

기후변화 대응을 위한 미국 지하수 기술 특허네트워크 분석과 주요 특허 기술 동향

윤순욱 · 최한나* · 김민철**†

녹색기술센터, *한양대 기술경영전문대학원, **녹색기술센터
(2019년 8월 1일 접수, 2019년 9월 6일 수정, 2019년 9월 10일 채택)

U.S.'s Patent Network Analysis and Technology Trends on Underground Water for the Response of Climate Change

Yoon Soon-Uk · Choi Hanna* · Kim Minchul**†

Green Technology Center, *Hanyang University, **Green Technology Center
(Received 1 August 2019, Revised 6 September 2019, Accepted 10 September 2019)

요 약

본 연구에서는 기후변화 대응의 관점에서 미국 지하수 기술을 특허 네트워크분석을 통해 핵심특허를 파악 할 수 있었다. 분석된 핵심 특허를 살펴보면, 오염된 지하수를 중금속 제거기술을 사용하여 지하수가 오염되지 않게 하여 음용수와 오염 지하수 문제를 해결할 수 있는 방법으로 높은 영향력을 보였고 기술 간 전파 되고 있었다. 또한 지하수 기술 특허 간의 특허들이 매개역할을 담당하고 있었지만 지하수 기술 간의 특허의 연결성은 높지 않게 나타나고 있다. 지하수 관련 특허 기술은 크게 양수, 모니터링, 오염정화로 구분이 가능하였다. 모니터링은 지하수 유량, 흐름 또는 수질 분석을 위한 지표, 지리적인 특성뿐만 아니라 오염물질의 종류, 농도 등 물리화학 및 생물학적 특성 파악을 가능하게 하는 기술을 포함한다. 오염정화 기술은 토양 및 지하수 정화를 위한 원위치 또는 비원위치에 적용된 물리화학적 및 생물학적 정화 처리 공정을 말한다. 미국의 기술적 사례를 발굴하여 분석하면서 미국이 수처리 분야에서 기술력이 높았고 기후변화로 인한 물부족 문제에 대응하기 위해서는 이러한 기술진흥과 특허를 통한 지재권보호도 필요한 것으로 보인다.

주요어 : 특허 네트워크 분석, 지하수 관리, 할당, 양수, 오염 정화

Abstract - This study identified key patents on U.S. underground water technology through patent network analysis. As a result, there were many technologies that used the technology to remove heavy metals to prevent contamination of groundwater. While patents between groundwater technology patents were in charge of intermediaries, the connectivity between groundwater technologies is not high. The patented technologies related to groundwater were largely distinguishable by pumping, monitoring, and decontamination. Monitoring includes techniques that enable identification of physical and biological properties, such as the type of contaminants, as well as geographic characteristics for analysis of groundwater flow, flow or water quality. Pollution purification technology refers to the process of physiochemical and biological purification for soil and groundwater. U.S. technology cases showed that the U.S. had high technology in water treatment area. And patent protection were also needed to cope with water shortages caused by climate change.

Key words : Patent Network Analysis, Groundwater Management, Allocation, Pumping, Pollution Purification

†To whom corresponding should be addressed.
Tel : +82-2-3393-3915 E-mail: thesunpower@naver.com

1. 서론

지표면의 70% 이상이 물로 덮여있으나 그 중 1%만이 인간이 사용할 수 있고, 그 1% 중의 99%가 지하수라고 한다.¹⁾ 또한 IPCC 보고서에 의하면 이상기온에 의하여 지구적 물부족 현상이 심화되고 있고, 기후변화 적응을 위해서 지하수 확보의 중요성도 부각되고 있다. 예를 들어, 기후변화에 적응하기 위해 미국에서도 ‘지하수 인공함양’ 신기술을 개발하였다. ‘지하수 인공함양’ 기술은 대량의 물을 인위적으로 투입해 보관하여 싱크홀과 가뭄을 막고 지반이 강해져 지진을 대비하는 장점이 있다. 이렇듯 미국의 지하수관련 기술은 중요하다. 미국은 지하수 기술을 특허를 통해 보호하고 창작자의 기술개발을 독려하고 있다. 특허의 경우, 특허 간의 기술전파 동향이나 네트워크 안에서의 중심성 등을 분석하는 것은 미국 지하수 기술 연구에 도움이 되고, 주요 특허 기술에 대한 법제적인 보호나 지원 법제 구축에도 도움이 될 것이다. 본 연구는 제2장에서 미국의 지하수와 관련한 특허 기술들의 네트워크 관계를 분석하고, 제3장에서 지하수 기술에서 중요한 양수, 모니터링, 오염정화 기술의 미국 주요특허를 분석하였다.

