

지하수 측정망 자연 방사성 물질 실태조사

이은지·이수진·김재식·김장현·윤찬수·손영훈·박순길

먹는물검사과

- 지하수 측정망 라돈 및 우라늄 분포 현황을 파악하여 기초자료로 활용
- 지하수 측정망 자연방사성물질 검사강화로 먹는물 안전성 확보

1. 조사개요

- 조사기간 : 2024년 3월 ~ 2023년 11월, 연 2회(반기별 1회)
- 조사항목 : 자연 방사성 물질 2개 항목(라돈, 우라늄)
- 조사대상 : 경북 도내 지하수 수질 측정망(남부권)
- 조사지역 : 포항시, 경주시, 김천시, 구미시, 경산시, 청도군, 고령군, 성주군, 칠곡군, 영천시 등 10개 지역 47개소(그림 1, 표 1)

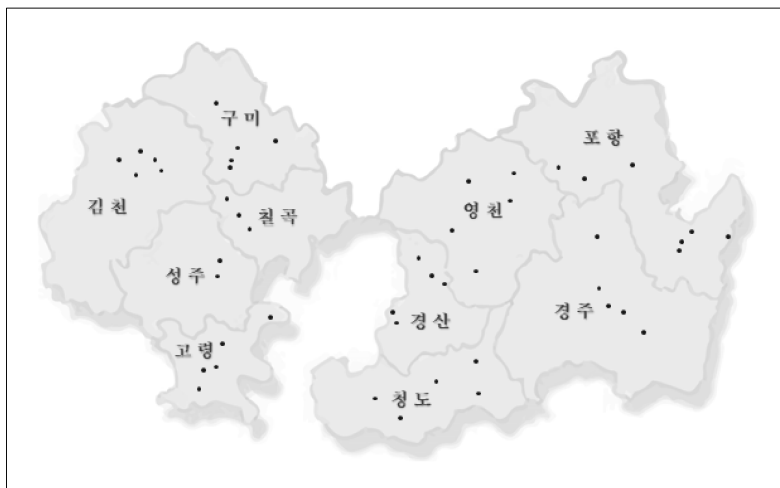


그림 1. 경상북도(남부권) 지하수 수질 측정망 조사지점

II. 조사사업

표 1. 경상북도 지하수 수질 측정망(남부권) 현황

(단위 : 개소)

