



## Analysis of articles on water quality accidents in the water distribution networks using big data topic modelling and sentiment analysis

Hong, Sung-Jin<sup>a</sup> · Yoo, Do-Guen<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Master of Engineering, Department of Civil Engineering, The University of Suwon, Suwon, Korea

<sup>b</sup>Assistant Professor, Department of Civil Engineering, The University of Suwon, Suwon, Korea

Paper number: 22-064

Received: 31 August 2022; Revised: 7 October 2022; Accepted: 14 October 2022

### Abstract

This study applied the web crawling technique for extracting big data news on water quality accidents in the water supply system and presented the algorithm in a procedural way to obtain accurate water quality accident news. In addition, in the case of a large-scale water quality accident, development patterns such as accident recognition, accident spread, accident response, and accident resolution appear according to the occurrence of an accident. That is, the analysis of the development of water quality accidents through key keywords and sentiment analysis for each stage was carried out in detail based on case studies, and the meanings were analyzed and derived. The proposed methodology was applied to the larval accident period of Incheon Metropolitan City in 2020 and analyzed. As a result, in a situation where the disclosure of information that directly affects consumers, such as water quality accidents, is restricted, the tone of news articles and media reports about water quality accidents with long-term damage in the event of an accident and the degree of consumer pride clearly change over time. could check This suggests the need to prepare consumer-centered policies to increase consumer positivity, although rapid restoration of facilities is very important for the development of water quality accidents from the supplier's point of view.

**Keywords:** Waster distribution networks, Water quality accident, Web-crawling, Topic modeling, Sentiment analysis, Big data

## 빅데이터 토픽모델링과 감성분석을 활용한 물공급과정에서의 수질사고 기사 분석

홍성진<sup>a</sup> · 유도근<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>수원대학교 토목환경공학과 공학석사, <sup>b</sup>수원대학교 건설환경공학과 조교수

### 요 지

본 연구에서는 웹 크롤링 방법을 이용한 자료수집, 텍스트 마이닝을 활용한 데이터 분석과 같은 빅데이터 분석기법을 이용하여 국내 상수도 수질 사고에 대한 전개양상 분석을 수행하였다. 상수도 시스템의 수질사고 빅데이터 뉴스의 추출을 위한 웹크롤링 기법을 적용하고 정확한 수질사고 뉴스를 획득하고자 알고리즘을 절차화하여 제시하였다. 또한 대규모 수질사고의 경우 사고발생에 따른 사고인지, 사고확산, 사고대응, 사고해결 등과 같은 전개양상이 나타나므로, 각 단계에 따른 적절한 뉴스 기사를 추출하고, 이에 따른 정보분석을 실시하였다. 즉, 각 단계 별 주요 키워드, 감성분석을 통한 수질사고 전개양상분석을 사례기반으로 상세히 실시하고 그 의미를 분석, 도출하였다. 제안된 방법론을 2020년 발생한 인천광역시 유충사고기간에 적용하여 분석하였다. 그 결과, 수질사고와 같은 소비자에게 직접적인 영향을 미치는 정보의 공개가 제한된 상황에서 사고발생시 장기간의 피해 지속성이 있는 수질사고에 대한 뉴스 기사 언론보도의 논조 및 소비자의 긍부정도가 시간에 따라 명확히 변화됨을 확인할 수 있었다. 이것은 공급자 입장에서 수질사고의 전개양상은 시설물의 빠른 복구도 매우 중요하지만 소비자의 긍정도를 높이기 위한 소비자 중심의 정책마련의 필요성을 제시하고 있다.

**핵심용어:** 상수관망, 상수도 수질사고, 웹크롤링, 토픽모델링, 감성분석, 빅데이터

\*Corresponding Author. Tel: +82-31-229-8676  
E-mail: godqhr425@naver.com (Yoo, Do-Guen)

## 1. 서론

본 연구에서는 웹크롤링 방법을 이용한 자료수집, 텍스트 마이닝을 활용한 데이터 분석 등과 같은 빅데이터 분석기법을 이용하여 국내 상수도 수질 사고에 대한 정보를 추출하고, 추출된 결과에 대한 정확도 비교분석, 새로운 정보 추출, 사고에 대한 전개양상 분석 등을 수행하고자 하였다. 이와 같은 연구를 수행하기 위한 사전의 의문점은 다음과 같다. 첫째, 상수도 시스템의 수질 사고에 대한 언론 매체의 공개와 사고 발생 시 대응, 복구에 대한 관련 정보가 뉴스 기사를 통해 빠른 제공이 되고 있는지에 대한 여부이다. 둘째, 사고발생시 장기간의 피해 지속성이 있는 수질사고에 대한 뉴스기사 언론보도는 시간에 따라 어떤 양상으로 변화하는가이다. 위와 같은 연구동기에 대한 문제해결을 위해 우선, 상수도 시스템의 수질사고 빅데이터 뉴스의 추출을 위한 웹크롤링 기법을 적용하고 정확한 수질사고 뉴스를 획득하고자 알고리즘을 절차화하여 제시하였다. 또한 추출된 수질사고의 경우 사고발생에 따른 사고인지, 사고확산, 사고대응, 사고해결 등과 같은 전개양상이 나타나므로, 각 단계에 따른 적절한 뉴스 기사를 추출하고, 이에 따른 정보분석을 실시하였다. 즉, 각 단계 별 주요 키워드, 감성분석을 통한 수질사고 전개양상분석을 사례기반으로 상세히 실시하고 그 의미를 분석, 도출하였다. 추가로 수질사고 기간에 따른 기사들의 긍·부정도의 변화를 시각화하고 분석하였다.

수자원 환경 관련 이슈 중에서 수돗물에 관한 언론보도분석 연구는 거의 이뤄지지 않았다. 수돗물과 관련된 뉴스를 분석한 국내 연구로는 다음과 같다. Kim and Lee (2007)은 국내 주요 언론(10개 종합일간지 대상)에 보도된 수돗물 관련 기사에 대한 내용분석을 실시하여 무작위 표본 추출 방법을 이용하여 자료 추출의 타당도를 살폈다. 최종적으로 수집된 신문에 대해 뉴스 가치 유무를 실시하였고, 비교 항목을 이용하여 수돗물 기사 성격의 변화를 살폈다. Lee and Kim (2020)은 국내에서 최초로 발생한 ‘수돗물 유충’과 관련된 대량의 뉴스 빅데이터를 대상으로 분석하였다. 텍스트 내에 잠재된 의제(토픽)를 파악하는 토픽 모델링 분석 방법을 실시하였다. ‘수돗물 유충’과 관련된 토픽과 주요 키워드를 파악하여, 환경문제에 대한 위기 대응력 제고 방안을 제안하기 위해 수행하였다. 국내에서 처음으로 토픽 모델링 기법을 활용한 연구로써, 비정형 데이터로 나타나는 환경 관련 이슈를 체계적으로 분석했다는 의의가 있다. 국외의 경우 Zheng *et al.* (2017)은 지표수 수질을 모니터링하기 위하여 WeChat 기반의 WeChat응용 프로그램 플랫폼을 활용하여 수질 모니터링에 적극적인 자원봉사자를 모집하고, 다양한 지표 기반의 모니터링 결과를 포함한 보고서를 수집하여 분석하는 연구를 수행하였다. 제안된 방법은

시민으로부터 수질 데이터를 수집하는 틀을 제공하고 향후 연구에서 빅데이터 분석을 위한 기본 기반을 제공하였다는 점에서 의의가 있다. Ragini *et al.* (2018)은 재난의 대응과 복구분야에 빅데이터 기반의 감성분석을 적용하였다. 본 연구에서는 재난으로 인해 피해를 입은 사람들의 다양한 기본 욕구에 대한 감정을 시각화하고 분석하는 방법론을 제안하였으며, 소셜미디어 빅데이터의 실시간 분류 및 분류는 효과적인 재난 대응 및 복구에 기여할 수 있음을 결론으로 제시하였다.

본 연구의 목적은 사람들이 쉽게 접할 수 있는 포털의 뉴스 검색 결과를 활용하여 쉽게 분석하지 못하는 상수도 수질 관련 정보를 모아 분석하는 것이다. 빅데이터 기반 수질 사고 분석의 경우 수질사고는 소비자의 신뢰도에 직접적인 영향을 미치므로 소비자의 심리상태를 반영한 기사를 단계에 따라 분석하고, 향후 수질 사고 대응에 활용할 양질의 가치를 획득하는데 그 목적이 있다.