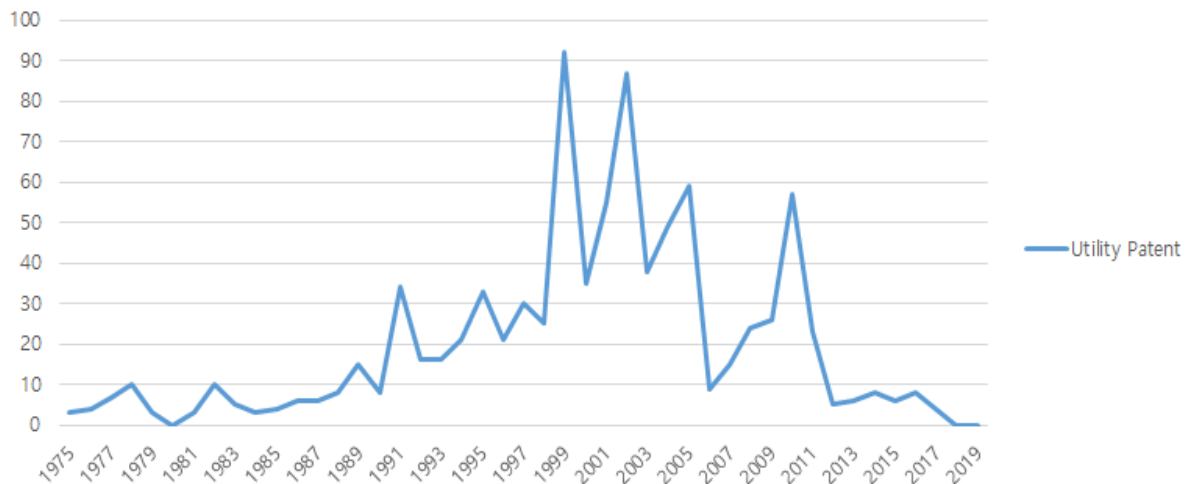
2. 미국 지하수 기술 관련 특허 네트워크 분석

2-1. 네트워크분석

네트워크 분석은 노드 사이의 관계를 탐구한다. 역사적으로 소셜네트워크분석(Social Network Analysis: SNA)은 인간 사이의 관계에 초점을 맞춰왔지만 기본 알고리즘은 그래프 이론의 분야에서 비롯되었다. 기존 특허의 전방 후방인용 관계에서도 보편적으로 적용 가능하기 때문에 기술적 모델링이 가능하다. 특허를 네트워크분석에 활용할 때, 노드는 발명가나 특허신청자, 특허와 같은 개인들을 대표할 수 있고 엣지는 특허 간의 협력이나 인용 연결을 표현할 수 있다.²⁾

또한 특허는 기술적 진보, 시장 동향, 소유권 측면에서 충분한 기술 및 상업적 지식의 원천이며, 따라서 특허 분석은 오랫동안 기업 환경에서 연구개발 관리 및 거시적 맥락에서 기술경제 분석을 위한 유용한 수단으로 여겨져 왔다.³⁾ 따라서 지하수 기술 특허는 시장의 동향, 기술적 진보측면에서 볼 때 기술을 전파와 동향을 접근하기에 매우 적절하다.

네트워크 분석의 주요지표는 중심성(Centrality)과 밀도(Density), 연결정도(Degree)가 있다. 중심성은 연결중심성(Degree Centrality), 인접중심성(Closeness Centrality), 사이중심성(Betweenness Centrality),



<출처: search.patentpia.com에서 특허자료를 기반으로 저자가 기초통계화하여 추이 작성>

Fig. 1. 지하수 기술 연도별 출원 추이

1) www.groundwater.org

2) Sternitzke, C., Bartkowski, A., & Schramm, R., 2008, Visualizing patent statistics by means of social network analysis tools. World Patent Information, 30(2), pp.115-116.

3) Yoon, B., & Park, Y., 2004, A text-mining-based patent network: Analytical tool for high-technology trend. The Journal of High Technology Management Research, 15(1), p.37.

