

# 소음에 대한 초등 예비교사들의 탐구에서 나타나는 1차 데이터와 2차 데이터 활용의 인식적 특징 비교 - 과학탐구 보고서 사례를 중심으로 -

장진아 · 나지연<sup>†</sup>

## Comparison of Epistemic Characteristics of Using Primary and Secondary Data in Inquiries about Noise Conducted by Elementary School Preservice Teachers: Focusing on the Cases of Science Inquiry Reports

Chang, Jina · Na, Jiyeon<sup>†</sup>

### 국문 초록

이 연구에서는 생활 속 위험 문제 중 하나인 ‘소음’에 대해 예비교사들이 수행한 과학탐구 사례를 중심으로 서로 다른 유형의 데이터 활용에서 나타나는 인식적 특징을 탐색하고 비교하였다. 이를 위해, 소음에 대한 탐구 보고서를 수집하고, 탐구 보고서에서 1차 데이터와 2차 데이터가 어떻게 과학탐구에 활용되는지, 데이터의 유형에 따라 탐구 설계, 자료 수집 및 분석 과정이 어떻게 달라지는지를 분석하였다. 연구 결과, 센서 기반의 1차 데이터는 핵심 현상을 측정하고 관찰하는 주체가 탐구자 자신이지만, 2차 데이터는 공공 기관에서 이미 측정 대상과 방법을 결정하여 데이터로 제시하였기 때문에 예비교사들은 공공 데이터의 특징을 먼저 조사하고 탐구 목적에 맞게 선별적으로 활용하였다. 이러한 차이로 인해 탐구 과정에서 요구되는 인식적 고려 사항과 방식이 서로 달랐다. 끝으로 이러한 연구 결과가 과학탐구 교수학습 및 탐구 지도를 위한 교사교육, 그리고 변동성과 불확실성이 극대화될 VUCA 시대를 대비한 위험 대응 역량 교육의 측면에서 갖는 교육적 시사점을 논의하였다.

**주제어:** 센서 기반의 1차 데이터, 2차 데이터, 데이터 활용, 인식적 특징, 위험

### ABSTRACT

This study explores and conducts an in-depth comparison of the epistemic characteristics in different data types utilized in the science inquiries of preservice teachers regarding noise as a risk in everyday life. Focusing on primary and secondary data in the context of science inquiries about noise, we examined how these data types differ in science inquires in terms of inquiry design, data collection, and analyses. The findings reveal that sensor-based primary data enable direct measurement and observation of key phenomena. Conversely, secondary data rely on predetermined measurement methods within a public data system. These differences require different epistemic considerations during the inquiry process. Based on these findings, we discuss the educational implications concerning teaching approaches for science inquiries, teacher education for inquiry teaching, and the development of risk response competencies in preparation for the VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity, and Ambiguity) era.

**Key words:** sensor-based primary data, secondary data, data utilization, epistemic characteristics, risk

## I. 서 론

우리는 변동성(Volatility), 불확실성(Uncertainty), 복잡성(Complexity), 모호성(Ambiguity)이 극대화된 VUCA 시대를 살고 있다(OECD, 2018). VUCA 시대에 시민들은 지구온난화, 인공지능, 환경오염, 생체 기술, 원자력, 건설이나 여객선 침몰과 같이 해결이 불확실하고 복잡한 위험들에 노출되어 있으며, 이러한 위험들은 특정 맥락에 국한되기보다는 보편적이어서 개개인의 삶에 큰 영향을 미친다(박희제, 2014; 조광래, 2018). 이러한 시대에 사는 우리가 실생활에서 발생하는 여러 위험들을 과학적으로 이해하고 탐구하여, 합리적으로 판단할 수 있는 역량을 기르는 것은 과학교육의 핵심 화두이다(전승준 등, 2017; Hagop, 2018; Zint & Peyton, 2001). ‘2022 개정 교육과정 총론 주요 사항’의 추진 배경을 살펴보면 “디지털 전환에 따른 산업 및 사회변화와 감염병 확산, 기상이변과 기후환경변화 등 다양한 위기 상황에 대응하고 극복하는 능력이 국가 경쟁력을 좌우”한다고 하였으며, “변동성, 불확실성, 복잡성이 특징인 미래사회에 대응할 수 있도록 기본 역량과 변화대응력 등을 키워주는 교육체제 구현이 필요”하다고 하였다(교육부, 2021).

우리는 VUCA 시대를 사는 동시에 다양한 유형의 데이터가 대량으로 생산되고 공유되는 시대에 살고 있다. 데이터의 홍수 속에서 시민들이 접하는 정보의 양과 다양성은 급격히 증가하고 있으며, 특히 빅데이터, 센서 데이터 등의 신기술이 제공하는 정보는 일상생활에서 마주하는 여러 문제들에 대응하고 결정하는 데에도 큰 영향을 미치고 있다(Qin & D’Ignazio, 2010). 이에 시민들이 마주하는 문제들을 다양한 데이터를 통해 과학적으로 이해, 해석하여 합리적으로 판단하는 역량이 중요하다(손미현과 정대홍, 2020). 특히 우리 주변의 위험을 지각하고 평가하며 관리하는 데에도 이러한 데이터를 해석하고 평가 및 활용하는 역량이 중요하다(Christensen, 2009; Zint & Peyton, 2001) 최근 공공데이터 포털 등에서는 소음, 미세먼지, 교통사고, 전기사고와 같이 우리 주변의 위험에 대한 여러 데이터를 제공하고 있으므로, 위험 관련 데이터를 활용한 교육은 여러 가능성을 갖는다.

지금까지 여러 연구들에서 과학탐구에서의 데이터 수집, 분석, 전환 활동의 특징에 대해 보고해 왔

다. 예를 들어, 과학탐구 기능으로서 데이터 분석 및 해석 능력을 검사도구로 점검하고 평가하거나(고유미와 여상인, 2011; 정수연과 정은영, 2018), 탐구 과정에서 나타나는 학생들의 데이터 변환 및 해석 능력 수준과 특징을 분석하는 연구들(이은선과 정은영, 2016; 장진아와 전영석, 2010)이 이루어졌다. 이러한 연구들에서는 과학탐구 기능으로서 데이터 수집 및 분석 능력 자체를 독립적으로 조사하는 방식을 취한다. 한편, 과학적 논증이나 논변의 관점에서, 논증 구조에 따른 데이터 활용의 적절성을 분석한 연구들도 많이 이루어졌다(백성혜와 손수희, 2014; 이봉우와 임명선, 2010). 이러한 연구들은 논증 구조 속에서 나타난 데이터 활용의 적절성이나 타당성에 초점을 맞추었다. 최근에는 과학탐구에서 데이터가 지니는 중요성에 초점을 맞추어 과학 데이터 소양(science data literacy) 또는 데이터 기반 과학탐구에 대한 논의로 확장되고 있다(손미현과 정대홍, 2020; Griffis *et al.*, 2008; Qin & D’Ignazio, 2010). 이들은 데이터 기반의 과학탐구 절차를 익히거나, 필요한 기능적 요소를 이해하는 데에 초점을 두고 있다.

이에 비해 본 연구에서는 과학탐구 기능이나 과학적 논증 요소로서의 데이터 활용에 초점이 있기 보다는, 과학탐구 과정의 데이터 활용 전반(예: 선정, 수집, 선별, 조작, 분석, 해석 등)에서 요구되는 판단이나 실행에 초점을 맞추었다. 과학 탐구에서 적합한 데이터를 수집하여 분석하고, 적절한 형태로 변환하여 증거로 활용하는 과정은 탐구의 핵심 과정으로서 중요하게 다뤄져 왔다(Duschl *et al.*, 2021). 과학탐구 과정에서 어떤 데이터를 선택할 것인가, 수집한 데이터들에서 탐구목적에 부합되는 데이터를 어떻게 선별하고 또 분석할 것인가에 대한 판단은 탐구에 대한 인식적 이해를 수반한다(맹승호, 2023). 이러한 맥락에서 본 연구에서 살펴본 ‘데이터 활용에서의 인식적 특징’이란, 과학 탐구에서 활용될 데이터 자체에 대한 이해와 함께, 어떤 데이터를 어떻게 수집하는 것이 타당한지, 나아가 수집된 데이터를 탐구 문제에 부합되게 선별, 분석, 해석하는 과정에서 무엇이 고려되어야 하는지 등을 판단하는 과정에서 나타나는 특징으로 정의하였다.