## 2. 상수도 수질 사고 웹크롤링 및 사후양상 분석 모형

본 연구에서 제안하는 비정형 수질사고 정보의 분석모형은 크게 웹크롤링 과정, 토픽모델링, 그리고 감성분석의 과정으로 구성되며, 그 상세 단계는 Fig. 1과 같다. 웹크롤링은 대상 지역과 사고의 키워드를 중심으로 관련된 기사를 자동적으로 수집하는 단계를 의미하며, 감성분석은 웹크롤링된 자료를 활용하여 사건의 진행 단계별 긍부정분석을 실시하는 것이다. 토픽 모델링은 시기별 사고의 주요 의제를 파악하는 것을 의미한다.

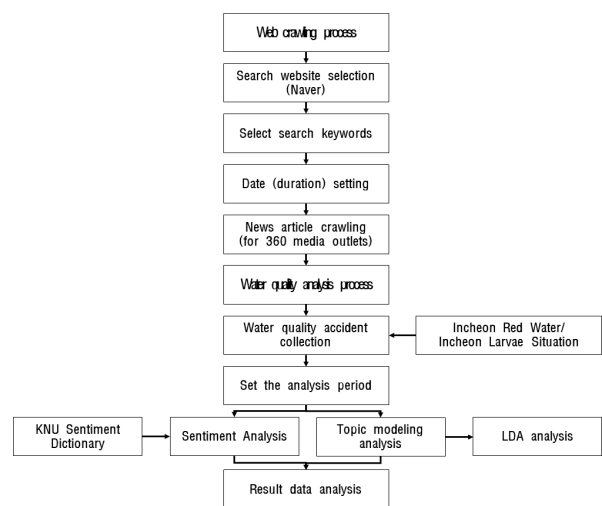


Fig. 1. Flow chart of water quality accident analysis method

## 2.1 웹크롤링 과정

본 연구에서 웹크롤링을 위해 활용한 검색포털은 네이버로 설정하였으며, 네이버에 게시되는 언론사의 기사 중 총 360개 언론사를 대상으로 검색을 실시하였다. 검색 키워드는 수질에 관련한 사고 건수에 대해 2019년에 발생한 지자체의 이름과 사고로, 즉 “인천 유충”과 같이, 인천 유충 사태의 인천과 사태의 대표적인 단어를 합하여 검색 키워드를 선정하였다. 본 연구는 수질사고 발생이후 사건의 전개양상을 분석하고 그 정도를 감성분석하는 것으로 중복기사를 제외하는 과정은 거치지 않는다. 다만, 1차로 검색된 자료 중 수질사고와 직접적으로 관련이없는 기사는 제외 되도록 불필요한 단어와 어구를 삭제하고, 관련이없는 기사의 내용은 삭제하는 불용어 처리 작업을 수행한다. 본 연구에서는 수질 사고 기사의 정확한 추출을 위해 235개의 불용어를 설정하였다.

본 연구는 ‘인천 유충’ 사태의 뉴스 빅데이터를 분석함으로써, ‘인천 유충’과 관련된 주요 키워드와 토픽을 파악하여, 환경문제에 대한 위기 대응력 제고 방안을 제안하기 위해 수행되었다. 분석 기간으로는 2020년 7월 13일부터 2021년 8월 31일까지 보도된 1,992건의 ‘인천 유충’ 관련 뉴스를 대상으로 분석하였다.

## 2.2 토픽 모델링

본 연구에서는, “인천 유충”과 관련된 뉴스에서 나타난 시·기별 의제(토픽)를 파악하는 것이 연구목적이므로 토픽 모델링 분석 방법을 활용하였다. 토픽 모델링은 텍스트 데이터에서 사용된 주제어들의 동시 사용 패턴을 바탕으로, 해당 텍스트들을 대표하는 특정 주제나 이슈, 주제 그룹들을 자동으로 추출하는 분석 기법이다. 특히, 토픽모델링 분석 방법은 텍스트 데이터에서 사용된 주제어들의 동시 사용 패턴을 바탕으로, 해당 텍스트들을 대표하는 특정 토픽이나 이슈, 주제 그룹들을 자동으로 추출하는 분석 기법이다. 뉴스에 잠재된 의제(토픽)를 도출하는 연구에 많이 사용하고 있는 토픽 모델링

기법인 LDA 기법(잠재 디리클레 할당)은 다른 토픽 모델링 기법에 비해 결과 해석이 용이하고, 과적합(Overfitting) 문제를 해결하기 때문에 방대한 비정형 데이터로부터 여러 가지 토픽(프레임)들을 도출하는 데 유리하다. LDA 기법은 데이터로부터 잠재 변수를 유추하고 복잡한 데이터의 차원을 축소해 데이터를 효과적으로 이해하고자 한다는 점에서 탐색적 요인 분석(exploratory factor analysis)과 유사하다(Steyvers and Griffiths, 2007). 그리고 기존의 군집분석 기법과 비교해 볼 때, 다대다 대응이 가능하다는 차이점을 갖고 있다. 즉, 1개의 문서당 1개의 주제만 대응되는 것이 아니라, 여러 가지 주제들을 포함할 수 있다는 측면에서 실제 텍스트의 본질을 잘 반영한다는 장점을 갖고 있다(Kim and Lee, 2016). 또한 토픽 모델링 기법은 Fig. 2와 같이 주제들이 서로 어떻게 연결되어 있고, 시간이 어떻게 변화해가는지 분석할 수 있는 통계적 방법이다(Blei, 2012).

## 2.3 감성분석

수질 사고 분석을 통한 가치 추출을 위해 웹 크롤링 진행 후 수집된 뉴스 기사는 각각의 기간에 대해 KNU 감성 사전을 사용하여 전체 뉴스에서 각 긍·부정 단어 점수 산정하여, 긍·부정 비율을 산정하였다. KNU 한국어 감성사전은 Table 1과 같

Table 1. Positive/Negative word statistics

Positive/negative	Word count
1-gram positive negative	6,223
2-gram positive negative	7,861
positive/negative phrase	278
positive/negative sentence	253
positive/negative abbreviation	174
positive/negative emoticon	54
1-gram positive/negative	6,451
2-gram positive/negative	8,135
3-gram positive/negative	226
4-gram positive/negative	20
5-gram positive/negative	5
6-gram positive/negative	3
7-gram positive/negative	2
8-gram positive/negative	1
very positive (2)	2,597
positive (1)	2,266
Neutral (0)	154
negative (-1)	5,029
very negative (-2)	4,797

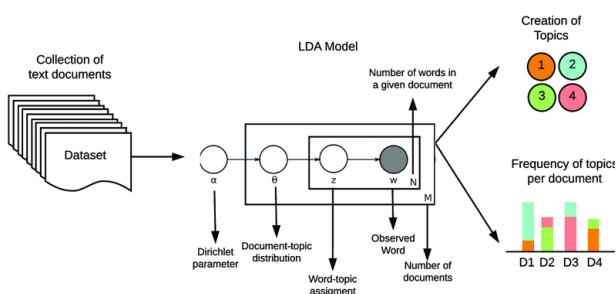


Fig. 2. Schematic diagram of LDA algorithm (Blog in Analytic Vidhya, 2021)

이 1-gram, 2-gram, 어구(n-gram) 그리고 문형 등 다양한 형태의 14,843개의 어떤 도메인에도 사용될 수 있는 보편적인 공·부정어로 구성되어 있다. KNU 감성사전은 표준국어대사전을 구성하는 각 단어의 뜻을 분석하여 공·부정어를 추출하고, 1-gram, 2-gram, n-gram (어구, 문형), 축약어, 이모티콘 등의 다양한 종류의 공·부정어를 포함한다는 특징이 있어 한국어 감성분석에 많이 활용되고 있다. 공·부정 분석으로 나타나는 결과는 다음 7가지로 나타난다. 1. 워드클라우드, 2. 연관성, 3. 부정 워드클라우드, 4. 긍정 워드클라우드, 5. 공·부정 단어 중 가장 높은 빈도를 차지한 상위 10개 단어 그래프, 6. 하나의 기사를 각 공·부정단어로 점수화하여 0점을 기준으로 공·부정 기사 분류, 7. 전체 기사의 공·부정, 중립 퍼센트 시각화로 나타내었다.