Table 1. 지하수 기술 특허네트워크분석 연결중심성

순위	특허 번호	발명자 / 현재권리자	특허명	Degree
1	US7255793	Steven L. Cort / CORT CHERYL J	Methods for removing heavy metals from water using chemical precipitation and field separation methods 화학적 침전 및 현장 분리 방법을 사용하여 중금속을 제거하는 방법	52
2	US6896815	Steven L. Cort	Methods for removing heavy metals from water using chemical precipitation and field separation methods 화학적 침전 및 현장 분리 방법을 사용하여 중금속을 제거하는 방법	45
3	US5552051	Lawrence K. WangLubomyr KurylkoOrest Hyrcyk / International Environmental Systems Inc	Site remediation technology 현장 정화 기술	39
4	US6501413	Alexander Peter AnnanCharles David Leggatt /Sensors and Software Inc	Timing and control and data acquisition for a multi transducer ground penetrating radar system 멀티 트랜스 듀서 지상 관측 레이더 시스템을 위한 타이밍 및 제어 및 데이터 수집	39
5	US12/324116 (US20120324116A1)	Chitra DoraiRaymond B. Jennings, IIISambit SahuAnees A. Shaikh/ ServiceNow Inc	Enblng Service Virtualization in a Cloud 클라우드에서 가상 서비스	37
6	US6818136	James C. Marek / RSS LLC	Groundwater remediation system 지하수 정화 시스템	37
7	US12/891120 (US20110168443A1)	Peter Paul Smolka	Bitless Drilling System 비 드릴링 시스템	34
8	US12/262030 (US20090107725A1)	Thomas M. ChristyRyan Cahill / Kejr Inc	System and method for logging soil properties in a borehole 시추공의 토양 특성을 기록하는 시스템 및 방법	32
9	US6511601	Ryan D. McMurtreyDaniel M. GinosarKenneth S. MoorG. Michael ShookDonna L. Barker /Battelle Energy Alliance LLC	Method and system for extraction of chemicals from aquifer remediation effluent water 대수층 정화수의 화학 물질 추출 방법 및 시스템	31
10	US7102514	Kenneth M. Berry	Methods for detecting biological, chemical or nuclear attacks 생물학적, 화학적 또는 핵 공격을 탐지하는 방법	30

위세중심성(Authority Centrality)이 있다. 연결중심성은 네트워크상에서 한 노드가 이웃하고 있는 다른 노드 간의 정도이고 해당 노드의 연결 중심성이 높으면 그 노드가 네트워크 안에서 중심적인 역할을 하고 있다는 것을 의미한다. 인접중심성은 한 노드와 다른 노드간의 거리를 말하며 인접중심성

이 크면 네트워크간의 관계가 독립성이 크다고 해석할 수 있다. 사이중심성은 노드간의 관계를 통제 혹은 중개하는 정도이다. 위세중심성은 네트워크 안에서 연결된 노드의 질적의 중요도로 얼마나 정확한 정보를 갖고 있는지를 의미한다.

2-2. 지하수 기술 특허 네트워크 분석 연구범위

본 연구는 미국특허청에 1980년부터 2019년까지 등록된(2019년 7월 5일 기준) 지하수 기술 특허⁴⁾를

대상으로 수집하였으며, 지하수 기술 특허를 전후방 인용하는 특허의 1단계까지 분석하였다. 특허는 명칭, 요약, 특허 청구 범위에 ‘Groundwater tech-

Table 2. 지하수 기술 특허네트워크분석 매개중심성

순위	특허 번호	발명자 / 현재권리자	특허명	Betweenness
1	US7255793	Steven L. Cort / CORT CHERYL J	Methods for removing heavy metals from water using chemical precipitation and field separation methods 화학적 침전 및 현장 분리 방법을 사용하여 중금속을 제거하는 방법	0.000835
2	US5552051	Lawrence K. WangLubomyr KurylkoOrest Hyrcyk / International Environmental Systems Inc	Site remediation technology 현장 정화 기술	0.000757
3	US6501413	Alexander Peter AnnanCharles David Leggatt/ Sensors and Software Inc	Timing and control and data acquisition for a multi transducer ground penetrating radar system 멀티 트랜스 듀서 지상 관측 레이더 시스템을 위한 타이밍 및 제어 및 데이터 수집	0.000649
4	US6818136	James C. Marek / RSS LLC	Groundwater remediation system 지하수 정화 시스템	0.000645
5	US7102514	Kenneth M. Berry	Methods for detecting biological, chemical or nuclear attacks 생물학적, 화학적 또는 핵 공격을 탐지하는 방법	0.000447
6	US6896815	Steven L. Cort	Methods for removing heavy metals from water using chemical precipitation and field separation methods 화학적 침전 및 현장 분리 방법을 사용하여 중금속을 제거하는 방법	0.000433
7	US6511601	yan D. McMurtreyDaniel M. GinosarKenneth S. MoorG. Michael ShookDonna L. Barker/ Battelle Energy Alliance LLC	Method and system for extraction of chemicals from aquifer remediation effluent water 대수층 정화수의 화학 물질 추출 방법 및 시스템	0.000397
8	US20090107725A1 (12/262030)	Thomas M. ChristyRyan Cahill / Kejr Inc	System and method for logging soil properties in a borehole 시추공의 토양 특성을 기록하는 시스템 및 방법	0.000351
9	US20090142137A1 (12/324116)	Tanya Lynn MICHAILUCKBonita Susan SWIFT / Pioneer Professional Services Group Ltd	Assessment and remediation process for contaminated sites 오염 지역 평가 및 정화 프로세스	0.000248
10	US6459011	Matthew A. TarrMichele E. Lindsey/ University of New Orleans Research and Technology Foundation Inc	Directed pollutant oxidation using simultaneous catalytic metal chelation and organic pollutant complexation 동시 촉매 금속 킬레이트와 유기 오염물 착화를 이용한 직접 오염 물질 산화	0.000238