한편, 김동렬(2014)은 본 연구의 관점과 비슷하게, 초등 예비교사들의 곤충 한 살이 탐구 과정에서 나타나는 지식변환 과정을 통해, 예비교사들 자신이 수집한 자료들을 분석하고 종합하여 새로운 지식 체

계로 구축하지 못하였음을 보고한 바 있다. 본 연구에서는 과학탐구에서 활용하는 데이터의 유형을 넓혀, 앞으로 더 자주 사용될 대표적인 데이터로서, ‘센서를 통해 직접 수집된 1차 데이터’와 ‘공공 데이터를 기반으로 한 2차 데이터’의 활용에 주목하였다. 1차 데이터는 현장에서 직접 측정되어 고유한 상황과 조건을 반영하는 반면, 공공 데이터를 기반으로 수집된 2차 데이터는 개인이 접근하기 어려운 더 넓은 범위의 현상을 포괄한다(Ajayi, 2017). 서로 다른 유형의 데이터를 활용함에 있어서 나타나는 인식적 특징을 인식하는 것은 데이터 기반 탐구를 통해 위험을 과학적으로 파악하고, 합리적으로 해결해 나가는 데에 중요한 역할을 할 것이기 때문이다.

이에 본 연구는 현대 사회의 대표적인 위험 중 하나인 소음에 대한 탐구 사례를 중심으로, 소음 현상에 대한 1차 데이터와 2차 데이터의 활용에서 나타나는 인식적 특징에 어떠한 차이가 있는지에 살펴 보았다. 앞서 언급한 바와 같이 2022 개정 교육과정에서는 우리가 직면하는 각종 위험을 다루도록 하고 있으며 특히, 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서는 ‘감염병과 건강한 생활’, ‘기후변화와 우리 생활’, ‘자원과 에너지’ 등의 ‘과학과 사회’ 영역과 기존의 영역의 일부 성취기준(예: 소리의 성질 단원의 소음문제)을 통해 이를 구현하고 있다(교육부, 2022). 따라서 이를 곧 가르쳐야하는 초등학교 예비교사들이 소음 현상에 대한 데이터를 어떻게 활용하며 데이터의 유형에 따라 어떤 특징을 보이는지 살펴보는 것은 의미가 있다. 이를 통해 예비교사들이 서로 다른 유형의 데이터를 어떻게 해석하고 활용하는지에 대한 이해의 폭을 넓히고, 각 유형의 데이터가 가진 속성에 맞게 타당한 방식으로 탐구하고 판단하기 위한 교육적 방향을 모색할 수 있을 것으로 기대된다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 자료 수집

본 연구에서는 과학탐구에서 나타나는 1차 데이터와 2차 데이터 활용의 인식적 특징을 비교하기 위하여, 교육대학교에 재학 중인 초등 예비교사 9명이 1차 데이터와 2차 데이터를 각각 활용해 수행한 과학탐구 보고서를 수집하였다. 구체적으로 1차 데이터를 활용한 탐구 보고서에서는 센서 기반의 측정

도구(예: 마이크로비트, 소리 측정 어플리케이션)를 이용해 예비교사들이 소음과 관련된 데이터를 직접 수집하고 이를 분석하여 탐구를 수행한 결과를 보고하였다. 반면, 2차 데이터를 활용한 탐구 보고서에서는 공공 기관에서 제공하는 소음과 관련된 공공 데이터를 2차 데이터로서 수집하고 이를 분석한 탐구 과정과 결과를 보고하였다. 이처럼 소음이라는 주제에 대해 1차 데이터와 2차 데이터를 활용한 탐구 보고서 각 9개씩 총 18개의 보고서를 수집하였다.

수집된 탐구 보고서는 ‘스마트 기기를 활용한 과학교육’에 대한 강의에 참여했던 예비교사들이 수행한 자유탐구 결과 보고서로서, 보고서를 작성한 초등 예비교사 9명에게 동의를 얻어 수집되었다. 예비교사들은 일상생활의 소음과 관련한 문제들을 탐구 주제로 자유롭게 설정하고, 탐구 과정과 방법을 설계한 뒤, 실제로 1차 데이터와 2차 데이터 각각을 자료로 수집, 분석하여 결론을 도출하였다. 탐구 활동을 수행하기 전에 예비교사들은 강의를 통해 센서 기반의 측정 도구나 공공 데이터를 수집하는 방법에 대해 학습하였다. 연구진 중 한 명은 해당 강의의 교수자로서, 센서 기반의 1차 데이터를 수집하기 위한 방법을 강의하였다. 구체적으로 마이크로비트 프로그램을 이용하여 소리 센서를 작동하고 소리 데이터를 수집하는 방법과 소리 측정 어플리케이션을 이용하여 핸드폰 센서로 소리의 세기를 측정하는 방법에 대해 강의하였다. 비슷하게 2차 데이터를 활용하기 위한 기초 학습으로서, 예비교사들과 함께 여러 공공 기관에서 제공하는 공공 데이터 사례들을 탐색하였다. 예를 들어, 예비교사들은 국가통계포털에서 제공하는 국내 여러 도시들의 소음 관련 공공 데이터의 유형과 이들을 활용하는 방법을 배웠다.

위와 같은 사전 학습 활동은 센서 기반의 측정 도구나 공공 데이터를 사용하는 일반적인 절차나 방법에 대한 학습이었다. 이후에 예비교사들은 탐구 문제와 방법을 구체화하여 개별적으로 탐구를 진행하였으며, 탐구를 수행하거나 보고서를 작성하는 과정에서 세부 피드백을 제공하지는 않았다. 자유탐구 과정에서는 측정 도구나 공공 데이터 사용 방법들을 탐구 문제와 맥락에 맞춰 구체화하게 된다. 즉, 탐구 보고서에서 나타난 특징들은 예비교사들이 지닌 탐구에 대한 이해나 신념, 1차 데이터와 2차 데이터에 대한 관점에 따라 다르게 구현된 결과라고 볼 수 있겠다.

## 2. 자료 분석

### 1) 데이터 활용에서 나타나는 인식적 특징 분석을 위한 이론적 관점

본 연구에서는 수집한 탐구 보고서를 분석함에 있어서, 과학탐구의 인식적 과정에 초점을 두고 분석하였다. Duschl *et al.*(2000)은 과학탐구에서 탐구 문제에 적합한 데이터를 수집하여 증거로 활용하기 위해 적절한 형태로 변환하고, 타당한 설명으로 발전시켜 나가면서 지식이 변환되는 일련의 과정을 강조하였으며, 최근에는 초기의 모델을 세부적으로 발전시켜 Fig. 1에서와 같이 ‘증거-설명 연속선(Evidence-Explanation continuum)’이라는 모델로 제안하였다(Duschl *et al.*, 2021).

‘증거-설명 연속선(EE-continuum)’에서는 과학탐구 과정에서 과학 지식이 여러 형태로 변환되는 과정을 Fig. 1의 T1~T5와 같이 설명하였다. 예를 들어, 탐구 초기 단계에서 학생들은 구체적인 탐구 문제를 설정하고, 탐구 문제에 적합한 방식으로 현상을 관찰하거나, 핵심 요인을 측정하는 방법을 결정한다. 이러한 과정을 ‘증거-설명 연속선(EE-continuum)’에서는 탐구 문제를 관찰하거나 측정할 수 있는 방식으로 변환하는 과정(T1)이 일어난다고 해석한다. 마찬가지로 측정값을 데이터 세트로 변환(T2)하고, 데이터를 증거로 변환(T3)한 뒤, 증거를 패턴이나 모델로 변환(T4)하며, 최종적으로 설명으로 변환(T5)하는 과정을 거친다. Duschl *et al.*(2021)은 이러한 과정이 탐구 과정에 대한 인식적 이해를 잘 반영한다고 설명하였다.

하지만 본 연구에서는 이러한 ‘증거-설명 연속선(EE-continuum)’의 전체 과정 중, 데이터 활용 과정에서 나타나는 특징만을 분석하였다. 즉, Fig. 1의 다섯 가지 변환 단계 중에서 세 가지 유형의 변환(T1, T2, T3)이 1차 데이터와 2차 데이터의 활용 과정을 실질적으로 드러낸다고 판단했다. 이에 탐구 문제에서 측정으로의 변환(T1), 측정에서 데이터 세트로의 변환(T2), 데이터에서 증거로의 변환(T3) 단계에 초점을 두어 분석했다. 이러한 맥락에서 본 연구의 결과는 과학적 지식이나 설명 구성 과정까지 포괄하지는 않으며, 탐구 과정의 초반부인 데이터의 선정, 수집, 선별, 분석 및 해석 과정에서 나타나는 인식적 특징만을 중점적으로 다루었다.