### 3. 적용 및 결과

#### 3.1 수질 사고에 대한 언론 매체 분석

본 연구는 ‘인천 유충’ 사태의 뉴스 빅데이터를 분석함으로써, ‘인천 유충’과 관련된 주요 키워드와 토픽을 파악하여, 환경문제에 대한 위기 대응력 제고 방안을 제안하기 위해 수행되었다. 2020년 7월 13일부터 2021년 8월 31일까지 보도된 1,992건의 ‘인천 유충’ 관련 뉴스를 분석 기법인 토픽 모델링 기법으로 분석하였다. 그 결과 언론에서 나타난 사태가 발생기, 확산기, 수습기로 구분하였으며, 5개의 토픽을 각각 선정하여, 환경문제의 발생과 추진과정을 확인할 수 있었다. 분석 결과를 바탕으로 환경문제에 대한 위기 대응 방안을 다음과 같이 제안하였다. 추가로 웹 크롤링으로 구한 데이터들은 감성분석을 통하여 기사 건수에 대한 시민들의 관심도, 그 기간에 따른 공·부정 비율의 변화, 주요 사건을 그래프 및 표로 표현하여 시각적 자료를 획득하였다.

#### 3.2 토픽 모델링 분석 결과

분석대상 언론 매체는 네이버에서 제공하고 있는 네이버 뉴스의 360개 언론사를 대상으로 크롤링을 이용하여 기사를 수집하였다. ‘인천 유충’이라는 키워드로 검색한 기사를 대상으로 프로그래밍 언어인 R을 활용하여 연구를 실시하였다. 분석 기간은 ‘인천 유충’이 최초 보도되었던 2020년 7월 13일부터 관련 사고 건수가 종료된 시점 이후 1년을 대상으로 진행하였다. 1차 웹크롤링 결과 보도 빈도가 Fig. 3 및 Table 2와 같이 4단계 단계를 기준으로 변화하였고 Table 3과 같이 정부의 사고대응 및 수습양상이 전개되었으므로, 사건전개양상을 4개의 시기로 구분하여 분석했다. 제1기는 7월 13일부터 7월 18일까지, 제2기는 7월 19일부터 7월 26일까지, 제3기는 7월 27일부터 8월 31일까지, 제4기는 9월 1일부터 1년 뒤인 2021년 8월 31일까지다. Fig. 3과 같이 제1기, 제2기, 제3기 후에 기사 건수가 줄어드는 9월 1일 전까지 많은 언론이 보도

Table 2. Number of news cases analyzed for “Incheon larvae” (cases)

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Total
First collected news	301	448	478	765	1,992
Exclude news	115	221	318	418	1,072
Analyzed news	186	227	160	347	920

Table 3. “Incheon larvae” major social issues

Date (2020)	Major social issues
07.13	First report of tap water larvae
07.28	Ministry of Environment announces results of nationwide water purification plant inspection
08.02	Incheon City Announces Tap Water Stabilization
07.20	Nationwide spread
08.10	Joint Investigation Team Announces Interim Investigation Results
08.29	Joint Investigation Team Announces Final Investigation Results

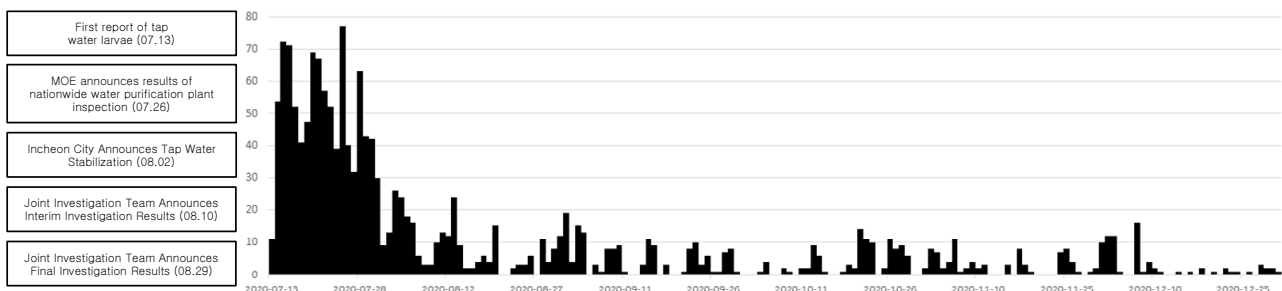


Fig. 3. Reporting trends regarding “Incheon larvae” by date

된 것을 확인할 수 있었다.

인천 유충 사고와 직접적인 관련 기사를 도출하는 정제작업을 통해 분석대상 뉴스 건수는 Table 2와 같이 총 920건으로, 최초 수집된 1,992건에서 중복, 부적합뉴스 1,072건을 제외하였다. 본 연구에서는 R을 통해 수집한 비정형 데이터인 뉴스 기사에 대한 전처리와 형태소 추출이 완료된 데이터를 활용하여 분석을 수행하였다.

본 연구에서 활용한 분석프로그램은 R이며, LDA (Latent Dirichlet Allocation)를 통해 텍스트 분류를 실시하였다. 각 기사별로 출현한 단어의 빈도를 나타낸 행렬로 뉴스 기사에서 추출된 키워드를 LDA분석( $\alpha=0.1$ ,  $\beta=0.01$ )을 실시하였다. 적합한 토픽 수를 5개로 선정하였다.

이를 바탕으로 토픽 모델링을 실시하였다. 토픽별로 출현 비율이 높은 순서대로 키워드를 도출한 후 다음과 같은 과정으로 수행하였다. 첫째, 도출된 키워드와 뉴스 기사 원문을 비교하여 어떤 맥락에서 키워드가 사용되었는지 파악했다. 둘째, 토픽별로 도출된 키워드들을 종합적으로 분석하여 토픽명을 부여했다.

### 3.2.1 제1기 '사태 발생기'단계 분석 결과

제1기에 해당되는 2020년 7월 13일부터 7월 18일까지 보도된 인천 유충 관련 뉴스 301건을 분석한 결과, 주요 키워드 간의 연관성 분석 및 네트워크는 Figs. 4 and 5, 토픽은 Table 4와 같이 나타났다. 1기에서는 학교-유충은-피해-민원-불안감 등의 키워드가 공동으로 출현하면서, 수질 환경문제 발생과 시민 공론화 과정, 국민들의 인식 촉발이 이슈로 부각되어 '사태 발생기'로 명명하였다.

[토픽1]은 '학교', '급식', '수돗물서', '조사', '수돗물에서'

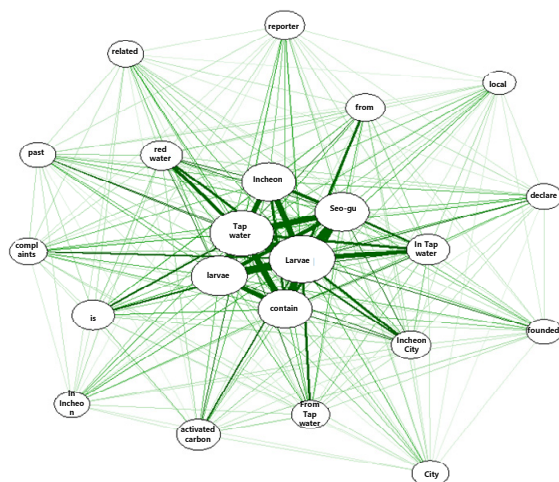


Fig. 4. "Incheon larvae" primary keyword correlation analysis

등의 키워드가 도출됨에 따라, 인천 서구 일대 유충 발견에 대한 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 '수돗물 유충 문제 감지'로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 35건(18.8%)이다. [토픽2]는 '유충은', '천안시', '안심하고', '드세요', '유해성' 등의 키워드가 도출됨에 따라, 인천시 등 일부 지자체의 수돗물에 유충이 발생하여 큰 파문을 일으키고 있으나 천안시는 예방조치로 유충 발생 가능성을 최소화하기 위한 총력을 기울인다는 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 '천안시 수돗물 안전 공급'으로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 17건(9.1%)이다.

