7].

이미지 조작은 학술지의 질을 저하하고 결과를 왜곡하지만, 편집자나 논문 심사 과정에서 이를 알아내는 것은 매우 어렵다. 따라서 이미지 조작의 형태를 파악해서 의심이 가는 경우 이를 검증해 볼 수 있는 시스템이 많이 소개되었다. 아래 표 1에 이미지 조작 여부를 확인할 수 있는 웹사이트를 나열하였다. 뿐만 아니라 최근에는 논문이 출간된 후에도 전 세계 연구자들이 이미지 조작이 의심되는 논문에 대한 글을 올리는 웹사이트가 있고[8], 저자가 이를 설명하지 못하면 학술지에서 재조사해서 논문 철회까지 연결되는 경우가 있으므로 저자뿐 아니라 학술지 편집인들도 유의해야 한다.

표 1. 이미지 조작 확인 웹사이트

No.	Institution	URL
1	Forensic Tools of the Office of Research Integrity	https://ori.hhs.gov/forensic-tools
2	Image Data Integrity, Inc.	https://www.imagedataintegrity.com
3	Image Analysis Collaboratory (IAC) at Harvard Medical School	https://iac.hms.harvard.edu/
5	법영상분석연구소	https://www.imageid.co.kr/default/index.php

이외에도 학술연구 논문 관련 이미지 조작/변조의 탐지에 관련된 관련 기관(공립, 사립, 비영리 국제기

구, 대학/연구소), 기술 및 플랫폼의 웹사이트 주소는 표 2와 같다.

표 2. 학술연구 논문 관련 이미지 조작/변조의 탐지 관련 참고 사이트

사이트명	사이트 개요	주소
Retraction Watch	과학 논문의 철회와 관련 주제에 대해 보도하는 사이트	https://retractionwatch.com
STM Association	신뢰할 수 있는 연구를 발전시키기 위해 회원들과 협력하는 학술 출판 산업 관련 사이트	https://www.stm-assoc.org
COPE (Committee on Publication Ethics)	학술지 출판의 윤리적 문제를 다루기 위한 모범 사례에 대한 조언과 지침을 제공	https://publicationethics.org
GitHub	보안 소프트웨어를 구축, 확장 및 제공하기 위한 완전한 개발자 플랫폼	https://github.com/shobhittya/ForensicNet
The Office of Research Integrity	미국 국립보건원(NIH)의 자금 지원을 받는 연구자들의 과학적 부정행위 등에 대한 조사를 담당하는 기관	https://ori.hhs.gov https://ori.hhs.gov/droplets
For Better Science	연구 윤리, 생명의학 윤리 및 학술 출판에 대한 사이트	https://forbetterscience.com/?s=paper+mill
ProofigAI	과학 논문의 그림에서 윤리 문제를 감지하기 위한 AI 기반 소프트웨어 제공	https://www.proofig.com
Imagetwin		https://imagetwin.ai
ImaChek		https://www.imachek.com
Forensically	디지털 이미지 포렌식을 위한 무료 사이트로, 클론 탐지, 오류 수준 분석, 메타 데이터 추출 등이 포함	https://29a.ch/photo-forensics/#forensic-magnifier
FotoForensics	오류 수준 분석, 메타데이터 및 튜토리얼을 포함한 디지털 그림 분석을 위한 도구 및 교육을 제공	https://fotoforensics.com
Image-integrity	과학 논문의 불법 이미지 조작 문제를 감지하고 이에 대한 설명을 제공	https://image-integrity.com/about.html
Image Data Integrity	생명의공학 연구의 이미지 조작에 대한 컨설팅 서비스 제공	https://www.imagedataintegrity.com
(주)디지털이노텍	딥페이크 및 사진 이미지 위변조 탐지 소프트웨어 제공 사이트	https://kaicatch.com

출처: 디지털 콘텐츠(이미지)의 신뢰성 향상을 위한 안내서(2024, 12쪽).

그러나 최근 인공지능(artificial intelligence, AI)에 의해 과학적으로 믿을 만한 이미지(convincing scientific data)를 아주 쉽게 만들 수 있어, 이런 이미지가 과학을 위협하고 있다[9]. 현재 많은 출판사에서 사용하고 있는 ProofigAI나 Imagetwin가 아직 AI가 생성한 이미지를 제대로 발견하지 못한다고 Science 학술지의 커뮤니케이션 디렉터(communications director)가 얘기한 바 있다. 독일의 저자들이 조직 샘플(histological

data)을 인공적으로 만들어서 실제 조직 소견과 비교하는 연구를 800여 명 이상을 대상으로 시행했는데, 전문가들조차 안정적으로 조작된 조직 소견을 찾아내는 데 실패했다고 보고하였다[10].

그러므로 이미지 조작을 예방하기 위해서는 연구자뿐만 아니라 연구기관, 출판사, 편집자, 심사자 및 독자 등 이해 당사자의 윤리 의식이 중요하다. 이를 위해 한국연구재단에서는 디지털 콘텐츠 부정사용 방지를 위한 세 가지 체크리스트[7]를 제공하고 있으므로, 학술지에서 이 체크 리스트를 이용하여 투고규정 등에 활용하는 것이 바람직하다.

참고문헌

1. 연구윤리 확보를 위한 지침[시행 2023. 7. 17.] [교육부훈령 제449호, 2023. 7. 17., 전부개정].
2. Bik EM, Casadevall A, Fang FC. The prevalence of inappropriate image duplication in biomedical research publications. *mBio* 2016;7:e00809-16.
3. Bik EM, Fang FC, Kullas AL, Davis RJ, Casadevall A. Analysis and correction of inappropriate image duplication: the Molecular and Cellular Biology experience. *Mol Cell Biol* 2018;38:e00309-18.
4. Office of Research Integrity (ORI). Tips for presenting scientific images with integrity [Internet]. ORI; 2024. Available from: https://ori.hhs.gov/sites/default/files/2017-12/6_Image_Manipulation.pdf.
5. Office of Research Integrity (ORI). Can you spot research misconduct? [Internet]. ORI; 2024. Available from: https://ori.hhs.gov/sites/default/files/2020-05/11_Can_you_Spot.pdf
6. Committee on Publication Ethics (COPE) Council. COPE Flowcharts and infographics: Inappropriate image manipulation in a published article (English) [Internet]. COPE; 2024. Available from: <https://doi.org/10.24318/cope.2019.2.21>
7. 한국연구재단. 디지털 콘텐츠(이미지)의 신뢰성 향상을 위한 안내서[Internet]. 한국연구재단 연구윤리정보포털; 2024. Available from: https://cre.nrf.re.kr/bbs/BoardDetail.do?nttId=8938&bbsId=BBSMSTR_000000000098&pageIndex=1
8. PubPeer. PubPeer: the online journal club [website]. PubPeer; c2025. Available from: <https://pubpeer.com/>.
9. Kwon D. AI-generated images threaten science - here's how researchers hope to spot them. *Nature* 2024;635:268-9.
10. Hartung J, Reuter S, Kulow VA, F hling M, Spreckelsen C, Mrowka R. Experts fail to reliably detect AI-generated histological data. *Sci Rep* 2024;14:28677.