4) 광개토연구소, <https://search.patentpia.com/kr/search/keyword> (2019.7.5.) 검색완료.

nology'로 해당되는 특허 55개를 분석에 활용하였고 1단계 전후방 인용 데이터를 모두 수집하여 총 708개의 특허와 인용 특허 760개를 수집하였다. 구축된 DB는 기술특허 707개 디자인특허 1개를 바탕으로 최종 노드 708개와 엣지 760개를 Software version Gephi 0.9.2를 활용하여 분석을 실시하였다. 또한 시각화된 지하수 기술 네트워크분석을 바탕으로 특허법 분석을 실시하였다.

지하수 기술특허의 연도별 특허출원 추이를 Fig. 1에서 자세히 살펴보면, 1991년부터 지하수 기술이 매년 꾸준히 증가하고 있는 것을 확인할 수 있다.

2-3. 지하수 기술 특허 네트워크관계 분석

본 연구의 순서는 구축된 DB를 특허네트워크 분석에 활용하여 시각화를 실시하였다. 시각화에 앞서 네트워크 중심성을 분석하기 위해서 기초통계를 실시하여 전체 네트워크분석을 실시하였다.

첫째, 전체 특허의 직접적인 연결정도를 알아보기 위해서 Average Degree를 실시한 결과 1.073로 지하수 기술 하나의 특허가 다른 특허와의 1.073 평균 연결된다는 것을 파악하였다. 둘째, 특허의 전방 인용과 후방 인용의 간접적 연결을 알아보기 위해서 근접중심성과 매개중심성의 Network Diameter를 실시한 결과는 4가 나왔다. 임의의 지하수 기술 특허 노드간 최단거리 중 가장 먼 거리가 4로 특허 간 연결되어있다. 셋째, 전체 특허의 군집을 알아보기 위해서 Modularity를 실시하였고 결과는 특정그룹에 속해 있을 특정 노드와 연관된

엣지가 있을 확률이 0.929이었다. 그래프의 밀도는 0.0002 결과값이 나왔다.

Table 1은 지하수 기술의 특허 네트워크 분석을 통해 연결중심성을 살펴보면 아래와 같이 US7255793 특허가 높은 영향력을 나타나고 있다. US7255793 특허는 화학적 침전 및 현장 분리 방법을 사용하여 물에서 중금속을 제거하는 방법으로 노드간의 연결이 52로 Average Degree가 1.073에 비해 상대적으로 다른 특허 보다 많이 연결되어 있다. 또한 Table 2에서 매개중심성 측면에서도 지하수 기술 특허 네트워크 상에서 중요한 매개역할을 하는 기술이라는 것을 확인할 수 있다.

좀 더 자세히 지하수기술의 매개중심성을 살펴보면 지하수 기술의 특허에서는 물을 정화시킬 수 있는 침전물과 중금속을 제거하는 방법을 갖는 기술과 시스템이 다른 기술에 비해 압도적으로 높게 나타나는 것으로 분석된다.

네트워크 통계분석을 실시한 지하수 기술 특허 데이터를 네트워크분석 시각화의 레이아웃을 Force Atlas2로 설정하여 다른 노드와 연결되지 않은 노드들을 외곽에 배치하여 중심에 형성된 노드들을 집중적으로 분석할 수 있게 하였다. 그래프를 시각화할 때 클러스터로 기술을 그룹화하기 위해서 노드 색상은 Modularity로 설정하였다. 노드의 크기는 연결정도를 사용하여 노드의 연결을 강조하여 연결이 높을수록 노드의 크기가 커지도록 시각화하여 표현했다.