[토픽3]는 '이어', '피해', '계양', '서구', '부평구' 등의 키워드가 도출됨에 따라, 강화군 지역에서도 수돗물에서 유충이 발견됐다는 신고가 접수, 유충이 발견되면서 인천시 긴급 회의 개최 및 현재까지 조치된 사항과 향후 대응 방안 논의 등 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 '수돗물 유충 정제 확인'으로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 45건(24.2%)이다. [토픽4]는 '민원', '인천시', '급등', '시흥', '공촌정수장' 등의 키워드가 도출됨에 따라, 민원이 잇따라 제기되고, 박남준 인천시장의 사과와 재발방지 및 관련자 처벌 요구에 대한 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 '수돗물 유충 사태 재발방지 요구'으로 부여하였고, 관련 뉴스 건수는 36건(19.4%)이다. [토픽5]는 '불안감', '갈따구', '정수장', '강화도서도', '불안' 등의 키워드가 도출됨에 따라, 수돗물 내 유충과 관련된 청원이 발생하는 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 '수돗물 유충 불안 확산'으로 부여하였으며, 관련된 뉴스의 건수는 53건(28.5%)이다.

### 3.2.2 제2기 '사태 확산기'단계 분석 결과

제2기에 해당되는 2020년 7월 19일부터 7월 26일까지 보도된 수돗물 유충 관련 뉴스 448건을 분석한 결과, 주요 키워드

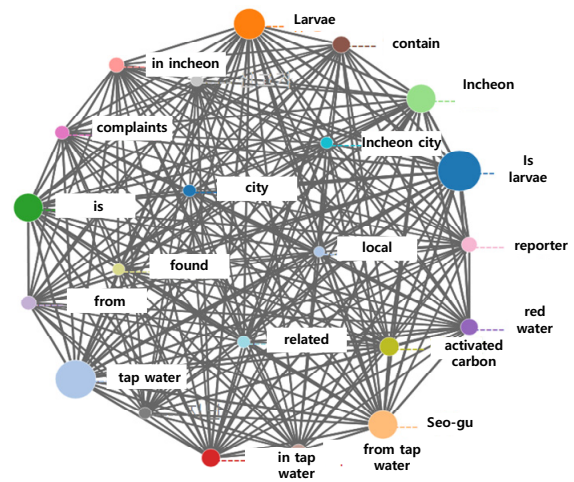


Fig. 5. "Incheon larvae" 1st major keyword network

Table 4. Phase 1 Topics and key keywords

Topic Name	Key Keywords	Appearance Rate	Main news Headlines	No. of News Articles (cases)	Topics Share (%)
[Topic 1] Detect tap water larva problems	school	0.004	[School] Suspension of larvae reported in Incheon tap water one after another	35	18.8
	meal service	0.006	Incheon Metropolitan Office of Education decided to suspend [meal service] due to the Seo-gu tap water larvae incident		
	tap water	0.006	Incheon [tap water] The cause of detection of larvae is yet to be identified		
	investigation	0.003	Incheon tap water larva outbreak authorities [investigation]		
	tap water	0.003	The larvae found in Incheon [tap water] are midget larvae		
[Topic 2] Safe supply of tap water in Cheonan	larvae	0.006	[Larvae found in Incheon] Midget, 10,000 generations Emergency Comprehensive	17	9.1
	Cheonan City	0.003	[Cheonan City] Safe use without worrying about tap water		
	safely	0.003	Drink tap water [safely] in Cheonan		
	enjoy drink	0.002	Cheonan-si tap water is safe [Enjoy drink]		
	harmful	0.002	Incheon tap water larvae are fungus [harmful], but do not drink		
[Topic 3] Tap water larva identity confirmation	after Corona	0.008	[After Corona] Until the larvae of tap water, Incheon restaurant cafe owners can't even buy bottled water	45	24.2
	damage	0.002	Ganghwa Seo-do tap water larvae Incheon Seo-gu and other areas complained of [damage] one after another		
	Gyeyang	0.002	Incheon tap water larva Seo-gu, Ganghwa [Gyeyang] Bupyeong-do reported		
	Seo-gu	0.02	Incheon City [Seo-gu] Held an emergency countermeasure meeting following the discovery of tap water larvae		
	Bupyeong-gu	0.002	Insect larvae found in Yeongjong Island tap water following [Bupyeong-gu] in Seo-gu, Incheon		
[Topic 4] Request to prevent recurrence of tap water larvae incident	complaints	0.006	Insect found at Gongchon Water Purification Plant in Incheon City [Complaints] Total 101 cases	36	19.4
	Incheon City	0.006	United Party [Incheon City] Party requests to prevent recurrence related to tap water larvae incident and punish those involved		
	soaring stock price	0.002	Dissemination of controversy over larvae of characteristic stocks Related stocks such as New Botech [soaring stock price]		
	Siheung	0.003	From various places in Incheon to Gyeonggi [Siheung] Hwaseong, tap water bug larvae are one wave		
	Gongchon water purification plant	0.002	Except for [Gongchon Water Purification Plant] in Incheon, the possibility of larvae occurring is small.		
[Topic 5] Tap Water Larvae Anxiety Spreads	anxiety	0.003	Residents of Incheon tap water larvae incident [anxiety] continues to increase Presumed possibility of inflow from outside in some areas	53	28.5
	midget	0.009	Incheon tap water larva shower filter Edo [Midget] Dermatitis concerns		
	water purification plant	0.006	Experts say the Incheon tap water larvae incident is due to poor management of [water purification plant]		
	Ganghwado	0.003	Incheon larvae tap water body pain [Ganghwado] came out		
	anxiety	0.004	Larvae cooked with bottled water attached to restaurants in Incheon [Anxiety] continues		
SUM				186	100

간의 연관성분석 및 네트워크는 Figs. 6 and 7, 토픽은 Table 5와 같이 나타났다. 2기에서는 필터-인천-방지-배수지-총리 등의 키워드가 공동으로 출현하면서, 인천에서 처음으로 발견되면서 논란이 된 ‘수돗물 유충’ 사태가 전국으로 확산, 관련 신고가

잇따르며 이슈로 부각되었기에 ‘사태 발생기’로 명명하였다.

[토픽1]은 ‘필터’, ‘생수’, ‘판매’, ‘불티’, ‘급증’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 인천 서구 지역을 중심으로 수돗물에서 유충이 나왔다는 신고에 의해 생수 매출이 급증한다는 보도내용

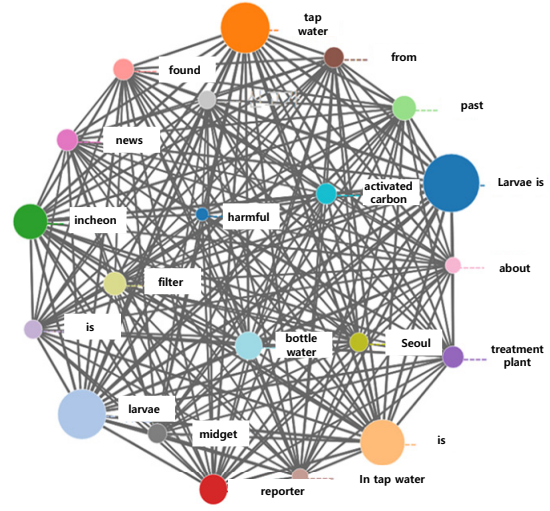


을 고려하여, 토픽명을 ‘생수 판매 급증’으로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 55건(24.2%)이다.

