

2021년 K-water 대국민 빅데이터 공모전 수행 결과보고서

제목	물 성분을 중심으로 한 네 가지 기준에 따른 수열원 부지 선정		
공모전형	대학생	✓	
성명	팀장	권오영	
		송실대학교	
	팀원	신준호	
		은지우	
		허난경	

I. 과제 목표

1. 추진 배경

코로나 19의 영향으로 외부 활동이 적어지고 실내 활동이 잦아지게 되면서 전기에너지소모량, 냉난방에너지사용량 등 전력 소비량이 증가하고 이에 따라 에너지 신기술 도입에 관심이 집중됐다. 또한, 일회용품 사용량 증가와 환경, 기후 재난 등의 이슈가 떠오르는 동시에, 정부의 탄소중립 정책이 추진되면서 신재생 에너지의 중요성이 대두되고 있다. 신재생에너지 가운데 수열에너지는 해외와 달리 국내에서 적절히 이용되지 않고 있으나, 에너지 절약과 공간 활용면에서 상당한 잠재력을 가지고 있다. 그 뿐만 아니라, 우리나라는 냉난방 에너지 비용이 총 에너지 비용의 약 15%에 이르고 있어, 수열에너지 활용에 따른 효과가 클 것으로 기대된다. 따라서 수열에너지 발전가능성이 충분하다고 판단하여, 특정 기준을 바탕으로 국내에서 수열원 부지로 적합한 지역을 선정해, 에너지 절약에 한걸음 다가서려 한다.

2. 필요성

수열에너지는 비열이 크다는 물의 특성을 이용해 냉난방에너지에 활용하는 친환경 에너지다. 수열에너지는 히트펌프를 사용해서 얻을 수 있는데, 히트펌프는 화석연료를 사용하는 기존 냉난방 방식과 달리, 자연 상태의 물에서 열을 이동시켜 활용하는 방식으로, 온실가스 감축과 미세먼지 감소에 매우 효과적이다. 추가적으로 일반적인 냉방과 달리 냉각탑을 사용하지 않기 때문에, 공간 활용성이 높고, 도시 미관 개선 효과와 더불어 냉각탑 주변의 열섬 현상도 줄일 수 있다는 장점을 가진다. 그럼에도 불구하고, 국내에서는 수열에너지 활성화가 제대로 되지 않고 있다. 이를 개선하기 위해서는 수열원 보급과 유지 보수 면에서 높은 경제성을 갖추는 것이 중요하다. 그러므로, 수열원 부지를 적절히 선정하는 것은 수열에너지 활성화에 상당한 도움을 줄 것으로 예상된다.

3. 목적

물의 성분으로 구분한 해수, 하천수, 유출지하수와 건물에너지(냉난방에너지)사용량, 총 네 가지의 기준을 세우고, 각 기준별로 가장 적합한 수열원 부지를 선정한다. 또한, 다량의 데이터를 문제 해결에 활용할 수 있도록 처리하여 다양한 각도에서 분석하고 적절한 분석 방법을 선정하여 시각화한다.

II. 주요 내용

수열원 부지 선정 기준 네 가지 선정 후, 각 기준별 데이터 처리 및 분석과 시각화하였다. 각 기준별 선정 이유와 과제 내용 요약 설명은 다음과 같다.

(1) 해수

수열에너지는 비열이 높다는 물의 특성을 이용하는 에너지다. 또한, 삼면이 바다로 둘러싸여 있는 한반도의 지리적인 특성을 보았을 때, 해수를 통해 얻을 수 있는 수열에너지 양이 상당하다. 따라서 연도별 해수의 수온과 기온 차이 분포를 분석해 온도차가 높은 관측 지점을 찾는 방식으로 진행하였다. 또한 월별, 즉 계절별로 그 분포가 비슷한 양상을 띄기 때문에 이를 계절별로 분류하여 시각화하였다.

(2) 하천수

수열에너지는 물의 높은 비열로 인한 기온과 수온의 온도차를 이용하는 에너지이며 그 양은 '(이용 전 수온 - 이용 후 수온) * 물의 부피 * 비열'에 비례한다. 하천수는 해수에 비해 수온 유지가 어려우므로, 온도를 생태계에 영향을 주지 않도록 일정하게 제한한다면, 수열에너지의 부존량은 '물의 부피' 의해 결정된다.