지하수기술 특허 네트워크 분석을 시각화하면 <그림 2>와 같이 색깔별로 군집되어 진다. 중심부에는 인용 영향력이 높은 특허가 중심에 나타난다.

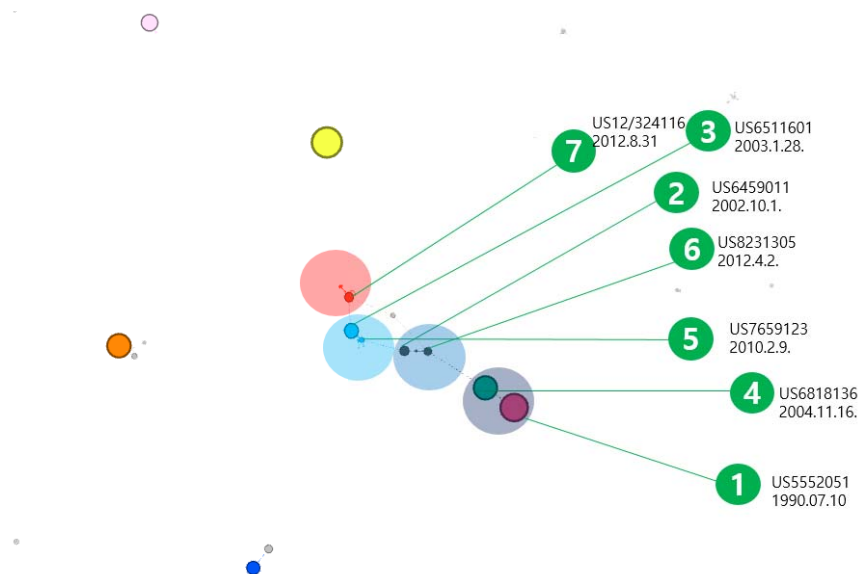


Fig 2. 지하수 기술 특허네트워크 매개중심성 전체 시각화

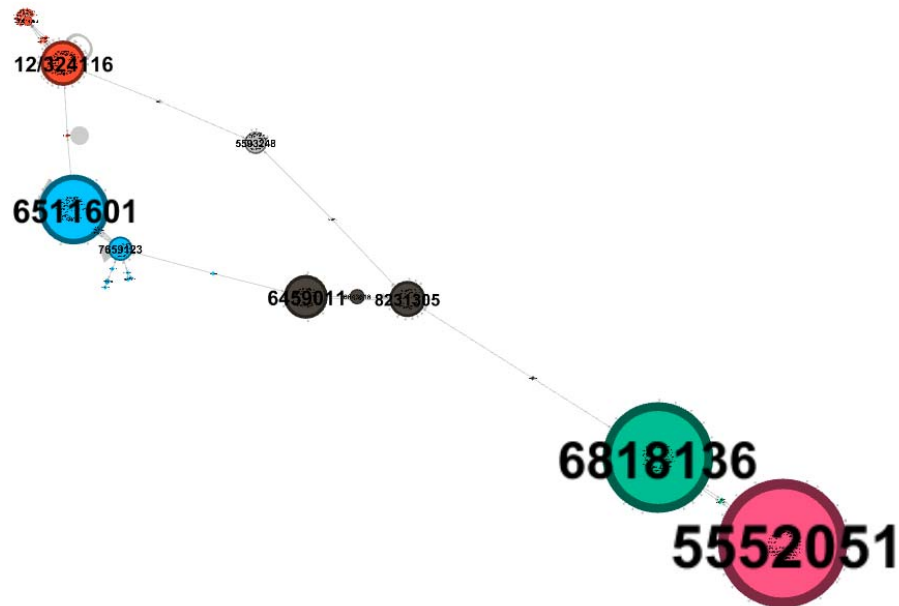


Fig 3. 지하수 기술 특허네트워크 시각화 zoom in

연결 중심성 측면으로 보면 US7255793와 US6896815가 지하수 기술 네트워크 특허 상에서 영향력이 두드러지게 나타나고 있다.

네트워크의 중심에 위치한 매개중심성이 높은 특허를 출원일자와 특허정보를 참고하면 어떤 특허가 지하수 기술을 주도하는지 파악할 수 있다. 특허의 출원일자를 분석하면 1990년에 출원한 US5552051에서 2012년 US12/324116로 전파되는 흐름을 통해서 기술이 변화되고 있음을 유추할 수도 있다.