[토픽2]는 ‘인천’, ‘추가’, ‘추정’, ‘물체’, ‘수돗물서’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 유충 민원이 증가함에 따라 인천 수돗물



**Fig. 6.** Analysis of key keyword relations in the 2nd period of “Incheon Larva”



**Fig. 7.** “Incheon larvae” 2nd major keyword network

**Table 5.** 2nd term topics and key keywords

Topic Name	Key Keywords	Appearance Rate	Main news Headlines	No. of News Articles (cases)	Topics Share (%)
[Topic 1] Bottled water sales soar	filter	0.009	Shower [filter] attracts attention as a damage prevention method after finding tap water larvae	55	24.2
	bottled water	0.009	Perhaps...even in my tap water, larvae filter [bottled water] sales are skyrocketing		
	sales	0.004	Fear of water brought by tap water larvae Increased amount of bottled water [sales]		
	sale increasing	0.003	Tap water phobia diffusion water filter [sale increasing] for detecting larvae		
	rapid increase	0.003	Sales of bottled water due to tap water larvae outbreak [Rapid increase]		
[Topic 2] Increase in complaints about larvae	Incheon	0.03	Investigation of all civil complaints of tap water by the Minister of Environment..Only [Incheon] found larvae	96	42.3
	added	0.004	Incheon tap water larvae that do not shrink [added] 25 cases cumulative 211 cases		
	estimated	0.004	Larvae found in water purification plants nationwide [estimated] that Seoul and Busan were introduced from outside		
	objects	0.004	Presumably [objects] dead larvae found at Bupyeong Water Purification Plant, Ministry of Environment, Incheon		
	tap water	0.003	To Paju [tap water] larva discovery report		
[Topic 3] Establishment of measures to prevent recurrence	prevent	0.001	Instructions to prepare measures to [prevent] the recurrence of sentinel larvae in tap water	17	7.5
	struggle	0.001	Pohang city larvae prevention [struggle]		
	anxiety	0.002	[Anxiety] heightened due to the spread of tap water larvae		
	supply	0.0008	Safe and healthy tap water in Cheonan [supply]		
	focused	0.0008	Toxic tap water larvae complaints to Incheon [focused]..The reason?		

Table 5. 2nd term topics and key keywords (Continue)

Topic Name	Key Keywords	Appearance Rate	Main news Headlines	No. of News Articles (cases)	Topics Share (%)
[Topic 4] Special sanitation management of water facilities	reservoir	0.003	Incheon [Reservoir] No larvae found as a result of water quality monitoring such as the direct water pipe of the meter	29	12.8
	no	0.003	Jeollanam-do Waterworks Facilities Special Sanitation Management Treatment Plants 77 larvae [no]		
	confirmed	0.006	Cheongju tap water larva report [confirmed] but not found		
	water facilities	0.001	Naju City [Water Facilities] Emergency inspection No midget larvae, all judged suitable		
	change	0.001	[Change] from open type to closed type at local water purification plants in Incheon		
[Topic 5] Reinforcing tap water management	Prime Minister	0.004	Chung [Prime Minister] Apologies to the public for tap water larvae	30	13.2
	Jeong Sye-gyun	0.003	[Jeong Sye-gyun] Inspecting the response situation of the Bupyeong water purification plant Apologies to the public for tap water larvae		
	outbreak	0.003	On-site inspection of Chilseo Water Purification Plant related to Cho Geun-je Haman-gun City tap water larvae [outbreak]		
	to the people	0.003	Prime Minister Chung Sye-gyun Tap Water Larvae [To the people] The best way to end the billing scandal		
	safety	0.003	Tap water in Cheongju City [Safety] No midget larvae Reinforced water purification plant management		
SUM				227	100

의 하루 유충 발견량이 줄지 않음, 배수지에서 유충 추정물체 확인되는 보도내용을 고려하여, 토픽명을 ‘전국 정수장에 대한 긴급점검’으로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 96건(42.3%)이다.

[토픽3]는 ‘방지’, ‘안간힘’, ‘불안감’, ‘공급’, ‘몰린’, 등의 키워드가 도출됨에 따라, 인천에서 시작된 수도물 유충 사태의 계속 확산, 수도물 유충 발생 상황을 점검한 뒤 재발방지 대책 수립에 대한 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 ‘재발방지 대책 수립’으로 부여하였고, 관련 뉴스 건수는 17건(7.5%)이다.

[토픽4]는 ‘배수지’, ‘없어’, ‘종합’, ‘수도시설’, ‘바꾼다’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 가정집에서 수도물 유충 발견, 정총리가 부평정수장을 찾아 대응상황 점검 보도내용을 고려하여, 토픽명을 ‘수도시설 특별 위생점검’으로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 29건(12.8%)이다.

[토픽5]는 ‘총리’, ‘정세균’, ‘발생’, ‘국민께’, ‘안전’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 유충 발생 원인으로 추정되는 활성탄 흡착지와 방충 시설물 등 고도정수처리시설 점검, 배수지 점검반 상시 운영 등 수도물 관리 강화에 대한 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 ‘수도물 유충 불안 확산 및 주민 대응’으로 부여하였고, 관련 뉴스 건수는 30건(13.2%)이다.

### 3.2.3 제3기 ‘사태 수습’단계 분석 결과

제3기에 해당되는 2020년도 7월 27일부터 8월 31일까지

보도되었던 인천 유충 관련 뉴스 765건을 분석하였다. 분석한 결과, 주요 키워드 간의 연관성 분석 및 네트워크는 Figs. 8 and 9, 토픽은 Table 6과 같이 나타났다.

3기에서는 지원-수원시-스마트-발견-부여군 등의 키워드가 공동으로 출현하면서, 환경부에서 실시한 전국 정수장 전수 조사 결과에서는 이상이 없었음에도 유충이 추가로 발견되었고, 수도물 유충 원인규명과 국민의 알권리를 위한 정보의 제공 및 교육 그리고 수도물에 대한 신뢰 회복이 필요하다는 것을 보여주는 이슈가 부각되었기에 ‘사태 발생기’로 명명하였다.

[토픽1]은 ‘지원’, ‘긴급’, ‘광동제약’, ‘제주용암수’, ‘오리온’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 수도물 유충 발생 사건으로 피해를 입은 인천 지역 등지에 제주삼다수 전달 대한 보도내용을 고려하여, 토픽명을 ‘피해지역 긴급 무상지원’으로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 47건(29.4%)이다. [토픽2]는 ‘수원시’, ‘찾아가는’, ‘안심서비스’, ‘최약계층’, ‘방지’ 등의 키워드들이 도출됨에 따라, 상수도사업소가 ‘정보 취약계층’을 대상으로 안전하게 수도물을 이용할 수 있도록 찾아가는 서비스를 제공하는 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 ‘수도물 안심서비스 개시’으로 부여하였고, 관련 뉴스 건수는 14건(8.8%)이다. [토픽3]는 ‘스마트’, ‘추진’, ‘인프라’, ‘부안군’, ‘관망관리’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 환경부에서 실시한 스마트 관망 관리 인프라 구축사업에 대한 보도 내용을 고려하여 토픽명을



‘스마트 관망관리 인프라 구축사업’으로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 14건(8.8%)이다. [토픽4]는 ‘발견’, ‘무관’, ‘누적’, ‘의정부시’, ‘정수장’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 전국 일반

정수장 435곳을 전수 조사, 인천 수돗물서 깔따구 유충 추가 확인에 대한 보도내용을 고려하여, 토픽명을 ‘인천 서구 학교 생수 지원’로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 69건(43.1%)이다.

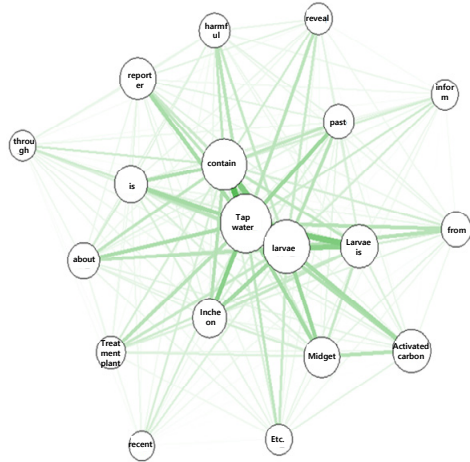


Fig. 8. Analysis of key keyword relations in the 3rd period of "Incheon Larvae"