### 2) 분석 방법

본 연구에서는 ‘증거-설명 연속선(EE-continuum)’에 제시된 세 가지 단계의 변환(T1, T2, T3)을 중심으로 데이터 활용의 인식적 특징을 분석하기 위하여, 각 변환에 대한 인식론적 과정을 탐색할 수 있는 대표 질문들(Duschl *et al.*, 2021)을 본 연구의 맥락에 맞게 변형하여 분석 기준으로 삼았다. 본 연구의 초점이 되었던 세 가지 단계별 분석 기준은 다음과 같다. 탐구 문제에서 측정/조사로의 변환(T1) 단계에서는 탐구 문제에 맞추어 탐구를 어떻게 구체화시켰는지에 초점을 맞추어 탐구 문제와 관련한 핵심 변인은 무엇이며 이를 측정 또는 조사하기 위해 탐구를 어떻게 설계하였는가를 분석 기준으로 설정하였다. 측정/조사에서 데이터 세트로의 변환(T2) 단계에서는 데이터 수집 과정에 초점을 맞추어, 어떠한 도

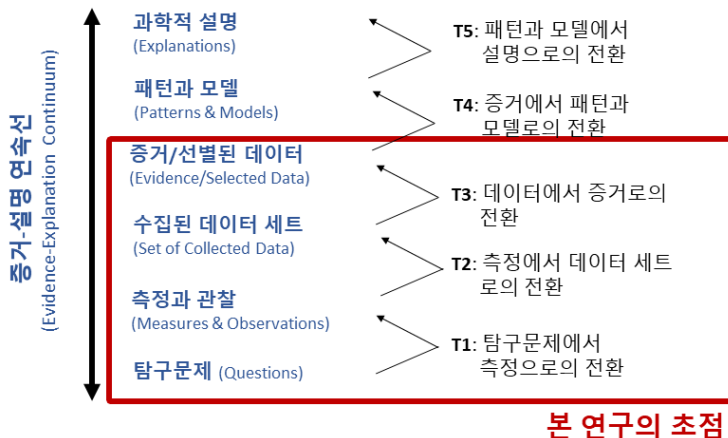


Fig. 1. The focus of this study: T1, T2, and T3 in Evidence-Explanation Continuum (Duschl *et al.*, 2021)

구나 기술을 이용해 데이터를 수집하였는지 또는 어떤 기관의 데이터를 수집하였는지를 살펴보았다. 끝으로 데이터에서 증거로의 변환(T3) 단계에서는 데이터에 대한 분석이나 해석에 초점을 맞추었다. 즉, 데이터를 주장에 대한 근거로 활용하기 위해, 데이터를 어떻게 분석하고, 또 어떠한 형태로 변환하여 해석하였는지를 분석하였다.

본 연구에서는 1차 데이터와 2차 데이터 활용의 차이에 초점을 두고 있었기 때문에, 위의 분석 기준을 각 데이터의 특징과 활용 맥락에 맞추어 변형하였다. 1차 데이터와 2차 데이터를 활용한 과학탐구 보고서에 대하여, T1, T2, T3의 분석 기준을 활용해 보고서 내용을 분석하였다. Table 1은 1차 데이터와 2차 데이터에 대한 분석 기준을 정리한 것이다.

Table 1의 분석 기준을 활용하여, 1차 데이터와 2차 데이터 각각을 활용한 과학탐구 보고서에서 나타나는 공통적인 특징을 귀납적 범주화 과정을 통해 추출하였다. 연구자들은 수집된 자료들을 반복해서 읽으며 T1, T2, T3의 세 가지 관점에서 나타나는 데이터 활용의 특징들을 독립적으로 도출하였다. 이어서 연구자들의 개별분석 결과를 공유하고 비교하면서 공통적으로 분석된 특징들을 중심으로 추출하였다. 이 과정에서 불일치한 부분에 대해서는 추가 자료와 논의를 통해 반복적으로 검토하였으며, 연구자간 삼각 검증을 통해 질적 분석의 타당도를 확보하였다.

### III. 연구 결과

본 연구에서는 과학탐구 과정에서 다루는 데이터의 유형에 따라, 탐구를 설계하고, 데이터를 수집, 분석, 추론 및 결론을 구성하는 과정 등에서 어떠한

차이가 있는지 살펴보았다. Fig. 1에서 제시된 세 가지 단계별(T1, T2, T3)로 도출된 연구 결과는 다음과 같다.

#### 1. 탐구 문제에서 측정/조사로의 변환(T1) 단계

첫 번째 단계에서는 과학탐구에서 설정된 탐구 문제를 토대로, 어떠한 대상을 핵심 현상이나 변인으로 설정하고, 또 어떻게 측정/조사 또는 조사하였는지를 비교하였다. 다음 Table 2는 소음과 관련된 1차 데이터와 2차 데이터 각각을 활용하여 설정된 탐구

Table 2. The list of inquiry questions that used primary and secondary data respectively

유형	(보고서 연번) 탐구 문제
1차 데이터	(R1-1) 백색소음을 기준으로 학교 주변에서 집중을 잘 할 수 있는 카페 탐구
	(R2-1) 어떤 물질이 소음을 효과적으로 차단할까?
	(R3-1) C도시 주거지역의 도로변 소음 실태 탐구
	(R4-1) 기숙사에서의 밤 시간대 생활 소음 탐구
	(R5-1) 층간소음을 해결하는 방음재의 원리에 대한 탐구
	(R6-1) 악기 연주 소리의 전달을 줄일 수 있는 방음 장치 탐구
	(R7-1) 우리 주변의 생활 소음에 대한 탐구
	(R8-1) 기숙사와 자취방의 소음 실태 분석
	(R9-1) 아파트 내부 생활 소음의 실태와 거주자의 인식 비교
2차 데이터	(R1-2) C도시의 주거지역 소음 현황과 소음의 원인 탐구
	(R2-2) 여러 도시들의 지역별 소음 변화 분석
	(R3-2) C도시의 도로변 소음 현황 조사
	(R4-2) C도시의 밤 시간대 도로변 지역 소음도 조사
	(R5-2) C도시의 도로변 소음 현황 조사
	(R6-2) J도시의 지역별 소음 증감 비교
	(R7-2) 주요 도시의 소음도 현황 및 경향성 비교
	(R8-2) C도시의 저녁 시간대 소음 현황 비교 분석
	(R9-2) C도시의 공업지역 소음도와 공장의 개수 관계 비교 분석

Table 1. The analysis frame of this study

관점	데이터 유형	1차 데이터 (센서 기반의 데이터 직접 수집)	2차 데이터 (공공 데이터 수집)
탐구 문제에서 측정/조사로의 변환 (T1)		- 탐구 문제에 답하기 위한 핵심 현상 또는 대상은 무엇인가? 이를 측정하거나 관찰하기 위하여, 탐구를 어떻게 설계했는가?	- 탐구 문제에 답하기 위한 핵심 현상 또는 대상은 무엇인가? 이를 조사하기 위하여, 탐구를 어떻게 설계했는가?
측정/조사에서 데이터로의 변환(T2)		- 데이터를 어떻게 수집하였는가? 어떠한 도구나 기술을 사용했는가? - 데이터를 수집할 때 참조한 기준은 무엇인가?	- 데이터를 어떻게 수집하였는가? 어떤 공공 데이터를 얼마나 수집했는가? - 데이터를 수집할 때 참조한 기준은 무엇인가?
데이터에서 증거로의 변환(T3)		- 데이터를 어떻게 분석하였는가? 특히 데이터를 근거로서 활용하기 위해, 어떻게 변환하여 해석하였는가?	- 데이터를 어떻게 분석하였는가? 특히 데이터를 근거로서 활용하기 위해, 어떻게 변환하여 해석하였는가?

문제들이다.

전반적으로 센서 기반의 1차 데이터를 활용한 탐구 보고서에서는 탐구 문제에 설정된 맥락이 구체적이고, 다양하였다. 예비교사들은 소음과 관련하여 자신이 일상생활에서 가지고 있던 궁금증이나 문제 의식들을 탐구 문제로 설정하는 모습을 보였다. 가령, 층간 소음(R5-1)이나 기숙사에서 발생하는 밤 시간대의 생활 소음(R4-1), 백색소음(R1-1)과 관련한 탐구 문제들을 예로 들 수 있다. 또한 소음 문제를 해결하기 위해, 방음에 효과적인 물질이나 방법을 찾고 이들의 효과성을 탐구하는 탐구 문제들(R2-1, R6-1)도 있었다.

9개의 탐구 보고서에서는 이렇게 설정된 탐구 문제를 중심으로, 측정 대상이 구체화되었다. 예를 들어, 기숙사 주변의 밤 시간대 생활 소음에 대한 탐구(R4-1)에서는 야간 소음을 Table 3과 같이 세 가지 상황으로 구체화하였고, 자연스럽게 이 세 가지 현상은 대표적인 야간 소음으로서, 탐구에서의 측정 대상이 되었다. 비슷하게, 소음을 효과적으로 차단하는 물질을 탐구하는 활동(R2-1)에서는 동일한 음원을 플라스틱 상자, 스티로폼 상자, 종이 상자에 넣고 일정한 거리에 떨어져서 소리의 크기를 측정하는 실험을 설계하였다. 이에 측정 대상은 세 가지 다른 상자에서 나오는 소리로 설정되었다. 백색 소음에 대한 탐구(R1-1)에서는 학교 주변의 카페 중에서 테이블이 5개 이상이고 매장 면적이 15m<sup>2</sup> 이상인 3개의 매장에서 나는 소리를 측정 대상으로 설정했다. 이처럼 1차 데이터를 활용한 탐구에서는 탐구 문제의 초점과 맥락이 다양하였으므로, 이에 맞는 측정 대상들

도 탐구마다 서로 달랐다.