연번	시·군명	지점명	지점코드	주소	음용여부
1		포항구룡	M-1-e-1-01	경상북도 포항시 남구 구룡포읍 병포리 72	비음용
2		포항기계	M-1-c-1-01	경상북도 포항시 북구 기계면 남계리 344-1	비음용
3		포항기계	M-1-j-1-01	경상북도 포항시 북구 기계면 현내리 959-2	음용
4	포항시	포항동해	M-1-b-1-01	경상북도 포항시 남구 동해면 도구리 14-15	비음용
5		포항오천	M-1-a-1-01	경상북도 포항시 남구 오천읍 문덕리 1188-27	비음용
6		포항오천	M-1-f-1-01	경상북도 포항시 남구 오천읍 세계리 824-1	비음용
7		포항흥해	M-1-d-1-01	경상북도 포항시북구 흥해읍 매산리 344-2	음용
8		경주성건	M-2-f-1-01	경상북도 경주시 성건동 620-111	비음용
9		경주시래	M-2-d-1-01	경상북도 경주시 시래동 174	음용
10	경주시	경주안강	M-2-b-2-01	경상북도 경주시 안강읍 갑산리 592-1	비음용
11		경주황성	M-2-c-1-01	경상북도 경주시 황성동 산1	비음용
12		경주황오	M-2-e-1-01	경상북도 경주시 황오동 13	비음용
13		김천대광	M-3-e-2-01	경상북도 김천시 대광동 1000-11	비음용
14		김천삼락	M-3-b-1-02	경상북도 김천시 삼락동 672-5	비음용
15	김천시	김천성내	M-3-a-1-01	경상북도 김천시 성내동 62-1	비음용
16		김천신음	M-3-f-1-01	경상북도 김천시 신음동 산73-6	비음용
17		김천응명	M-3-g-1-01	경상북도 김천시 응명동 1002	비음용
18		구미산동	M-5-b-2-01	경상북도 구미시 산동면 인덕리 171-3	비음용
19		구미선산	M-5-d-2-01	경상북도 구미시 선산읍 노상리 357-14	음용
20	구미시	구미원평	M-5-a-1-01	경상북도 구미시 원평동 1078	음용
21		구미원평	M-5-b-1-02	경상북도 구미시 원평동 404	비음용
22		들성근린공원	M-5-e-1-01	경상북도 구미시 교아읍 문성리 641	음용
23		경산남천	M-10-e-2-01	경상북도 경산시 남천면 협석리 220-4	비음용
24		경산사정	M-10-a-1-01	경상북도 경산시 사정동 산4-2	비음용
25	경산시	경산자인면	M-10-b-2-03	경상북도 경산시 자인면 서부리 334-1	비음용
26		경산진량읍	M-10-c-1-02	경상북도 경산시 진량읍 신상리 1031	비음용
27		경산하양읍	M-10-d-1-02	경상북도 경산시 하양읍 금락리 35-7	비음용
28		청도금천	M-16-c-2-01	경상북도 청도군 금천면 오봉리 1182-2	음용
29		청도운문	M-16-e-2-01	경상북도 청도군 운문면 대천리 1415	음용
30	청도군	청도이서	M-16-d-2-01	경상북도 청도군 이서면 학산리 616-2	음용
31		청도청도	M-16-a-1-01	경상북도 청도군 청도읍 운산리 512	음용
32		청도화양	M-16-b-1-01	경상북도 청도군 화양읍 동천리 961	음용
33		고령고령	M-17-e-1-01	경상북도 고령군 대가야읍 장기리 303-5	비음용
34		고령고령	M-17-b-1-01	경상북도 고령군 대가야읍 지산리 462-3	비음용
35	고령군	고령다산	M-17-d-1-01	경상북도 고령군 다산면 158-1	비음용
36		고령쌍림	M-17-d-2-01	경상북도 고령군 쌍림면 귀원리 31	비음용
37		고령운수	M-17-c-2-01	경상북도 고령군 운수면 신간리 820-1	비음용
38	성주군	성주성주	M-18-a-2-01	경상북도 성주군 성주읍 삼산리 427-3	음용
39		성주월항	M-18-j-2-01	경상북도 성주군 월항면 용각리 784-2	음용
40		칠곡복삼	M-19-c-1-01	경상북도 칠곡군 복삼읍 인평리 송오구획정리지구 76블럭	음용
41	칠곡군	칠곡약목	M-19-a-1-01	경상북도 칠곡군 약목면 복성리 1004	비음용
42		칠곡왜관	M-19-b-1-01	경상북도 칠곡군 왜관을 왜관리 202	비음용
43		영천금호	M-7-a-1-01	경상북도 영천시 금호읍 신월리 123-1	비음용
44		영천임고	M-7-d-2-01	경상북도 영천시 임고면 삼매리 365-12	음용
45	영천시	영천자양	M-7-e-2-01	경상북도 영천시 자양면 성곡리 553-1	음용
46		영천청통	M-7-b-4-02	경상북도 영천시 청통면 보성리 464	음용
47		영천화남	M-7-c-2-01	경상북도 영천시 화남면 삼창리86	비음용

2. 조사방법

○ 시료채취방법 및 분석방법

먹는물 수질감시 항목 시험방법 등에 관한 규정 제6조 3항 및 먹는물 수질 공정시험기준에 근거하여 시료를 채취·분석하였으며, 자세한 시험방법 및 측정기기는 다음 표 2와 같다.

표 2. 분석방법

항목	시험방법	측정기기
라돈	먹는물 수질감시항목 운영 등에 관한 고시 [별표 3]	액체섬광계수법 HIDEX FI/300SL
우라늄	먹는물수질공정시험기준(국립환경과학원 고시 제 2023-33호, 2023. 6. 23.) ES05400.3h 및 ES 05414.1b	유도결합플라즈마-질량분석법 PerkinElmer NexION2000

3. 조사결과

본 조사는 수질 측정망 지하수에 대해 라돈, 우라늄 2개 항목을 2024년 3월~11월 반기별 1회, 연 2회 조사하였다.

- 라돈 검사 결과 총 47개소 불검출(2 Bq/L 미만)은 11개소로, 감시기준 이내(2 Bq/L~148 Bq/L) 35개소이며, 기준 초과(148 Bq/L 초과) 지역은 없는 것으로 나타났다.
- 지역별 라돈 평균 농도는 포항시 8.3 Bq/L, 경주시 24.2 Bq/L, 김천시 7.9 Bq/L, 구미시 30.9 Bq/L, 경산시 13.1 Bq/L, 청도군 0.9 Bq/L, 고령군 23.4 Bq/L, 성주군 16.8 Bq/L, 칠곡군 3.4 Bq/L, 영천시 7.4 Bq/L로 나타났으며, 결과는 표 3 및 그림 2과 같다.
- 우라늄 검사 결과 총 47개소 중 불검출(0.1 µg/L 미만) 13개소, 먹는물 수질기준 이내(30 µg/L) 33개소, 기준 초과(30 µg/L 초과) 지역은 없는 것으로 나타났다.
- 지역별 우라늄 평균 농도는 포항시 0.0 µg/L, 경주시 0.8 µg/L, 김천시 3.6 µg/L, 구미시 1.2 µg/L, 경산시 0.4 µg/L, 청도군 0.0 µg/L, 고령군 1.0 µg/L, 성주군 3.3 µg/L, 칠곡군 1.0 µg/L, 영천시 0.3 µg/L로 나타났으며, 결과는 표 4 및 그림 3과 같다.