또한, 하천수는 해수와 다르게 사용할 수 있는 물의 부피가 지점별로 한정되어 있으므로, 하천수의 수열에너지 부지선정을 위한 기준으로 '유량'을 선택했다. 이때 유량이란, 단위시간당 이동한 물의 부피를 말한다. 위와 같은 이유로 하천수의 부지선정은 날짜별 측정지점의 유량 데이터를 이용하여, 유량이 크고 변동 폭이 작은 지점을 찾는 방식으로 진행하였다.

(3) 유출지하수

현재 국내에서 수열에너지는 해수 표층수 및 하천수만 인정하고 있으며, 유출지하수는 신재생에너지로 인정되지 않아 활용되지 못한 채 버려지고 있다. 그러나 유출지하수는 연중 일정한 온도를 유지해 오히려 안정적인 열에너지 공급원으로써의 가치를 가지고 있을 뿐만 아니라, 지하철 건설, 건물의 고층화 등 도시발전 및 성장에 따라 지하구조물이 증가하면서 자연스럽게 발생량 및 발생지점 또한 늘고 있어 활용 필요성이 부각되고 있다.

특히 미사용되어 하천이나 하수로 방류되는 유출지하수가 유출지하수 전체 발생량의 30%를, 심지어 유출지하수 활용량 중에서는 약 80% 이상을 차지하고 있어 낭비가 심각하다. 또한, 대수층의 지하수가 방류되면서 지층사막화, 지반침하, 싱크홀 등의 발생이 잦아지고 있어, 유출지하수 방류량을 줄여야 할 필요성 역시 강조되고 있다.

따라서 유출지하수의 총 발생량, 일일 평균 발생량, 일일평균방류량을 기준으로 선정해 모두 그 크기가 큰 지역을 찾는 방식으로 진행하였고, 관련 데이터가 서울에 한정적이므로 지역을 서울로 제한하여 데이터를 분석하였다.

(4) 건물에너지사용량

건물에너지사용, 특히 냉난방에너지사용은 수열에너지의 주요 수요처다. 에너지 사용량이 높은 지역이 수열에너지 소비량과 비례하다고 판단하여, 건물에너지총사용량과 냉난방에너지사용량이 높은 구역을 찾는 방식으로 진행하였고, 유출지하수와 마찬가지로 지역을 서울로 제한하여 데이터를 분석하였다.

III. 활용데이터 및 수행 내용

1. 활용데이터

(1) 해수

- 기상청 기상자료개방포털: 해상기상부이 관측자료 (2010~2020)

(<https://data.kma.go.kr/data/sea/selectBuoyRltmList.do?pgmNo=52>)

(2) 하천수

- 물환경정보시스템: 수질_총량측정망_20xx01-20xx12

(http://water.nier.go.kr/waterData/totalSearch.do?menuIdx=3_1_6)

(3) 유출지하수

- 서울열린데이터광장: 서울특별시 건축물 유출지하수 현황

(<http://data.seoul.go.kr/dataList/OA-15607/S/1/datasetView.do?tab=S>)

(4) 건물에너지사용량

- 녹색건축포털 그린투게더 (greentogether.go.kr): 주용도 건물에너지 사용량 통계

2. 과정서술

네 가지 기준(해수, 하천수, 유출지하수, 건물에너지사용량)을 세 개로 나눠 담당 파트를 정하고, 모두 R를 이용해 데이터를 분석하였다. 각 파트별 분석 과정은 다음과 같다.

(1) 해수

2010년부터 2020년까지의 해상기상부이 데이터를 관측 지점을 기준으로 병합하여 해수면 수온과 기온 차이 데이터를 얻고, 이를 연도별, 월별 기준으로 평균을 내는 데이터 전처리 과정을 거쳤다. 이후 플랏을 활용하여 데이터를 각각 연도별, 월별로 시각화하였으며, 분석 과정에서 계절별로 온도차 분포가 비슷하다는 특징을 발견해, 계절별로도 시각화하였다. 데이터와 그 시각화 자료를 바탕으로 '국내 월별 해수면의 수온, 기온 차이가 큰 지역'을 서열화하였다.