한편, 2차 데이터를 활용한 과학탐구의 대부분은 국가통계포털에서 제공하는 여러 도시들의 소음 관련 공공 데이터를 활용하였다. 이러한 공공 데이터에서는 전국의 여러 도시들의 지역별 소음 데이터가 2006년부터 2022년까지 일정한 주기별, 야간/주간 시간대별로 다양하게 제시되었다. 이에 예비교사들은 각 탐구의 목적에 맞게 특정한 범주의 데이터를 선정하는 모습을 보였다. 예를 들어, 탐구 문제에 따라 주거지역(R3-2), 또는 주거/상업/공업/보전 지역(R7-2)과 같이 특정 지역의 소음을 조사하거나, 밤 시간대 소음(R4-2) 측정 결과를 조사하기도 하였다.

하지만 2차 데이터를 활용한 탐구에서는 1차 데이터에 비해 탐구의 초점이나 맥락이 다양하지 않았다. Table 4에서와 같이, 2차 데이터를 활용한 9개 탐구 보고서 모두 도시 소음의 현황을 조사하거나, 도시 소음의 시간적 변화나 경향성을 탐구하였다. 물론 소음 발생 지역이나 시간대를 선택함에 있어서 크고 작은 차이는 있었으나, ‘도시의 소음’을 대상으로 하는 탐구 문제와 대상 설정이 대부분 비슷했다. 이러한 맥락에서 2차 데이터를 활용한 탐구에서는 1차 데이터를 활용할 때만큼 다양하고 실질적인 문제들과 연계하여 탐구를 설계하기에는 다소 제한적이었다. 오히려, 탐구 문제나 맥락을 공공 데이터에서 제공하는 자료의 맥락에 따라 조정하는 경우도 있었다. Table 4는 예비교사가 작성한 탐구 문제 및 동기를 나타낸 것이다.

이러한 특징은 공공 기관에서 제공하는 데이터는 측정 대상이 이미 정해져 있기 때문에 나타난 결과

**Table 3.** The examples of selecting inquiry subjects in two types of inquiry used primary and secondary data

	(보고서 연번) 탐구 문제	측정 대상의 선정
1차 데이터 활용 탐구 사례	(R4-1) 기숙사에서의 밤 시간대 생활 소음 탐구	(1) 물을 사용할 때 발생하는 소음, (2) 창문을 열 때 발생하는 소음, (3) 외부에서 들리는 소음의 크기 측정
	(R2-1) 어떤 물질이 소음을 효과적으로 차단할까?	동일한 음원을 세 가지 상자(플라스틱, 스티로폼, 종이 상자)에 넣었을 때, 외부에서 들리는 소리의 크기 측정
	(R1-1) 백색소음을 기준으로 학교 주변에 학교에서 반경 1 km 이내에 있는 카페 중, 앉아서 공부할 수 있는 테이블이 최소 5개 이상이고 매장 면적이 15 m <sup>2</sup> 이상인 카페 탐구	5개 이상이며, 매장 면적이 15 m <sup>2</sup> 이상인 매장 3곳에서 나는 소리의 크기 측정
2차 데이터 활용 탐구 사례	(R3-2) C도시의 주거지역 소음 현황과 소음의 원인 탐구	2006년부터 2021년의 자료에서 연간 1회*씩 주거 지역의 소음 자료를 추출하여 선정함
	(R4-2) C도시의 밤 시간대 도로변 지역 소음도 조사	2017년부터 2021년까지의 자료에서 연간 2회*씩 C도시의 밤 시간대 소음 자료를 추출하여 선정함
	(R7-2) 주요 도시의 소음도 현황 및 경향성 비교	2017년부터 2021년까지의 자료에서 연간 2회*씩 A도시의 주거, 상업, 공업, 보전(농림, 녹지, 학교 등) 지역의 소음 자료를 추출하여 선정함

\*공공 데이터에서 2006년부터 2016년까지는 연간 1회, 2017년부터 2021년까지는 연간 2회 주기로 소음 데이터를 제공하고 있음.

Table 4. The examples of selecting inquiry topics in two types of inquiry used primary and secondary data

(보고서 연번) 탐구 문제	탐구 동기 및 문제의 설정
1차 데이터 사례: (R9-1) 아파트 내부 생활 소음의 실태와 거주자의 인식 비교	최근, 공동주택에서 층간소음 문제는 사회적으로 큰 화제이다 ...(중략)... 소음공해를 줄이기 위해서는 거주자가 만들어내는 생활 소음을 줄이기 위한 노력이 필요하다. 이에 거주자에 의해서 실내 소음이 얼마나 발생하고 있는지에 대한 궁금증이 생겼다 ...(중략)...
2차 데이터 사례: (R9-2) C도시의 공업지역 소음도와 공장의 개수 관계 비교 분석	국가통계포털(KOSIS)을 통하여 여러 가지 공공데이터를 찾아볼 수 있다. 소음과 관련된 통계자료를 살펴보면 중 낮과 밤의 소음도 현황에 관한 통계자료를 찾을 수 있었다 ...(중략)... 이중 공업지의 소음도를 측정할 자료를 살펴볼 수 있었다. 공업지의 경우 공장에서 발생하는 소음에 의해 영향을 받을 것이라는 생각을 하게 되었다 ...(중략)...

라고 볼 수 있다. Fig. 2에서와 같이 공공 데이터를 활용한 탐구에서는 정해진 공공 데이터의 범주 내에서 관심사를 찾아 탐구 문제를 설정하는 방식으로 진행되기 때문이다.

이처럼 1차 데이터를 활용한 탐구 사례에서는 일상의 구체적인 문제 상황으로부터 탐구 문제와 측정 대상을 구체화했다. 즉, 생활 속 소음 문제를 보여줄 수 있는 대상을 구체화하면서, 이들이 자연스럽게 측정 대상으로 전환되었다. 반면, 2차 데이터를 활용한 탐구 사례에서는 제공되는 공공 데이터의 측정 대상과 범주가 정해져있기 때문에 설정된 탐구 문제들이 유사했으며, 이 범주 내에서 지역별, 시기별, 주기별 측정 대상을 선택하여 탐구를 설계하였다.

2. 측정/조사에서 데이터로의 변환(T2) 단계

두 번째 단계는 데이터 수집과 관련하여 측정/조사 활동에서 데이터로의 변환에 해당된다. 구체적으로 탐구 문제에 가장 적합한 데이터를 얻기 위해 어

떠한 도구나 기술을 이용해 데이터를 수집하였는지 또는 어느 기관에서 어떠한 유형의 데이터를 수집하였는지를 살펴보았다.

먼저, 센서 기반의 1차 데이터를 활용한 탐구 보고서에서는 T2 단계에서 소리 데이터를 수집하기 위해 적절한 도구에 대한 점검이 주로 이루어졌다. 소리의 크기를 측정하기 위한 도구로서 두 가지 도구가 주로 활용되었는데, 하나는 스마트폰의 센서를 이용하는 소리 측정 애플리케이션이고, 다른 하나는 마이크로비트(micro:bit) 센서였다. Table 5에 제시된 사례는 백색 소음에 대해 탐구한 보고서(R1-1)의 일부로서, 이 탐구에서는 각 측정 도구의 측정값을 비교하며 적합한 측정 방식을 판단하는 모습을 보였다.

위의 (R1-1) 탐구 보고서에서는 마이크로비트 센서를 이용하면 소음의 크기를 수집하여 엑셀 파일로 변환하여 분석하기 용이하지만(Fig. 3), 표준화된 단위인 dB를 사용하지 않는다는 문제점을 다루고 있다. 예비교사들은 이러한 한계점을 인식하여, 마이크로비트에서 측정한 소음의 크기를 dB 단위로 수

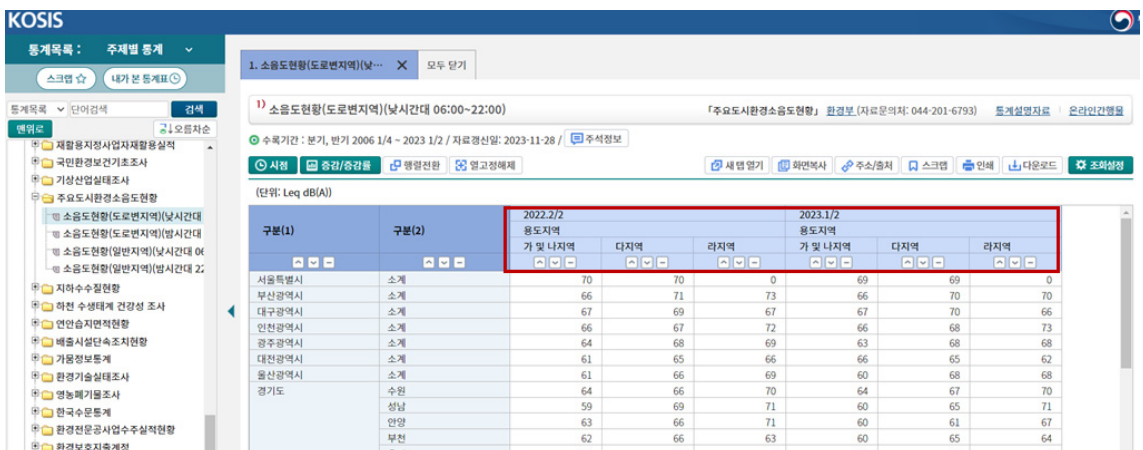


Fig. 2. The process of collecting and selecting some parts of public data provided in the Korean Statistical Information Service (KOSIS) portal