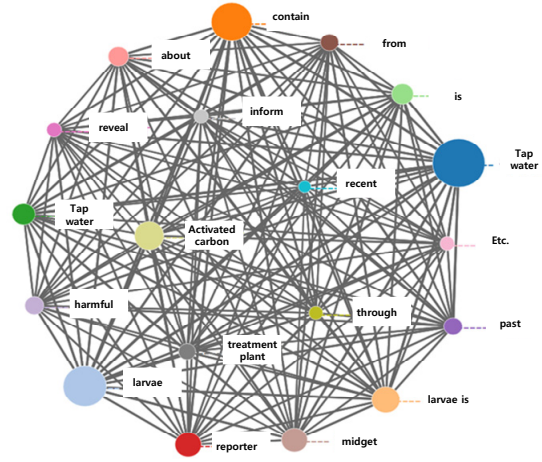


Fig. 9. "Incheon larvae" 3rd major keyword network

Table 6. Term 3 topics and key keywords

Topic Name	Key Keywords	Appearance Rate	Main news Headlines	No. of News Articles (cases)	Topics Share (%)
[Topic 1] Free emergency support for affected areas	support	0.01	Emergency supply of 22,400 bottles of Jeju Samdasoo to the central region affected by torrential rains [Support]	47	29.4
	emergency	0.007	Jeju Samdasoo [emergency] support for areas affected by torrential rains		
	provide	0.004	Kwangdong Pharmaceutical [Provides] 10,000 bottles of Corn Silk Tea and Guangdong Hengae Tea to flood victims		
	jeju lava water	0.003	Donated [Jeju lava water] to Orion Group Incheon schools		
	Orion	0.003	[Orion] donated Jeju lava water to schools in Seo-gu, Incheon of the Orion Group		
[Topic 2] Started tap water safety service	Suwon City	0.003	[Suwon City] Providing safe tap water services to the vulnerable	14	8.8
	visiting	0.002	Launched [Visiting] tap water safety service for female households in vulnerable groups in Suwon		
	safe service	0.002	Tap water [Safe service] for the vulnerable in Suwon		
	vulnerable class	0.001	Suwon City [Vulnerable Class] Visiting Tap Water Safety Service		
	prevent	0.002	Continued efforts to [prevent] recurrence after stabilizing tap water in Incheon		
[Topic 3] Smart pipe network management infrastructure construction project	smart	0.003	Buan-gun [Smart] Secured 4.9 billion won to build pipe network management infrastructure	14	8.8
	promotion	0.003	Incheon Peace and Welfare Solidarity Namchon Industrial Complex [Promotion] Call for suspension		
	infrastructure	0.002	Signal Inequality and Greens from Incheon Tap Water Larvae [Infrastructure]		
	Buan-gun	0.002	[Buan-gun] Establish a smart management system that incorporates technology throughout the entire process of tap water supply		
	water supply network management	0.002	Buan-gun smart [water supply network management] infrastructure construction project selection		

Table 6. Term 3 topics and key keywords (Continue)

Topic Name	Key Keywords	Appearance Rate	Main news Headlines	No. of News Articles (cases)	Topics Share (%)
[Topic 4] Additional confirmation of Incheon midget larvae	found	0.007	Ministry of Environment tap water larvae survey No problem, only some filters [found]	69	43.1
	Water Environment Management Division	0.002	Jeonbuk-do Innovative Hero of the Month [Water Environment Management Division] Park Ji-yong selected		
	cumulative	0.002	Incheon tap water confirmed 2 additional cases of midget larvae [cumulative] 254 cases		
	Uijeongbu	0.002	[Uijeongbu City] Complaints about caterpillars have nothing to do with the tap water supply system		
	water treatment plant	0.01	Minister of Environment [Water Treatment Plant] Examination of Researcher Placement to Reinforce Professionalism Qualification Exam		
[Topic 5] Buan-gun water supply facility inspection	Buyeo-gun	0.002	[Buyeo-gun] Inspection safety of major waterworks facilities	16	10
	facility	0.002	Buyeo-gun water supply main [facility] emergency inspection		
	main	0.002	Hong Seok-bong Yeonggwang-bu-gun water purification plant [main] facility inspection		
	eco-friendly	0.001	Jeju Samdasoo Social Contribution [Eco-friendly] Efforts Minister Award Result		
	pollution measures	0.001	Lee Dong-eop, Gyeongbuk Provincial Councilor Urges [pollution measures] for heavy metals in the Hyeongsan River		
SUM				160	100

[토픽5]는 ‘부여군’, ‘시설물’, ‘주요’, ‘친환경’, ‘오염대책’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 부여군은 최근 인천 수돗물에서 유충이 발견됨에 따라 관내 상수도 시설물에 대한 일제 점검 실시 에 보도내용을 고려하여, 토픽명을 ‘부안군 상수도 시설물 일제 점검’으로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 16건(10%)이다.

### 3.2.4 제4기 ‘사태 보상’단계 분석 결과

제4기에 해당되는 2020년 9월 1일부터 2021년 8월 31일까지 보도된 인천 유충 관련 뉴스 1,992건을 분석한 결과, 주요 키워드 간의 연관성분석 및 네트워크는 Figs. 10 and 11, 토픽은 Table 7과 같이 나타났다.

4기에서는 공급-수질관리-유충-덕적도-박남준 등의 키워드가 공동으로 출현하면서, 9월 수돗물 위생관리 종합대책 발표가 부각되어 ‘사태 보상’으로 명명하였다.

[토픽1]는 ‘공급’, ‘연휴’, ‘진주시’, ‘붉은’, ‘생산’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 인천시 ‘붉은 수돗물(적수)’ 사태 등으로 추락한 시민의 신뢰를 회복에 나서는 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 ‘시민의 신뢰 회복’으로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 80건(23.1%)이다.

[토픽2]는 ‘수질관리’, ‘옛말’, ‘세미나’, ‘샤워기’, ‘찾아가는’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 경북도의 ‘스마트 관광관리

인프라 구축사업’ 추진, 서울시 상수도사업본부가 상수도 공급계통 수질관리 강화방안 마련을 위한 온라인 공개 세미나 개최에 대한 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 ‘상수도 수질관리 방안 마련’로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 25건(7.2%)이다. [토픽3]는 ‘유충’, ‘깎파구’, ‘제주’, ‘발견’, ‘유입’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 환경당국이 제주 수돗물 유충 사태를 계기로 지역 특성에 맞는 정수시설 관리 매뉴얼 마련 검토, 제주 수돗물 유충 발견 신고에 대한 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 ‘제주도 유충 발견 신고’으로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 162건(46.7%)이다. [토픽5]는 ‘박남준’, ‘투입’, ‘인천시장’, ‘부산’, ‘예산’ 등의 키워드가 도출됨에 따라, 환경부가 지난 7월 인천지역에서 발생한 수돗물 유충 사태와 같은 사고를 예방하고 기후변화·환경위기에 대한 대응력을 강화하기 위해 내년도 예산 1조715억 원 투입에 대한 보도 내용을 고려하여, 토픽명을 ‘유충 사태 방지 방안 마련’으로 부여하였고, 관련 뉴스건수는 56건(16.1%)이다.

## 3.3 감정분석 결과

### 3.3.1 제1기 ‘사태 보상’단계 감정분석 결과

“인천 유충” 사태의 제1기(2020년 7월 13일부터 7월 18일)까지 보도된 인천 유충 관련 뉴스 218건을 감정분석한 결과는

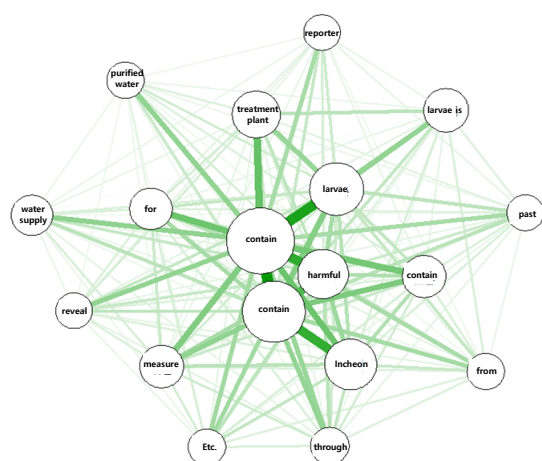


Fig. 10. Analysis of key keyword relations in the 4th period of "Incheon Larvae"