(2) 하천수

2010년부터 2020년까지의 하천수 유량에 관한 데이터를 하천 중권역을 기준으로 평균 처리를 통해 전처리하였다. 처리한 데이터를 통해 지역별 유량 분포를 시각화하였으며, 지역별 유량 평균과 분산을 계산해 각 수치를 표준점수화한 후, (평균표준점수-분산표준점수)를 기준으로 순위를 매기고, 상위 6개 지점의 날짜별 유량 분포를 시각화하였다.

(3) 유출지하수와 건물에너지사용

2018년부터 2020년까지의 서울시 내 유출지하수 관련 데이터를 연도를 기준으로 정리한 후, 각 지역의 정확한 주소와 구역을 파악하기 위해 R Selenium을 활용해 웹 크롤링 작업을 하였다. 또한, 2018년부터 2020년까지의 서울시 내 건물에너지사용 관련 데이터를 연도를 기준으로 분류하였다. 얻은 구역 데이터를 기준으로 연도별 유출지하수와 건물에너지사용 데이터를 각각 합쳐, 하나의 구역별 데이터 프레임을 만들었다. 이러한 데이터 전처리 과정을 거친 후, 각각 세가지 기준(유출지하수 총발생량, 일일평균발생량, 일일평균방류량)과 두가지 기준(건물에너지총사용량, 냉난방에너지사용량)에 따라 구역별 점수를 차등 부여하고, 이를 시각화 하였다.

3. 분석 기법

네 가지 기준 모두 정량 데이터 전처리 후 시간별 변량을 분석 및 서열화 과정과 플랏 라이브러리를 활용한 데이터 시각화 과정을 기본 틀로 데이터를 분석하였다. 이외에도 하천수에서는 부지선정을 위한 서열화를 위해 z점수를 통한 표준화를 사용하였으며, 유출지하수와 건물에너지 사용량 부분에서는 데이터 처리 과정에서 R Selenium을 이용한 웹 크롤링이 쓰여졌다.

(뒷장에 계속)