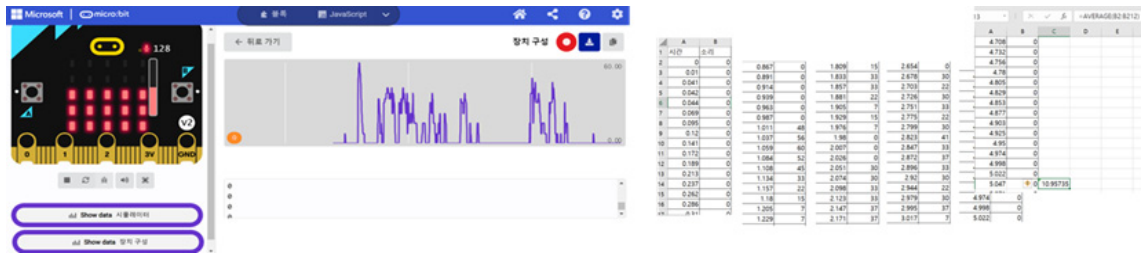


Fig. 3. Collecting and analysing data using the micro:bit sensor

집하기 위한 측정 방법과 판단 기준을 Table 5와 같이 설정하였다. 실제로 마이크로비트 센서에서는 소리의 세기를 데시벨(db)이 아닌 0에서 255의 상대적인 세기로 나타내기 때문에, 측정된 소리의 상대적 크기만을 알 수 있기 때문이다. 실제로 물리량의 크기와 단위 연결이 불분명한 센서의 측정값은 선형 관계가 아닐 수 있으므로, 탐구 과정에서 여러 왜곡을 낳을 수 있기 때문에 주의가 필요하다. 이처럼 센서 기반의 1차 데이터를 활용한 탐구에서는 센서 기반의 측정 도구가 지닌 장단점을 파악하고, 단점을 보완할 수 있는 측정 방법을 고안하는 과정이 수반되었다.

더불어 소리 센서를 활용해 측정할 때, 측정의 일관성을 확보하기 위한 조건들을 기술하기도 하였다. 예를 들어, 마이크로비트에서는 0.02초 간격으로 소리의 세기 측정값을 얻을 수 있는데, 이를 이용해 일정한 시간(10~90초) 동안의 측정값을 수집하였다(R1-1, R6-1 등). 또한 도로변 소음을 센서로 측정하는 탐구(R3-1)에서는 지정된 장소에서 일정한 측정 규칙에 맞게(건물에서 1m 떨어진 채로 도로 쪽으로 개방될 수 있도록, 측정 장비를 1.2~1.5m 높이에 위치시킴) 소음을 측정하였음을 설명하였다. 이처럼 1차 데이터를 활용한 탐구에서는 예비교사 스스로 측정을 하기 때문에, 측정 도구의 특징과 일관성 있는 측정 조건을 세밀하게 고려하는 모습을 보였다.

한편, 2차 데이터를 활용한 탐구에서는 공공 데이터에서 제공하는 여러 시기의 소음 측정값들을 짚어보는 5년 간 수집된 데이터부터, 길게는 15년 간 수집된 데이터까지 폭넓게 수집할 수 있었다. 다만, 공공 데이터에서의 소음 측정 방법과 시기가 이미 정해져 있었기 때문에, 탐구 보고서에서는 공공기관에서 제공한 데이터 측정 방법과 시기를 자세히 소개하는 모습을 보였다. Table 6은 2차 데이터의 자료 수집 기준을 설명한 탐구 보고서의 일부이다.

Table 6에서 알 수 있듯이, 공공 데이터에서는 각 도시 지역의 소음을 4개 지역 유형(가, 나, 다, 라 지역)으로 나누어 제공하고 있다. 각 탐구에서는 탐구 문제와 초점에 맞는 지역을 선별하여, 데이터로 활용하였으며 이 때 공공 데이터에서 자료들이 어떻게 수집되었는지 추가로 설명하였다. 예를 들어, Table 6의 (R3-2) 탐구에서는 학생들이 사용한 공공 데이터가 어떻게 측정된 것인지에 대한 정보를 각주로 소개하기도 하였다. 또한 탐구 목적에 부합되는 지역과 일정한 주기의 측정값을 선택하는 등 일관된 기준으로 데이터를 수집하고자 했다. 탐구에 활용된 공공 데이터의 수집 및 측정 방법에 대해 자세히 설명한 정도의 차이는 있었지만, 9개 중 7개 탐구 보고서에서 이러한 정보들을 기술하고 있었다.

요컨대, 1차 데이터에서는 탐구 문제에 적합한 자료를 수집하기 위한 방법을 스스로 설계하고 타당

Table 5. The example of determining the appropriate data measuring way in the inquiry used primary data

(R1-1) 백색소음을 기준으로 학교 주변에서 집중을 잘 할 수 있는 카페 탐구	
Ⅲ. 데이터 분석 방법	
마이크로비트 측정값	데시벨 (dB)
131	87
131	86
45	70
42	68

...(중략)... 데시벨과 마이크로비트 측정값이 비례관계에 있을 것으로 예상하고 측정하였으나, 87 dB과 86 dB 모두 131로 측정된 것을 보고 데시벨과 마이크로비트 측정값 사이의 비율을 정확하게 알 수는 없다고 판단하였다. 또한, 각 카페 매장에서 측정된 자료를 보면 데시벨 측정값은 최소 dB이 정확하게 측정되는 반면, 마이크로비트 측정값은 일정 기준 이하의 소리 세기가 0으로 측정되었다. 이를 통해 이 탐구에서 카페 소음이 50~70 dB의 범위에 있는지는 정확하게 알 수 없다고 판단하였다. 다만, <표 1>을 보면 70 dB의 소리가 마이크로비트 측정값으로 45인 것을 바탕으로, 마이크로비트로 측정된 소리의 세기가 45를 넘는 횟수를 측정하여 그 횟수가 많을수록 집중하기에 부적합한 환경으로 판단하기로 하였다.



Table 6. The example of describing measuring ways of public data in the inquiry used secondary data

(보고서 연번) 탐구 문제	공공 데이터의 측정 방법 소개
(R1-2) C도시의 주거지역 소음 현황과 소음의 원인 탐구	II. 데이터 수집 방법 ...(중략)... 소음도 현황의 자료는 2012년부터 2021년까지의 상반기 자료를 사용한다. 소음도 현황을 낮 시간대와 밤 시간대, 그리고 일반 지역과 도로변 지역으로 나누어 조사된 자료를 통해 알아본다. 먼저, 시간대를 통일하여 지역별로 비교하고, 지역을 통일하여 시간대별로 비교한다.
(R3-2) C도시의 도로변 소음 현황 조사	2. 탐구 방법 C도시 지역의 용도지역 가, 나 지역1) 도로변의 소음을 측정할 데이터를 국가통계포털에서 찾아 그래프로 나타내어 보며 낮, 밤의 시간대에 따른 도로변 소음 추이를 분석해본다. 이 때 가, 나 지역만을 선택한 이유는 가 지역에 학교, 전용주거지역이 포함되며, 나 지역에 일반주거지역, 준주거지역이 포함되어 '우리 학교 주위 도로변에 위치한 자취방의 소음 정도 측정'이라는 주제에 알맞다고 생각했기 때문이다. (각주) 자료 측정방법 및 측정 시간: - 샘플 주기: 1초 이내에서 결정하고 5분 이상 측정 - 측정 시작 시간은 5분 간격으로 시작 - 측정 주기: 매분기별 1회 이상 측정 - 3월, 5월, 9월, 11월 중 요일별로 소음변동 폭이 작은 평일(월요일부터 금요일 사이)에 측정함을 원칙으로 한다. 다만 장마, 태풍, 폭설 등 기상악화가 예상될 경우에는 해당 월 전월 15일 전부터 측정되었다.

한 이유에 대해 정당화하는 설명이 주를 이루었던 반면, 공공 데이터에서는 측정 방법이나 주기, 시간 등을 선택할 수 없었다. 대신에, 2차 데이터를 활용한 탐구에서는 짧게는 5년에서 길게는 15년까지 오랜 기간 축적된 소음 측정값을 활용할 수 있었고, 이를 위해 공공 기관에서 제공한 정보를 토대로 활용된 자료가 어떻게 측정된 것인지를 설명하고 여러 범주 중에 적합한 데이터를 어떻게 선별했는지에 초점을 두어 설명하였다.