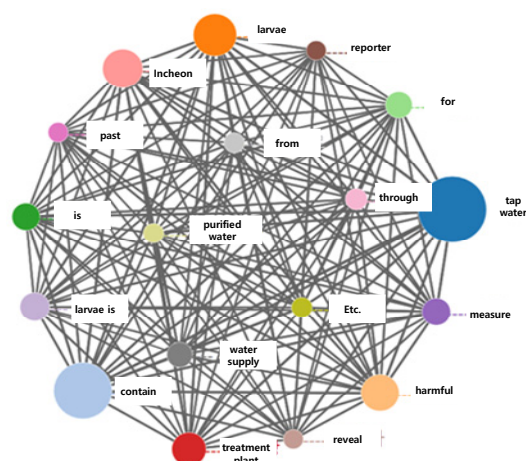


Fig. 11. "Incheon larvae" 4th major keyword network

Table 7. 4th Topic and key keywords

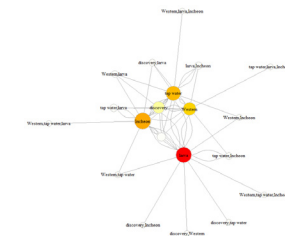
Topic Name	Key Keywords	Appearance Rate	Main news Headlines	No. of News Articles (cases)	Topics Share (%)
[Topic 1] Restoring public trust	supply	0.009	Ministry of Environment Tap water sanitation management innovation throughout the entire process [Supply]	80	23.1
	holidays	0.003	Chuseok [holidays] Emergency treatment situation room operated		
	Jinju City	0.003	[Jinju City] Inspection of the water purification plant in preparation for the red tide of the council No abnormality in tap water		
	red water	0.002	Incheon City [red water] after removing the stigma of tap water and restoring trust		
	production	0.002	Jinju-si Chuseok holiday stable tap water [production] supply all-out efforts		
[Topic 2] Preparation of water quality management plan	water quality management	0.002	Lee Seon-gu, member of Gyeonggi-do Province, urges thorough tap water [water quality management]	25	7.2
	old word	0.001	Capital Green Water Now [old word] 131.6 Billion Invested to Build Smart Pipeline Management in Gyeongbuk Province		
	seminar	0.001	Real-time disclosure of Seoul's tap water quality management solution [Seminar]		
	shower tap	0.0009	Growing Subscription Economy Detergent Seedlings [Shower tap] Expansion of items with filters		
	visiting	0.0009	Held [Visiting] customer meeting to increase reliability of tap water in Osan		
[Topic 3] Jeju Island larva discovery report	larvae	0.03	Minister of Environment Jeju's tap water [larvae] incident needs a customized manual for the region	162	46.7
	midjet	0.009	[Midjet] larvae found at a local water purification plant		
	Jeju	0.008	Environment Minister Cho Myung-rae [Jeju] is also conducting a comprehensive investigation into the regret of the caterpillar incident		
	discovered	0.004	Jeju Island tap water larvae are different from those [discovered] in Incheon.		
	enter	0.003	[Enter] due to localized heavy rain		
[Topic 4] -	Deokjeokdo	0.004	Airborne control is useless [Deokjeokdo] Pest control is still active	24	6.9
	control	0.003	Early monitoring Timely [control] Minimizing forest damage through prompt response		
	disease and pest	0.002	Deokjeok Island, Ongjin-gun, Incheon-si [disease and pest] Control by air control		
	Ongjin-gun	0.002	Incheon [Ongjin-gun] Deokjeokdo Island forest disease and pest control and all-out response to tree water restoration		
	disease and pest prevention	0.001	Ongjin-gun, Deokjeok-do forest [disease and pest prevention]		

Table 7. 4th Topic and key keywords (Continue)

Topic Name	Key Keywords	Appearance Rate	Main news Headlines	No. of News Articles (cases)	Topics Share (%)
[Topic 5] Preparation of measures to prevent larvae	Park Nam-chun	0.004	Visiting the water purification plant [Park Nam-chun] Mayor of Incheon	56	16.1
	input	0.003	Ministry of Environment Incheon tap water caterpillar incident prevention, etc. Trillion won next year [input]		
	Mayor of Incheon	0.002	Park Nam-chun [Mayor of Incheon] Conducts on-site inspection for safe and clean tap water supply		
	Busan	0.002	Water purification plant tap water food handling measures to prevent larvae in [Busan]		
	budget	0.002	Ministry of Environment, the largest trillion won ever [budget] Organized Society Kim Ji-won		
SUM				347	100



(a) Word cloud



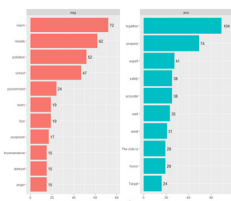
(b) Association analysis



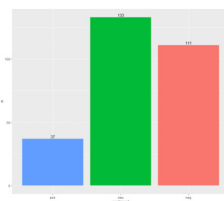
(c) Negative word cloud



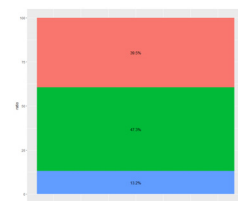
(d) Positive word cloud



(e) Positive/negative words top 10 graphs



(f) Classification of positive and negative articles



(g) Full article positive/negative classification

Fig. 12. "Incheon larvae" first stage emotional analysis result

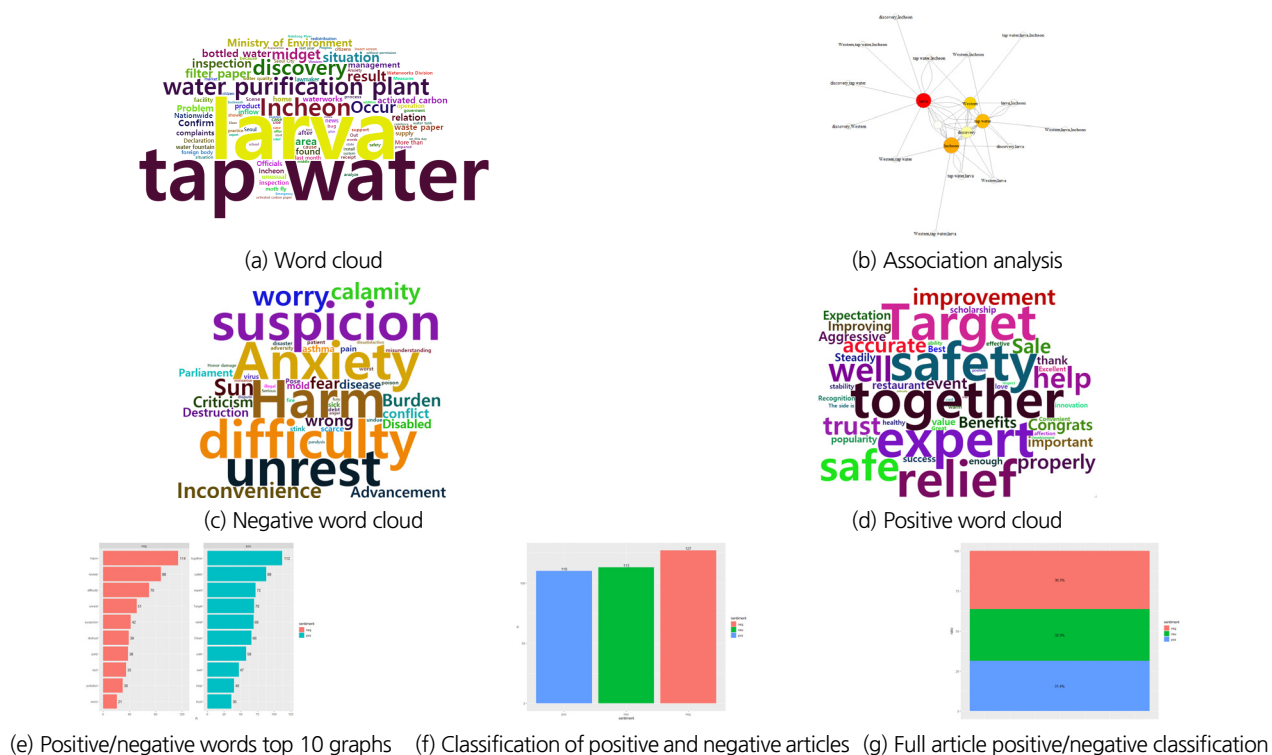
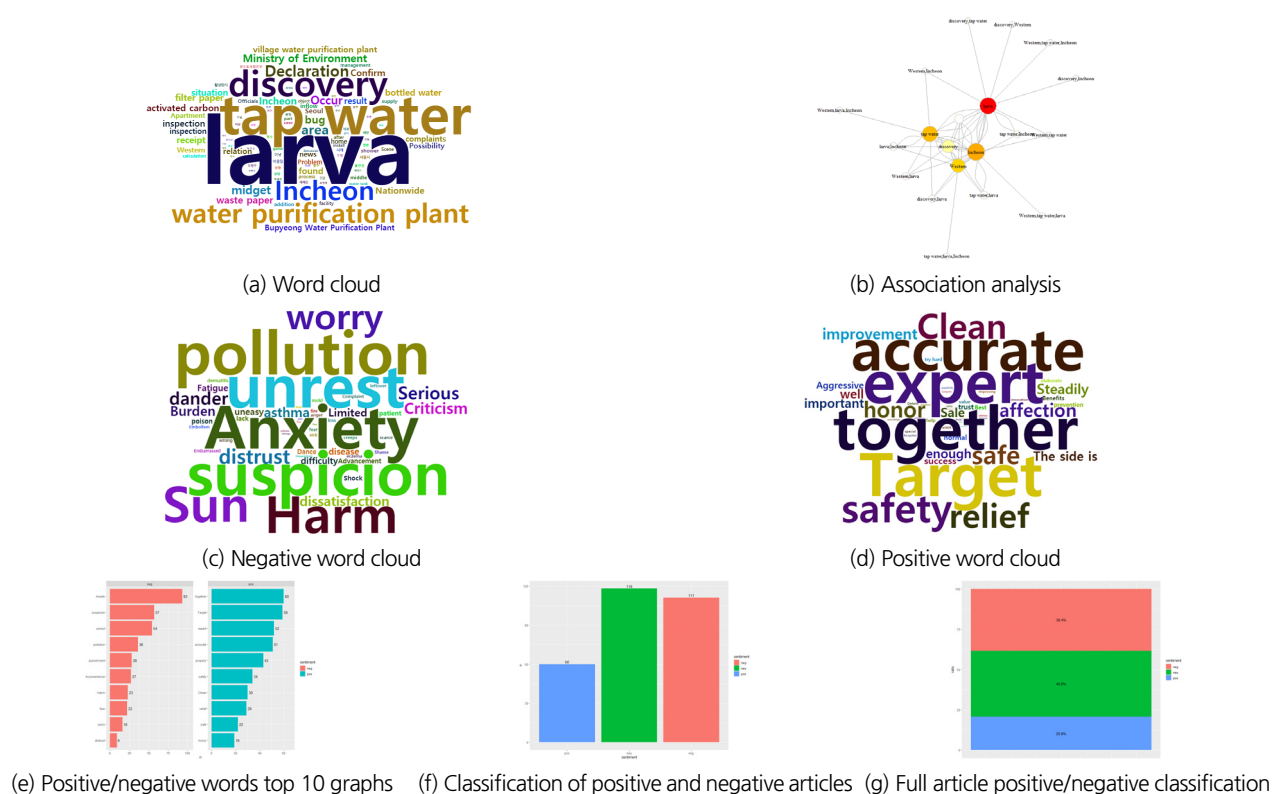
Fig. 12와 같다. “인천 유충” 사태 제1기의 경우 수도물 유충 발생으로 인해 학교 급식 중단 및 수도물 유충 원인 파악하는 보도내용이 주를 이루고 있다. 유충이라는 단어가 1,967번으로 가장 많이 출현하고, 그 다음 수도물(1,792번), 서구(770번), 발견(593번) 순으로 단어가 출현한 것으로 확인할 수 있다.