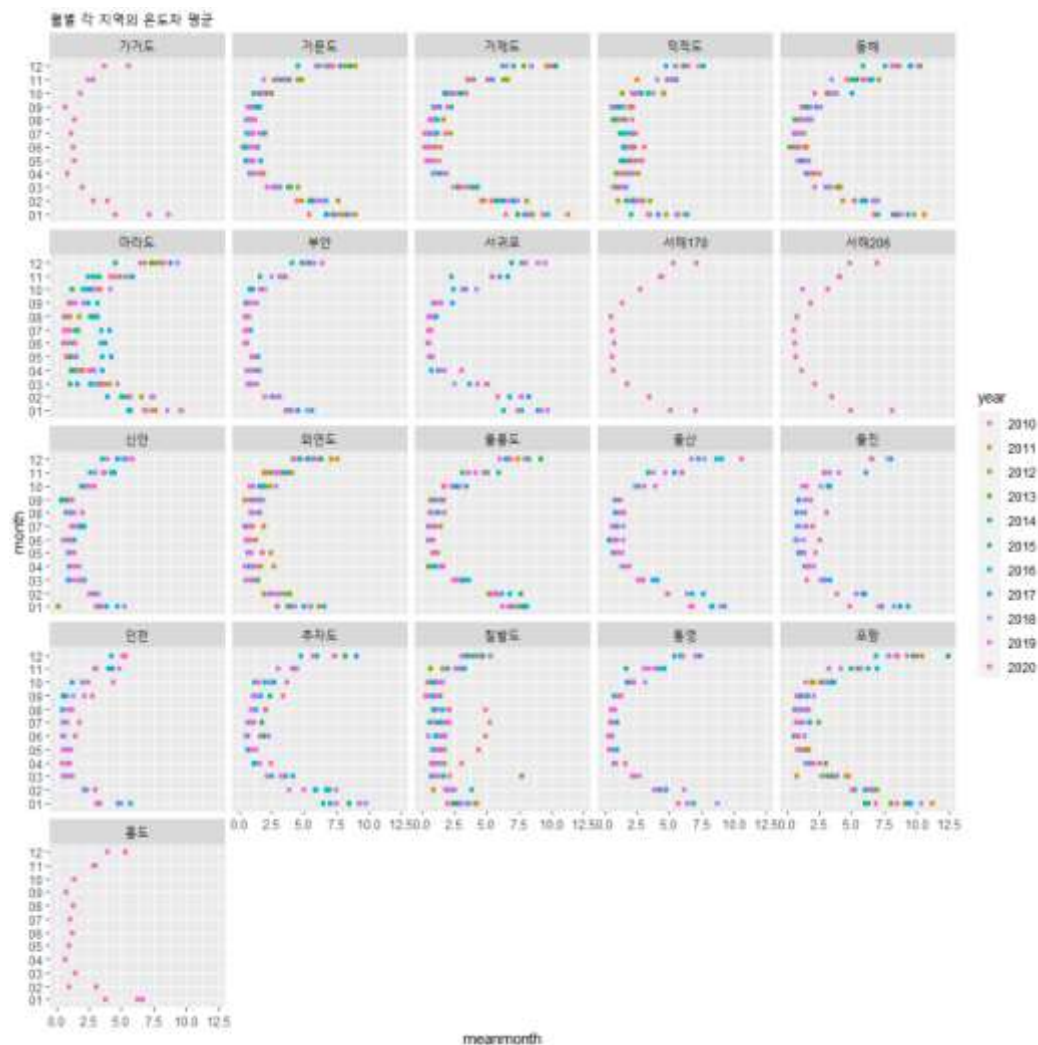
IV. 결과 및 기대효과

1. 분석 결과 (*분석 이미지는 각 기준별로 하나씩만 보고서에 작성, 나머지 결과물은 따로 제출했습니다.)

(1) 해수

해수면 수온과 기온 차이가 봄과 여름에 비해 가을과 겨울에 크게 나타나, 가을과 겨울의 분석 결과가 수열원 부지 선정에 더 적합했다. 또한, 국내에서 월별 해수면의 수온, 기온차가 큰 상위 10개 지역과 월별 평균 해수면의 수온, 기온 차이가 큰 5개 지역은 아래와 같다.

계절/순위	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
봄	마라도	포항	서귀포	동해	울산	추자도	울진	거제도	거문도	울릉도
여름	덕적도	칠발도	마라도	울진	신안	가거도	추자도	홍도	포항	동해
가을	동해	서귀포	서해170	포항	울산	거제도	서해206	덕적도	마라도	울릉도
겨울	서귀포	포항	거제도	동해	울산	추자도	울릉도	거문도	마라도	울진
종합	동해	서귀포	포항	울산	거제도	마라도	울진	추자도	울릉도	거문도



(2) 하천수

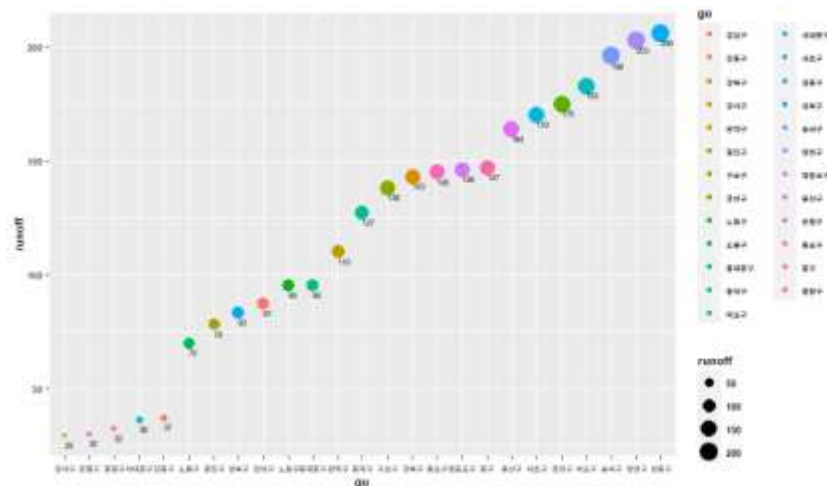
상위 6개 지점으로 높은 순서대로 한강 한강서울, 낙동강 낙본, 한강 북한, 한강 임진, 영산강 영본, 금강 금본이 나왔다. 유량의 분산 표준점수가 평균 표준점수보다 한참 낮은 것을 보아 변동폭이 유의미하게 다르지 않은 것으로 보인다.