**3. 데이터에서 증거로의 변환(T3) 단계**

세 번째 단계에서는 수집된 데이터를 적절한 형태로 전환하여 타당한 증거로서 활용하는 과정과 관련된다. 데이터를 주장에 대한 근거로 활용하기 위해, 데이터를 어떻게 분석하고, 또 어떠한 형태로 변환하여 해석하였는지에 초점을 맞추어 결과를 도출하였다.

센서 기반의 1차 데이터를 활용한 탐구에서는 센서로 측정된 소음의 크기 값을 크게 세 가지 방식으로 분석하였다. 첫째, 생활 소음의 실태나 현황을 탐구한 경우(R3-1, R4-1, R7-1)에는 수집된 소리의 세기 데이터 값들을 일정한 시간(10초, 90초, 5분 등) 당 평균값으로 산출한 뒤, 핵심 변수별(예: 낮/밤, 지역별)로 단위 시간 당 평균값을 비교하여 데이터를 분석하였다. 둘째, 실험을 수행한 경우(R2-1, R5-1, R6-1)에는 소리의 세기를 측정하는 실험을 여러 차례 수행하여 이들의 평균값을 구하고 핵심 변수(예:

방음 장치의 재질, 구조 등)에 따라 평균값을 비교하는 방식으로 데이터를 분석하였다. 셋째, 카페에서 발생하는 백색소음의 특징(R1-1)과 같이 소리의 특징에 초점을 맞춘 경우에는 Table 7과 같이 소리 세기의 최댓값 또는 특정 기준치 이상을 넘은 횟수를 산출하기도 했다.

Table 7에 제시된 (R1-1) 탐구에서는 최댓값, 최소값과 함께 백색 소음의 범위인 50~70 dB를 넘어서는 측정값의 횟수를 함께 정리하여 근거로 제시하였다. 그리고 이러한 값들을 종합적으로 고려하여, E 매장이 가장 집중하기에 부적합하고 S 매장이 가장 적합하다는 결론을 도출하였다.

한편, 2차 데이터를 활용한 탐구에서는 공공 데이터에서 얻은 소음 측정값을 핵심 변수별로 나누어 꺾은선 그래프로 나타내어 전반적인 경향성과 특징을 설명하는 방식으로 데이터를 분석하였다. 대표적인 예로서, Table 8에 제시된 탐구 사례(R3-2)에서와 같이 서로 다른 시간대의 소음 정도를 비교하였으며, 대부분의 탐구들(9개 중 7개)에서는 Table 8과 같이 데이터를 꺾은선 그래프로 전환하여 결과를 도출하였다.

위와 같이 2차 데이터를 활용한 탐구에서 데이터 분석 및 해석 방법이 유사한 것은 설정된 탐구 문제들이 비슷하기 때문으로 판단된다. Table 2에서 살펴본 바와 같이, 2차 데이터를 활용한 탐구에서는 도시의 소음 변화 추이나 특징을 살펴보는 문제들이 대부분이었기 때문에, 시간의 흐름에 따라 변화

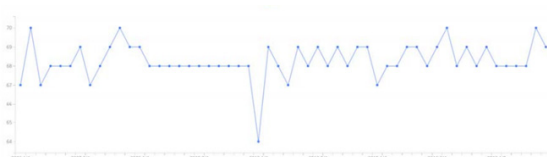
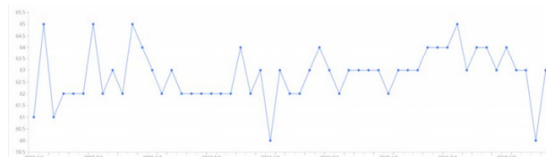
**Table 7.** The example of data analysis and interpretation as an evidence in the inquiry used primary data

(R1-1) 백색소음을 기준으로 학교 주변에서 집중을 잘 할 수 있는 카페 탐구				
VI. 결과 및 결론				
본 탐구에서 선정한 기준을 바탕으로 정리한 측정값의 평균은 다음과 같다.				
	매장명	E 매장	T 매장	S 매장
마이크로비트 측정값	최대	105	75	80
	최소	15	7	0
사운드미터 측정값	최대	186	81	131
	최소	62	58	32
70 dB 이상 측정된 횟수		1169	56	45

마이크로비트와 사운드미터로 측정하였을 때, 70 dB 이상 측정된 횟수가 가장 많은 매장은 E 매장, 가장 적은 매장은 S 매장이었다. 소음의 최대값이 가장 큰 곳은 이디야, 가장 작은 곳은 T 매장이었다. 소음의 최소값이 가장 큰 곳은 E 매장, 가장 작은 곳은 S 매장으로 나타났다.

마이크로비트와 사운드미터로 측정하였을 때, 70 dB 이상 측정된 횟수가 가장 많은 매장은 E 매장으로, 총 1,169회였다. 이는 다른 매장의 20배가 넘는 횟수로, 집중하기에 가장 부적합한 환경으로 판단된다. 70 dB 이상 측정된 횟수가 가장 적은 매장은 S 매장이었다. S 매장은 집중하기에 가장 적합한 환경으로 판단된다.

**Table 8.** The example of data analysis and interpretation as an evidence in the inquiry used secondary data

(R3-2) C도시 낮과 밤 시간대별 소음 증감 비교	
<p>(보고서 결과 부분) ... (중략) ... (가) 및 (나) 지역 C도시의 도로변 낮 시간대 소음도를 측정된 데이터를 그래프로 나타내었다. 2012년 1분기를 제외하고는 대체로 67~70 dB 사이의 값을 유지하는 모습을 보였다. 반면, (가) 및 (나) 지역 C도시의 도로변 밤 시간대 소음도를 측정된 데이터를 그래프로 나타내었다. 60~65 dB 사이의 값을 유지하며, 낮 시간대에 비해 5 dB 정도 조용한 것으로 보인다.</p>	
 <p>&lt; C도시 (가), (나) 지역의 낮 시간대(06:00-22:00) 소음 변화 추이 &gt;</p>	 <p>&lt; C도시 (가), (나) 지역의 밤 시간대(22:00-06:00) 소음 변화 추이 &gt;</p>

를 보여주는 꺾은선 그래프가 적절한 방법으로 도출된 것이다.

나아가 2차 데이터의 경우에는 1차 데이터에 비해 데이터의 수가 많고 복잡하여 예비교사들의 분석이 비슷하고, 제한이 있었던 것으로 판단된다. 즉, 데이터에 대한 상관 분석이나 회귀 분석과 같이 좀 더 정교한 분석을 사용하기에 예비교사들에게 인지적 장벽이 높을 수 있기 때문이다. 비슷한 맥락에서 정인진과 박경애(2022)는 공공 데이터 기반의 탐구에서 데이터를 효과적으로 시각화하는 탐구 수행을 위해서, 데이터의 효과적인 시각화를 위한 활동을 별도로 학습해야 함을 보고하였다. 이러한 결과들은 공공 데이터와 같이 다량의 데이터를 분석하고 효과적으로 전환하는 과정은 데이터 분석과 시각화를 위한 추가적인 교육 활동이 필요함을 시사한다.

## IV. 논 의

본 연구에서는 소음이라는 동일한 현상에 대한 탐구 과정에서 나타나는 1차 데이터와 2차 데이터 활용의 인식적 특징에 어떠한 차이가 있는지 예비교사들의 과학탐구 사례를 중심으로 살펴보았다. 이 장에서는 연구의 결과에서 기술되었던 구체적인 사례들을 Duschl *et al.*(2021)이 제안한 설명-증거 연속선(EE-continuum)의 관점에서 해석하고, 의미를 논의하고자 한다. 설명-증거 연속선의 관점에서 데이터 유형에 따른 인식적 특징과 의미를 정리하면 Fig. 4와 같다. Fig. 4에 제시된 특징들은 일반화를 목적으로 하는 것이 아니라, 본 연구의 사례에서 공통적으로 발견된 특징을 정리한 것이다.