지하수 기술의 특허 인용네트워크 시각화된 Fig 2를 좀 더 자세히 살펴보면 Fig 3로 확인할 수 있다. 기술 분야에 따라 색상이 맵핑되어 있고 협업빈도에 따라 노드크기가 커짐을 확인할 수 있고, 이와 같이 지하수 기술 네트워크가 변화되는 과정을 식별할 수 있다.

3. 미국의 지하수 관련 주요 특허 소개

지하수 관련 특허 기술은 크게 양수, 모니터링, 오염정화로 구분이 가능하다. 관정, 기계적 펌프 등을 이용한 양수 기술은 지하수 사용자의 직접 또는 간접 이용을 가능하게 하는 기술이다. 모니터링은 지하수 유량, 흐름 또는 수질 분석을 위한 지표, 지리적인 특성뿐만 아니라 오염물질의 종류,

농도 등 물리화학 및 생물학적 특성 파악을 가능하게 하는 기술을 포함한다. 오염정화 기술은 토양 및 지하수 정화를 위한 원위치 또는 비원위치에 적용된 물리화학적 및 생물학적 정화 공정을 말한다. 수집된 특허들은 상기의 세 가지 기술 분야에 포함되며, 기술적 사례 4건은 다음 표⁵⁾에 소개하고자 한다.

US10024142 기술은 양수 기술로써, 지하수의 직접 이용 시 수질을 개선하면서 사용할 수 있는 기술이라 할 수 있다. 지하 깊이별로 지하수가 여러 개 존재하는 경우, 사용 대상인 지하수의 선택을 가능하도록 하는 기술이다. US7058509는 대상 현장의 지표, 수리적인 특성을 실시간으로 분석, 시각화할 수 있는 모니터링 기술로써, 지하수 분석에 필요한 행정절차와 의사결정에 걸리는 시간을 단축시킬 수 있는 기술이다. US5552501와 US6818136B1은 오염지하수의 정화기술로써, 비원위치와 원위치 기술로 구분할 수 있다. US5552501은 비원위치 지하수 정화기술로써, 양수된 지하수를 생물학적 처리로 오염물질을 제거하는 기술이다. US6818136B1은 원위치 정화기술로 지하수의 포화산소농도를 증가시키고, 미세기포의 산화력을 이용하여 오염물질을 제거능을 향상시키는 기술이다.

5) Table 4와 Table 5의 특허는 제3장의 특허네트워크에 분석되지는 않았으나, 저자가 통계화한 핵심특허에 속하는 주요 특허 기술이고, Table 6과 Table 7은 핵심특허 군에도 속하고, 제3장의 특허네트워크 분석 상 주요 순위에도 속하는 특허 기술이다.

Table 3. 미국특허 US10024142

특허번호/특허명	구분	설명
US10024142 Selective Extraction of Fluids from Subsurface Wells	기술 개요	본 기술은 지하수의 흐름이나 화학적 성분을 조절할 수 있는 기술로써, 지하 관정에서의 유체역학적인 부분의 조정으로 이루어지는 기술이다. 주 펌프를 이용하여 복수의 지하수 구역 중 적어도 하나의 지하수를 선택적인 추출이 가능하다. 지하수 추출 시, 지하수로부터의 오염물질 제거가 가능한 기술이 포함되어 있다. 소형처리 기술은 양수펌프가 설치된 지표 하부의 관정에 삽입된다. 지하수 유량, 흐름과 성분을 결정하여 처리 필요여부를 판단한다. 선택적인 지하수의 추출을 통해 오염물질을 제거한 후, 기존의 지하수 흐름에 방류한다.
	기술의 장점	하나 이상의 펌프를 이용한 관정과 결합한 형태의 기술로써 지하수 유량 또는 수질의 조정이 가능하며, 선택적인 지하수의 추출로 양수와 동시에 오염물질의 제거가 가능하다.
	기존 기술과의 차이점	기존 양수 시스템보다 소형화하여 지하수의 선택적인 양수에 적합하며, 지역적인 특성을 고려하여 소량 양수 시스템 구축 시 비용과 효율성 측면에서 유리한 기술이다.
	기술 개요도	