	group	mean	var	min	max	m_score	v_score	score
1	한강	139.1578747	1.603601e+05	0.001	8296.700	0.2072849426	2.130290e-04	0.2070719135
2	낙본	127.8656566	1.756453e+05	0.001	8919.800	0.1886429469	2.342202e-04	0.1884087267
3	북한	115.2331124	5.919565e+04	0.900	6018.700	0.1677882456	7.277573e-05	0.1677154699
4	임진	88.2032313	5.371478e+04	0.383	3683.159	0.1231653980	6.517711e-05	0.1231002209
5	영본	49.0065385	9.180854e+04	0.001	11492.560	0.0584567135	1.179899e-04	0.0583387237
6	금본	48.0619878	1.823772e+04	0.004	2920.542	0.0568973821	1.599209e-05	0.0568813900
7	평청	45.2293945	1.279483e+04	2.180	1175.160	0.0522211359	8.446130e-06	0.0522126897
8	소양	44.5711641	3.084136e+03	1.806	742.200	0.0511344823	-5.016669e-06	0.0511394990
9	한탄	33.3971893	4.542879e+03	0.101	860.581	0.0326876910	-2.994284e-06	0.0326906853
10	홍천	31.7879439	6.524892e+03	0.983	1047.059	0.0300310345	-2.464426e-07	0.0300312809

(3) 유출지하수

유출지하수량 중 총발생량, 일일평균발생량, 미사용방출량 각 기준에 따라 구역별 순위를 정하고, 공통적으로 가장 많이 등장한 구역을 순서대로 나열한 결과, 순위표와 아래와 같은 그래프를 얻을 수 있었다.

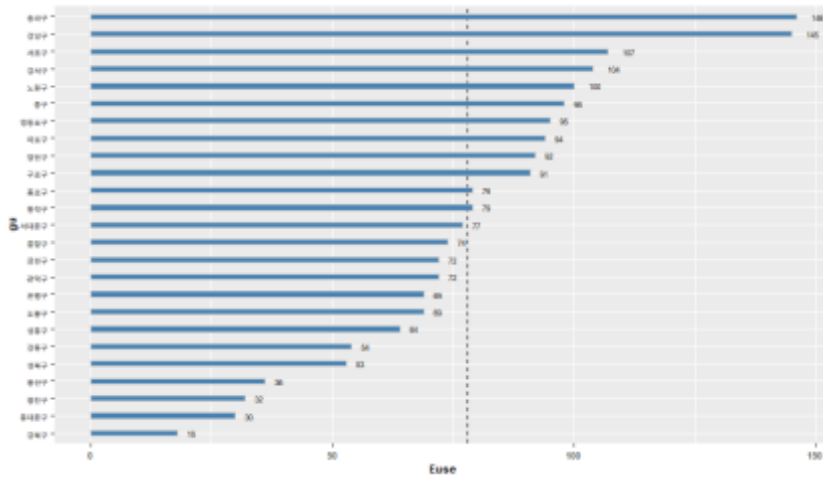
(서울시 내 유출지하수량 상위 5구역: 성동구, 양천구, 송파구, 금천구, 서초구)



(4) 건물에너지

건물에너지량 중 건물에너지총사용량과 냉난방에너지사용량 각 기준에 따라 구역별 순위를 정하고, 공통적으로 가장 많이 등장한 구역을 순서대로 나열한 결과, 순위표와 아래와 같은 그래프를 얻을 수 있었다.

(서울시 내 건물에너지량 상위 5구역: 송파구, 강남구, 서초구, 강서구, 노원구)



2. 파급 효과

이번 분석을 통해 수열에너지 발전의 잠재적 활용 가능성을 읽을 수 있어, 수열에너지 발전의 활성화에 영향을 줄 수 있다. 또한, 수열에너지 활용 시 얻을 수 있는 공간 활용성, 도시미관 개선 가능성, 열섬 현상 방지 등의 환경적 혜택을 다시 한번 상기시킬 수 있다. 그뿐만 아니라, 수열원 부지 선정의 기준을 네 가지로 나눠 분석했기 때문에 실제 활용 시에 다양한 측면에서 고려가 가능하며, 이러한 과정에서 적절한 부지 선정이 이뤄지면 무엇보다 에너지 효율성을 극대화할 수 있어 경제적인 파급 효과를 유발할 수 있다.