먼저, 탐구 문제를 측정으로 변환하는 단계(T1)에

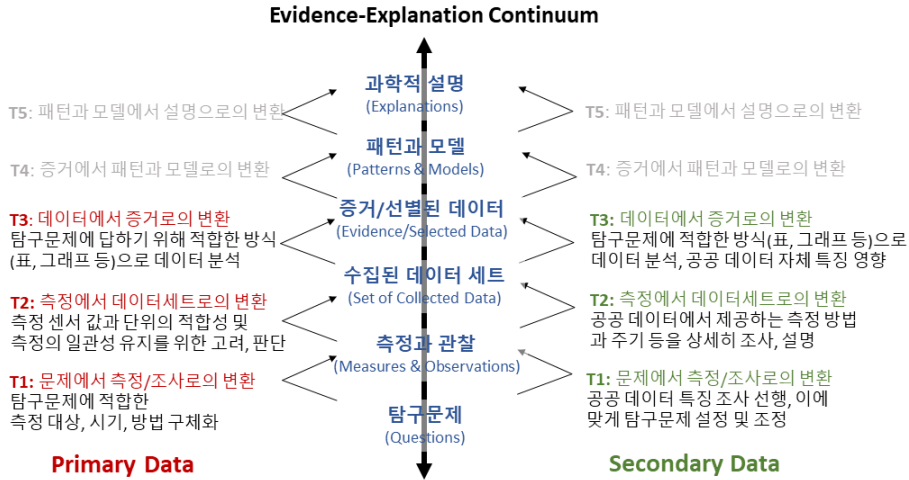


Fig. 4. Comparing the epistemic features of using primary and secondary data

서 센서 기반의 1차 데이터의 경우, 소음과 관련된 탐구 문제 상황을 구체화하는 과정에서 탐구 맥락에 적합한 측정 대상과 시기, 방법들이 자연스럽게 설정되었다. 한편, 공공 데이터를 활용한 2차 데이터에서는 공공 데이터에서 제공하는 자료의 특징과 맥락을 먼저 조사하고 이에 맞추어 탐구문제를 설정하는 모습을 보였다. 측정을 데이터 세트로 변환하는 단계(T2)의 경우, 센서 기반의 1차 데이터에서는 디지털 센서에서 수집한 자료의 타당성을 점검하기 위해 여러 사항을 고려하였다. 예를 들어, 센서의 작동 방식과 사용하는 단위, 측정의 일관성을 확보하기 위한 현실적인 조건들을 판단하는 과정이 필요했다. 반면, 2차 데이터에서는 공공 데이터에서 이미 측정이 이루어졌기 때문에, 공공 데이터에서 활용한 측정 방법, 주기 등을 상세하게 조사하여 이를 탐구 보고서에서 안내했다. 더불어 공공 데이터를 선별하는 과정에서 타당한 자료 확보하기 위해 일정한 조건이나 주기의 데이터를 수집하는 과정이 수반되었다. 끝으로, 데이터를 증거로 변환하는 단계(T3)에서는 두 가지 유형의 데이터 모두, 탐구문제에 답하기 위해 적합한 방식으로 데이터의 형태를 전환하는 모습을 보였다. 수집한 측정값으로부터 평균값, 최댓값 등을 산출해 표나 그래프로 전환하여 현상을 설명하고 결론을 도출하였다. 다만, 2차 데이터에서는 공공 데이터에서 제공하는 자료 본연의 특징에 따른 영향을 많이 받아 비슷한 방식으로 결과가 산출되는 경향이 있었으며, 다량의 데이터를 분석하거나 시각화하는 과정에서의 제한점들이 관

찰되었다.

위와 같은 결과에서 드러난 1차 데이터와 2차 데이터의 본질적인 차이 중 하나는 ‘측정의 주체’가 다르다는 점이다. Fig. 4에서와 같이, 1차 데이터는 학습자가 직접 설계하고 수집할 수 있기 때문에 구체적인 수정과 보완, 조작이 가능하다는 특징이 있었다. 이에 학습자 본연의 호기심이나 관심사에 맥락화된 탐구 문제 및 자료 수집, 조작이 가능했다. 이에 비해 2차 데이터는 공공 기관에서 이미 측정, 수집이 완료된 데이터이기 때문에, 공공 데이터의 특징을 정확히 파악하는 과정이 선행되어야 했다. 공공 데이터는 학습자가 직접 현상에 대한 관찰이나 측정 방식을 조절하거나 관여하기 어렵지만, 동시에 일반인이 접근하기 어려운 범주나 시기의 데이터를 다량으로 얻을 수 있다는 특징도 있었다.

위와 같이 데이터의 활용에서 나타나는 서로 다른 특징은 설명-증거 연속선(EE-continuum)의 다음 단계인 T4, T5에서의 과학적 설명이나 지식 구성 과정에도 영향을 미칠 수 있을 것이다. 예를 들어, 데이터가 지니는 복잡성에 따라 학생들이 수행한 추론 수준에 영향을 주는 것으로 보고되었다(Kerlin et al., 2010). 구체적으로, 다른 사람이 수집한 2차 데이터보다, 자신이 직접 설계하고 수집한 1차 데이터를 활용할 때 학생들의 과학적 설명 수준이 더 높았다는 보고도 있었다(Delen & Krajcik, 2015). 이러한 보고는 1차 데이터의 경우, 학습자가 자신의 목적과 맥락에 맞추어 구체적으로 수정, 보완이 용이하다는 본 연구의 결과와 연결되어 해석될 수 있을 것이다.

특히 본 연구에서는 최근 더 활발히 활용되는 센서 기반의 1차 데이터와 전국 규모의 공공 데이터를 기반으로 한 2차 데이터 활용 사례를 보았다는 점에서 의미가 있다. 비록 본 연구에서는 데이터 활용에서의 특징에 초점이 있었기 때문에, 과학적 설명이나 지식으로의 구성 과정에서 나타나는 차이까지 살펴 보지는 못하였으나 1차 데이터와 2차 데이터를 활용할 때 요구되는 인식적 고려 사항들이 다르다는 점을 고려하여, 추후에 각 데이터를 이용해 타당하고 신뢰로운 과학적 설명으로 발전시킬 수 있는 구체적인 방안이 연구될 필요가 있겠다.

나아가 이 연구의 결과는 2022 개정 과학과 교육 과정에 접목되어 탐구 실행의 폭을 넓힐 수 있다. 2022 개정 과학과 교육과정에서는 ‘감염병과 건강한 생활’, ‘기후변화와 우리 생활’, ‘자원과 에너지’와 같은 ‘과학과 사회’ 영역을 통해 학생들에게 과학적 문제해결 및 대응 역량을 키우고자 한다(교육부, 2022). 본 연구에서 보고된 소음에 대한 1차/2차 데이터 활용 사례와 결과를 ‘과학과 사회’ 영역에서 다룬만한 다른 소재에도 접목할 수 있을 것이다. 예를 들어, 1차 데이터를 측정하는 센서의 작동 방식과 단위를 이해하는 과정의 중요성, 2차 데이터를 제공하는 공공기관의 자료 수집 방식과 특징을 조사하고 탐구 목적에 부합되게 선별, 조작하는 과정 등을 포함시킬 필요가 있다. 감염병, 미세먼지, 기후변화, 교통사고 및 전기사고와 같은 다양한 위험에 대한 여러 유형의 데이터 활용 방식을 반영하여, ‘과학과 사회’ 영역에서의 위험 관련 교육에 접목할 수 있을 것이며, 다양한 교육 사례로 확장할 수 있는 추후 연구가 필요하다.

## V. 결론 및 시사점

본 연구에서는 초등 예비교사의 탐구 사례를 중심으로, 1차 데이터와 2차 데이터를 활용해 탐구를 설계하고 자료를 수집, 조작, 분석, 해석하는 과정에서 나타난 인식적 특징과 데이터 유형별 차이를 세밀하게 살펴보았다. 특히 이러한 특징을 ‘탐구 문제에서 측정/조사로의 변환’, ‘측정에서 데이터 세트로의 변환’, ‘데이터에서 증거로의 변환’ 단계를 중심으로 분석하였다. 연구 결과, 1차 데이터는 핵심 현상을 측정하고 관찰하는 주체가 탐구자 자신이지만, 2차 데이터는 공공기관에서 이미 측정 대상과 측정

방법을 결정하여 데이터의 형태로 제시하였기 때문에 예비교사들은 이를 탐구 목적에 맞게 선정하여 추출하는 모습을 보였다. 이러한 차이로 인해 탐구 과정에서 요구되는 인식적 고려 사항과 방식이 Fig. 4에서와 살펴본 바와 같이 서로 달랐다.

이처럼 서로 다른 유형의 데이터를 활용할 때 나타나는 인식적 특징의 차이를 이해하는 것은 과학 탐구를 위한 교수학습 측면에서 중요한 의미를 갖는다. 문제 상황에 맞는 타당한 탐구 방법을 설계하고, 신뢰로운 방식으로 데이터를 수집하여 해석, 판단하는 것은 과학 탐구에서 이루어지는 중요한 인식적 실행 중 하나이다(Duschl et al., 2021). 특히 센서 기반의 1차 데이터와 공공 기관에서 제공하는 대규모 2차 데이터들은 앞으로 그 활용도가 더 높아질 것이므로, 데이터 유형별로 차별화된 과학과 교수학습 전략을 구축하는 것이 중요하다. 구체적으로, 센서 기반의 1차 데이터를 활용하는 탐구에서는 디지털 센서에서 자료를 수집하는 메커니즘과 특징을 이해해야 한다. 본 연구의 참여자들이 사용한 마이크로보트 소리 데이터에서는 일반적인 소리 단위(dB)를 사용하지 않고, 자체 소리 센서에서 규정한 최소값(0)과 최대값(255) 사이의 숫자로 제시되었다. 이처럼 수집하는 디지털 기기의 특징에 대한 이해가 병행되어야 한다.