연관성 분석의 경우 Fig. 12와 같이, 유충, 수도물, 인천, 서구, 발견, 인천시순으로 연관성이 큰 것을 확인할 수 있다. “인천 유충”에 관련된 218건의 뉴스기사중 긍·부정 기사는 각각

12.8%, 41.6%로 제1기에 대해 부정적인 것을 확인할 수 있다.

### 3.3.2 제2기 ‘사태 보상’단계 감정분석 결과

“인천 유충” 사태의 제2기(2020년 7월 19일부터 7월 26일)까지 보도된 인천 유충 관련 뉴스 224건을 감정분석한 결과는 Fig. 13과 같다. “인천 유충” 사태 제2기의 경우 수도물 사고로 인한 관내 정수장 긴급 점검 및 수도물 유충에 의한 피해 발생과 관련된 보도내용이 주를 이루고 있다. 유충이라는 단어가









위한 소비자 중심의 사고 대응과 복구 관련 정책마련의 필요성을 제시하고 있다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 웹 크롤링 방법을 이용한 자료수집, 텍스트 마이닝을 활용한 데이터 분석과 같은 빅데이터 분석기법을 이용하여 국내 상수도 수질 사고에 대한 전개양상 분석을 수행하였다. 상수도 시스템의 수질사고 빅데이터 뉴스의 추출을 위한 웹크롤링 기법을 적용하고 정확한 수질사고 뉴스를 획득하고자 알고리즘을 절차화하여 제시하였다. 또한 대규모 수질사고의 경우 사고발생에 따른 사고인지, 사고확산, 사고대응, 사고해결 등과 같은 전개양상이 나타나므로, 각 단계에 따른 적절한 뉴스기사를 추출하고, 이에 따른 정보분석을 실시하였다. 360개의 언론에서 보도하는 뉴스 기사를 분석대상으로 결정하고, 수질 사고 분석 기간으로는 수질 사고가 최초 언론에 보도된 기간부터 사태가 종료된 이후 1년간의 기간을 각각 선정하였다. 수질 사고는 “인천 유충”이라는 키워드를 이용하여 수집한 기사에 대해 주요 기사에 대한 분석 기간을 설정하여 진행 및 각각의 기간에 대해서 분석을 진행하였다.

분석한 방법은 토픽 모델링 기법을 활용하였으며, 분석 결과로는 각 사태마다 나누었던 기간에 대해 주요 키워드를 출현 비율에 따라 각각의 토픽 명이 군집에 따라 의제를 파악할 수 있었으며, 토픽별 키워드 간에 연결된 의미관계는 한계가 존재한다는 것을 알 수 있었다. 처음 관련 뉴스 기사가 언론이 되었을 때와 인식이 좋아지는 시점부터 점차 언론보도가 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 분석 기간에 대한 감정분석을 진행할 때, 보상단계로 진행될수록 긍정도가 상승하는 것으로 도출되었다. 추후 연구에서는 과거 유사 사건을 분석하여 적절한 대응과 만족스러운 보상과정을 진행할 수 있을 것으로 판단되어, 기사의 기간을 늘리거나 긍·부정 검사에 더 세세한 기준을 마련하여 편향된 감정평가 데이터를 방지할 수 있고, 더욱 정교하게 발전시킨다면 좀 더 실증적인 결과 데이터가 나타날 것이다. 이와 같은 웹 크롤링을 통한 대규모 사고 또는 재해발생에 대한 피해자 또는 소비자의 공부정도의 조사기법 및 결과는 방재의 관점에서 위기상황 발생 이후의 대응과 복구 세부전략을 명확히 결정하고, 시민의 정서적 피해 등을 고려한 시민관점의 대응과 복구가 가능하게 되는 기초자료로의 활용이 가능하다.

## 감사의 글

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 지능형 도시수자원 관리사업의 지원을 받아 연구되었습니다 (2019002950002).

## Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

## References

- Analytic Vidhya (2021). Part 3: Topic Modeling and Latent Dirichlet Allocation (LDA) using Gensim and Sklearn, accessed 1 October 2022, <<https://www.analyticsvidhya.com/blog/>>.
- Blei, D.M. (2012). “Probabilistic topic models.” *Communications of the ACM*, Vol. 55, No. 4, pp. 77-84.
- Kim, J.S., and Lee, S.J. (2016). “Revisiting the cause of unemployment problem in Korea’s labor market: The job seeker’s interests-based topic analysis.” *Management & Information Systems Review*, Vol. 35, No. 1, pp. 85-116.
- Kim, S.T., and Lee, C.H. (2007). “A study on the media coverage of public issue: Focusing on drinking-water issues.” *Korean Journal of Communication and Information*, Vol. 39, pp. 40-68.
- Lee, S.Y., and Kim, T.J. (2020). “News big data analysis of ‘Tap Water Larvae’ using topic modeling analysis.” *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 20, No. 11, pp. 28-37.
- Ragini, J.R., Anand, P.R., and Bhaskar, V. (2018). “Big data analytics for disaster response and recovery through sentiment analysis.” *International Journal of Information Management*, Vol. 42, pp. 13-24.
- Steyvers, M., and Griffiths, T. (2007). *Probabilistic topic models*. Handbook of Latent Semantic Analysis. Psychology Press, London, England, pp. 439-460.
- Zheng, H., Hong, Y., Long, D., and Jing, H. (2017). “Monitoring surface water quality using social media in the context of citizen science.” *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 21, No. 2, pp. 949-961.