Table 4. 미국특허 US7058509

특허번호/특허명	구분	설명
US7058509 System, Method and Computer Program Product for Subsurface Contamination Detection and Analysis	기술 개요	본 기술은 지하수 오염의 감지를 위한 센서, 데이터 수집, 분석 및 처리를 위한 시스템, 분석처리과정, 3D 시각화를 위한 소프트웨어 등을 포함하고 있다. 오염물질 감지를 위한 센서가 장착된 프루브를 지표 하부로 삽입한다. 지표특성에 대한 데이터를 수집하고, 현장 모형을 생성하여 데이터를 일치시킨다. 수집된 데이터를 데이터 분석 프로그램으로 서버에 전송하여 데이터 분석을 수행한다.
	기술의 장점	오염물질 감지를 위한 센서에는 화학, 전자기계, 멤브레인 인터페이스 프로브, 레이저 유도 형광, 자외선 유도 형광, 폴리머 등이 적용되었다. 지리적 특성을 파악하기 위한 위도, 경도, 고도, 시간을 포함한 3차원 분석 기법이 활용되었다. 데이터를 분석하는 단계에서는 데이터 마이닝, 알고리즘을 이용한 데이터 계산, 2개 차원의 시각화 처리, 그래픽 시각화 디스플레이, 데이터 매핑 기술이 포함되어 있다.

Table 4. 계속

특허번호/특허명	구분	설명
US7058509 System, Method and Computer Program Product for Subsurface Contamination Detection and Analysis	기존 기술과의 차이점	토양지하수 오염도 측정에는 관측공 시공을 위한 행정절차 및 오염도 분석 프로세스에 많은 시간이 필요했다. 본 기술은 이를 극복할 수 있는 간단한 시공의 오염도 측정 공정과 수집된 데이터를 실시간 속도로 분석, 처리하여 시각화할 수 있는 프로그램 제품을 제공한다.
	기술 개요도	<p style="text-align: center;">FIG. 8B</p>

Table 5. 미국특허 US5552501

특허번호/특허명	구분	설명
US5552501 Site Remediation Technology	기술 개요	본 기술은 생화학적 처리기술로써, 계면활성제를 통한 토양세척, 토양-지하수 분리, 오염수의 가스 스트리핑 생물반응조 처리, 거품 수집, 습식 스크리버, 휘발성 유기탄소 농축, 기체상 활성탄처리로 구성되어 있다. 토양지하수 내 휘발성 및 비휘발성 유기 탄소의 2차 오염까지 처리하는 기술로써, 연속적인 생물화학적 공정을 통해 기술로 비용 효과적인 처리를 유도한다.
	기술의 장점	휘발성 유기 및 무기 화합물, 중금속, 계면활성제 등 오염된 토양을 생화학적 공정을 통해 비용효율적인 제거를 수행할 수 있고, 2차 오염을 예방할 수 있다.
	기존 기술과의 차이점	기존의 에어스트리핑타워 기술은 가스의 순환이 불가능하고, 낮은 온도에 취약하다는 단점이 있었다. 또한 제거된 암모니아나 휘발성 유기탄소들이 공기 중에 그대로 방출되어 2차오염의 피해가 있다. 이러한 한계를 보완하기 위해 생물학적 산화반응조를 추가하여, 휘발성 유기 및 무기탄소를 모두 제거할 수 있도록 구성하였다.
기술 개요도		

Table 6. 미국특허 US6818136B1

특허번호/특허명	구분	설명
	기술 개요	본 기술은 처리정에 적용할 수 있는 기술로서, 적용가능한 지질조건으로는 모래 또는 압편 대수층과 같은 전도성을 지닌 독립형 우물과 진흙으로 된 포화 퇴적층인 전도성이 떨어지는 토질에 적용이 가능하다. 부분 진공으로 생성된 미세기포가 터빈을 통해 동적 교반으로 와류가 형성되어 대수층에 용해시키는 시스템으로, 압축공기의 추가 주입을 위한 동력의 소모없이 지하수의 용존 산소량을 증가시킬 수 있다. 시스템은 지하수 층에 잠기도록 설치되며, 지표 위로 설치된 스노클 장치를 통해 공기가 유입된다. 터빈은 높은 회전수를 통해 공동현상을 일으켜 미세기포를 발생시켜 지하수를 처리한다.
	기술의 장점	추가적인 구동 장치 없이 주입 가스의 와류현상을 이용하여 미세기포에 의한 처리효율의 향상을 유도할 수 있다.
	기존 기술과의 차이점	기존 공기 주입 장치에 비해 기포 크기를 작게하여 토양 지하수 층으로의 확산이 용이하며, 미세기포의 산화 특성을 활용하여 유기오염물의 분해능이 향상된다.
US6818136B1 Groundwater Remediation System	기술 개요도	