한편, 2차 데이터를 활용하는 경우, 공공기관에서 수집한 데이터의 특징을 면밀히 조사하여 파악하는 것이 탐구의 출발점이 될 수 있다. 이러한 데이터의 특징이 탐구의 목적과 잘 부합되는지, 다량의 데이터에서 어떤 요인들을 중점을 두고 데이터를 선별할 것인지에 대한 고려가 수반되어야 한다. 또한 2차 데이터를 분석하거나, 적합한 형태로 시각화하여 자료를 변환하는 것은 학습자의 역량에 따라 인지적 장벽이 높을 수 있다. 따라서 데이터 분석 및 시각화를 위한 추가 교육이 필요하다. 본 연구의 이러한 결과는 과학교육에서 1차 데이터와 2차 데이터 활용을 다양화하고, 구체적인 교수법을 개발하기 위한 기초 자료가 될 수 있을 것이다.

같은 맥락에서 본 연구의 결과는 과학탐구 지도를 위한 교사교육의 측면에서도 시사하는 바가 크다. 앞으로의 탐구 지도에서는 초등학생들이 마주하는 데이터의 특징을 반영하여 다양한 스펙트럼의 탐구 지도법을 예비교사가 익혀야 하기 때문이다. 따라서 본 연구 결과에서 제시한 것과 같이 예비교사

들이 1차 데이터를 활용한 탐구와 2차 데이터를 활용한 탐구를 어떻게 설계하고, 예비교사들이 데이터를 활용하는 인식적 특징이 어떠한지 참고하여 예비교사 교육에 활용할 수 있을 것이다. 다만, 본 연구에서는 예비교사들의 이해를 점검하는 것에 초점을 두기보다는, 이들이 인식적으로 고려한 여러 측면들을 추출하는 데에 초점을 두었기 때문에 예비교사의 이해 정도를 엄밀히 조사하지는 않았다. 또한 본 연구는 예비교사들의 탐구 보고서만을 대상으로 했기 때문에 이들이 경험한 어려움이나 제한점을 이해하여 반영하는 데에는 한계가 있다. 보고서에는 드러나지 않았지만, 데이터 활용에 의미 있는 영향을 줄 수 있는 여러 요인들, 예를 들어, 각 데이터를 대하는 참여자들의 태도와 실제 탐구 과정 등에 대한 연구가 추후 보강될 필요가 있을 것이다. 본 연구의 결과를 토대로, 데이터 유형에 따른 예비교사들의 인식적 이해와 판단, 이러한 과정에서 발생하는 어려움에 대한 추후 연구도 이루어질 수 있을 것이다.

끝으로, 본 연구에서 보고된 결과는 VUCA 시대에 대비한 시민의 위험 대응 역량 측면에서도 의미를 갖는다. VUCA 시대를 살아가는 시민들에겐 자신이 직면할 수 있는 위험에 대해서, 여러 가지 데이터를 종합적으로 활용하여 문제 상황을 이해하고 탐구하여 합리적인 판단을 할 수 있는 역량이 중요하다. 실제로 시민들은 여러 유형의 데이터에 대한 접근성이 높아지면서, 자신이 직면한 과학기술 관련 사회적 문제들에 대해 적극적으로 데이터를 수집하여 판단하는 과학적 실천 활동을 하고 있다(장진아 등, 2021). 이러한 맥락에서 본 연구의 결과가 제시한 1, 2차 데이터 활용의 인식적 특징은 예비교사이기 이전에 VUCA 시대를 살아가는 시민으로서 이들이 위험에 대한 1, 2차 데이터를 어떻게 다루었는지 알 수 있다. 다만, 이 연구에서는 ‘소음’이라는 특정한 위험 사례를 중심으로 데이터의 수집, 분석 과정이 어떻게 이루어지는지 탐색하였기 때문에, 결과를 일반화하기는 어렵다. 이에 소음을 비롯한 우리 주변의 또 다른 위험 문제들에 대해서 시민들이 어떤 데이터를 다루고 있는지, 서로 다른 데이터들을 활용해 과학적으로 탐구하고 합리적으로 판단하려면 어떻게 해야 하는지에 대한 추후 연구가 요구된다. 본 연구에서 보고된 결과들이 추후 연구들을 위한 발판이 되기를 기대한다.

## 참고문헌

고유미, 여상인(2011). 과학영재 학생과 일반 학생의 문제 발견력, 창의적 사고력, 창의적 성향, 과학 탐구 능력 비교. *초등과학교육*, 30(4), 624-633.

교육부(2021). 2022 개정 교육과정 총론 주요사항의 신규 대비표. 세종: 교육부.

교육부(2022). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2022-33호 [별책 9].

김동렬(2014). 초등 예비교사들이 “배추흰나비 한살이” 탐구 수행과정에서 겪는 어려움. *초등과학교육*, 33(2), 306-321.

맹성호(2023). 초등 예비교사가 모의수업 시연에서 구성한 과학적 추론의 인식론적 의미: 증거-설명 연속선의 관점. *초등과학교육*, 42(1), 109-126.

백성혜, 손수희(2014). 중학교 1학년 상태변화 실험수행 과정에서 나타난 예비과학교사의 논증구조 및 이에 영향을 미치는 요인과 예비교사교육에 대한 인식 분석. *한국과학교육학회지*, 34(3), 197-206.

박희제(2014). 울리히 벡의 기술위험 거버넌스 전망과 한국의 사회학, 사회사상과 문화, 30, 83-120.

손미현, 정대홍(2020). 지식정보처리역량 함양을 위한 데이터 기반 과학탐구 모형 개발. *한국과학교육학회지*, 40(6), 657-670.

이은선, 정은영(2016). 중등 예비 과학 교사의 자유 탐구 수행 능력 분석. *교사교육연구*, 55(4), 501-511.

이봉우, 임명선(2010). 탐구 토론에서 예비과학교사들의 논증 분석. *한국과학교육학회지*, 30(6), 739-751.

장진아, 임인숙, 박준형(2021). 일반 시민의 과학적 참여와 실천 사례 연구: 미세먼지 문제 대응 활동을 중심으로. *과학교육연구지*, 45(2), 201-218.

장진아, 진영석(2010). 초등학생을 위한 자유 탐구 프로그램 개발 및 적용: 학생의 과학 탐구 기능 특성 및 지속적 피드백을 중심으로. *초등과학교육*, 29(2), 207-218.

전승준, 곽영순, 고훈영, 이영식, 최성연(2017). 미래 사회 한국인의 과학소양에 대한 요구 분석. *한국과학교육학회지*, 37(3), 441-452.

정수연, 정은영(2018). 영재 학생과 일반 학생의 과학 탐구 능력과 과학적 사고력 비교. *과학영재교육*, 10(3), 171-185.

정인진, 박경애(2022). 공공 플랫폼 기반 중학교 과학 교과서 해양 조석 데이터 시각화 탐구 활동 개발. *현장과학교육*, 16(4), 518-535.

조광래(2018). 위험사회 극복을 위한 [성찰적 근대화]의 재해석. *시큐리티 연구*, 57, 277-301.

Ajayi, V. O. (2017). Primary sources of data and secondary sources of data. *Benue State University*, 1(1), 1-6.

Christensen, C. (2009). Risk and school science education.

- Studies in Science Education, 45(2), 205-223.
- Delen, I., & Krajcik, J. (2015). What do students' explanations look like when they use second-hand data?. *International Journal of Science Education*, 37(12), 1953-1973.
- Duschl, R. A. (2000). Making the nature of science explicit. In R. Millar, J. Osborne and J. Leach (Eds), *Improving Science Education: The Contribution of Research*. Open University Press.
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268-291.
- Duschl, R., Avraamidou, L., & Azevedo, N. H. (2021). Data-texts in the sciences: The evidence-explanation continuum. *Science & Education*, 30(5), 1159-1181.
- Griffis, K., Thadani, V., & Wise, J. (2008). Making authentic data accessible: The sensing the environment inquiry module. *Journal of Biological Education*, 42(3), 119-122.
- Hagop, A. Y. (2018). Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, 40(3), 308-327.
- Kerlin, S. C., McDonald, S. P., & Kelly, G. J. (2010). Complexity of secondary scientific data sources and students' argumentative discourse. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1207-1225.
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. Position Paper.
- Qin, J., & D'Ignazio, J. (2010). Teaching metadata as a key ingredient in developing science data literacy. *Journal of Library Metadata*, 10(2-3), 188-204.
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *The Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 5-51.
- Zint, M., & Peyton, R. B. (2001). Improving risk education in grades 6-12: A needs assessment of Michigan, Ohio, and Wisconsin science teachers. *The Journal of Environmental Education*, 32(2), 46-54.

---

장진아, 싱가포르 난양공과대학교 국립교육원 연구원(Jina Chang; Researcher, National Institute of Education, Nanyang Technological University).

† 나지연, 춘천교육대학교 과학교육과 교수(Jiyeon Na; Professor, Chuncheon National University of Education).