4. 결론

지하수 기술을 특허 네트워크분석을 통해 핵심 특허를 파악할 수 있었다. 분석된 핵심 특허를 살펴보면, 오염된 지하수를 중금속 제거기술을 사용하여 지하수가 오염되지 않게 하여 음용수와 오염 지하수 문제를 해결할 수 있는 방법으로 높은 영향력을 보였고 기술 간 전파 되고 있었다. 또한 지하수 기술 특허간의 특허들이 매개역할을 담당하고 있었지만 지하수 기술간의 특허의 연결성은 높지 않게 나타나고 있다. 지하수 기술 외에도 지

하수 중금속 처리나 오염수를 거르는 필터나 다른 특허를 검색식에 추가하면 심도있는 네트워크 특성이 분석을 보완할 수 있을 것이다. 또한 특허의 정량적 분석 외에도 질적분석으로 특허 동향과 기술을 파악할 수 있는 분석이 필요하다.

지하수 관련 특허 기술은 크게 양수, 모니터링, 오염정화 또한 지하수 분야의 기술개발은 세 가지 범주를 크게 벗어나지 않을 전망이다. 이에 ICT, 데이터 분석 등의 첨단기술이 융합된 기술로 진화하는 과정으로 도약할 것으로 보여진다. 향후 국내 물부족을 극복하기 위해 지하수 이용을 확대하

는 정책이 활성화될 것으로 전망되기 때문에 지하수 기술의 도약은 진전될 것으로 보여진다.

미국의 경우 국가차원에서 수질과 수량 통합관리 기술을 개발하고 IT기술과도 연관시켜 산업을 육성하고 있다. 미국은 지하수 관에 대한 유지관리와 모니터링 및 누수탐사 기술을 개발하고 수출하고 있다. 미국은 하수도 분야에서도 기술 경쟁력이 높다. 향후 지하수 기술개발의 방향은 법제도의 방향과 맞물려있다고 볼 수 있다. 법제도에서 지하수 할당과 양수에 대한 기준을 수립함에 따라 지하수 기술은 지하수 매장량 산정과 이에 필요한 수질, 수량 측정 기술, 지하수 층의 선택적 추출 기술, 지하수 사용을 위한 수질 정화 기술 등의 방향으로 개발되고 있다. 지하수 개발에 대한 수요가 증가함에 따라 점차 진보된 기술에 대한 수요가 증가할 것이라 예상된다. 특히, 우리나라의 물부족 현상을 극복하기 위한 지하수 이용의 정책의 확대는 지하수 탐사, 확보, 활용 측면의 기술 개발을 활성화시킬 것이며, 이러한 기술의 수요 증가와 맞물려 지하수, 즉 물산업의 활성화가 될 전망이다.

References

1. Almanaseer, N.; Arumugam, S., 2010, Climate-Groundwater-Surface Water Interrelationships Over the South Eastern US, WORLD ENVIRONMENTAL AND WATER RESOURCES CONGRESS, Vol. 1, p.1.
2. American Water Works Association, 2016, Senate WRDA Passage Cheers Water Sector, Opflow Online, Vol. 42 Issue 11
3. David M. Metres, 2016, New Laws Supplement: AB 1390 & SB 226: More Groundwater, Daily Journal
4. Kim Jieun · Jung Booyong · Kim Daejung, 2019, Data, Network, Analytics & AI, Happybookpub, pp.110-139.
5. Robert W. Adler, 2007, Restoring Colorado River Ecosystems, ISLANDPRESS, pp.1-20.
6. Soller, J.A., 2009, The potential implications of person-to-person transmission of viral infection for US EPA's Groundwater Rule, JOURNAL OF WATER AND HEALTH, Vol.7 No.2, pp.2-4.
7. Sternitzke, C., Bartkowski, A., & Schramm, R. 2008, Visualizing patent statistics by means of social network analysis tools. World Patent Information, Vol. 30, No. 2, pp. 115-116
8. Thomas, B. F., Famiglietti, J. S., 2015, Sustainable Groundwater Management in the Arid Southwestern US: Coachella Valley, California, Water resources management, Vol. 29, No. 12, pp.6-9.
9. Vrba, J., 2000, The role of groundwater quality monitoring in the strategy of groundwater protection, PROCEEDINGS OF THE IAH CONGRESS ON GROUNDWATER, Vol. 30, pp.12-14.
10. Yoon, B. & Park, Y., 2004, A text-mining-based patent network: Analytical tool for high-technology trend. The Journal of High Technology Management Research, Vol. 15, No. 1, p.37.
11. www.lawnb.com
12. www.waterboards.ca.gov
13. www.waterworld.com
14. www.groundwater.org
15. <https://search.patentpia.com/kr/search/keyword>