II. 조사사업

표 3. 지역별 라돈 농도

(단위 : Bq/L)

조사지역	라돈 농도											
	평균			최대			최소			증양값		
	上	下	'24	上	下	'24	上	下	'24	上	下	'24
포항시	6.1	10.6	8.3	15.1	37.5	37.5	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	3.7
경주시	9.6	35.9	24.2	30.5	100.6	100.6	0.1	0.1	0.1	3.9	30.3	7.7
김천시	9.2	6.6	7.9	24.9	19.8	24.9	0.0	0.0	0.0	8.3	3.3	5.8
구미시	35.5	26.3	30.9	76.5	57.7	76.5	3.4	3.5	3.4	24.9	9.8	20.9
경산시	14.6	11.5	13.1	30.1	27.1	30.1	0.0	0.1	0.0	8.8	4.1	6.8
청도군	1.2	0.6	0.9	5.6	2.8	5.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
고령군	26.1	20.7	23.4	44.6	51.1	51.1	16.1	0.3	0.3	24.0	18.5	20.7
성주군	19.5	14.1	16.8	35.5	28.3	35.5	3.4	0.0	0.0	19.5	14.1	15.8
칠곡군	6.6	0.2	3.4	12.3	0.5	12.3	0.1	0.0	0.0	7.5	0.2	0.4
영천시	5.0	9.8	7.4	14.6	26.2	26.2	0.2	0.0	0.0	1.2	0.0	1.1

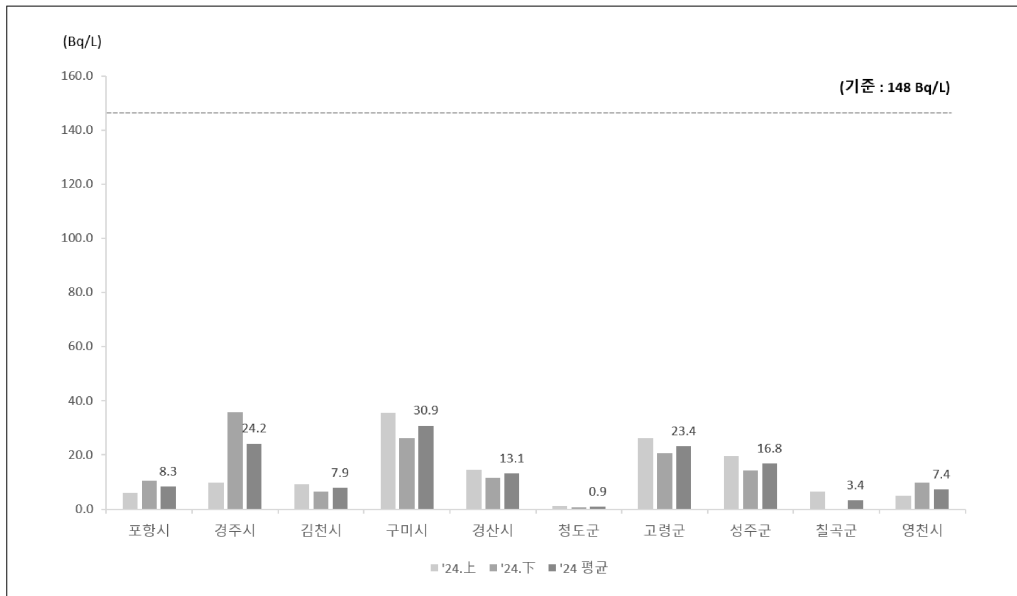


그림 2. 지역별 라돈 평균농도

표 4. 지역별 우라늄 농도

(단위: $\mu\text{g/L}$)

조사지역	우라늄 농도											
	평균			최대			최소			중앙값		
	上	下	'24	上	下	'24	上	下	'24	上	下	'24
포항시	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
경주시	0.9	0.7	0.8	3.5	1.7	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
김천시	3.4	3.8	3.6	8.1	8.5	8.5	0.6	0.9	0.6	2.4	3.7	3.1
구미시	0.8	1.6	1.2	1.8	2.8	2.8	0.0	0.2	0.0	1.0	1.7	1.2
경산시	0.2	0.6	0.4	0.9	1.3	1.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.3
청도군	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
고령군	0.6	1.5	1.0	1.8	2.5	2.5	0.0	0.9	0.0	0.6	1.2	1.1
성주군	0.0	6.6	3.3	0.0	6.8	6.8	0.0	6.4	0.0	0.0	6.6	3.2
칠곡군	0.3	1.6	1.0	1.0	2.1	2.1	0.0	0.8	0.0	0.0	1.9	0.9
영천시	0.1	0.5	0.3	0.5	1.7	1.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1

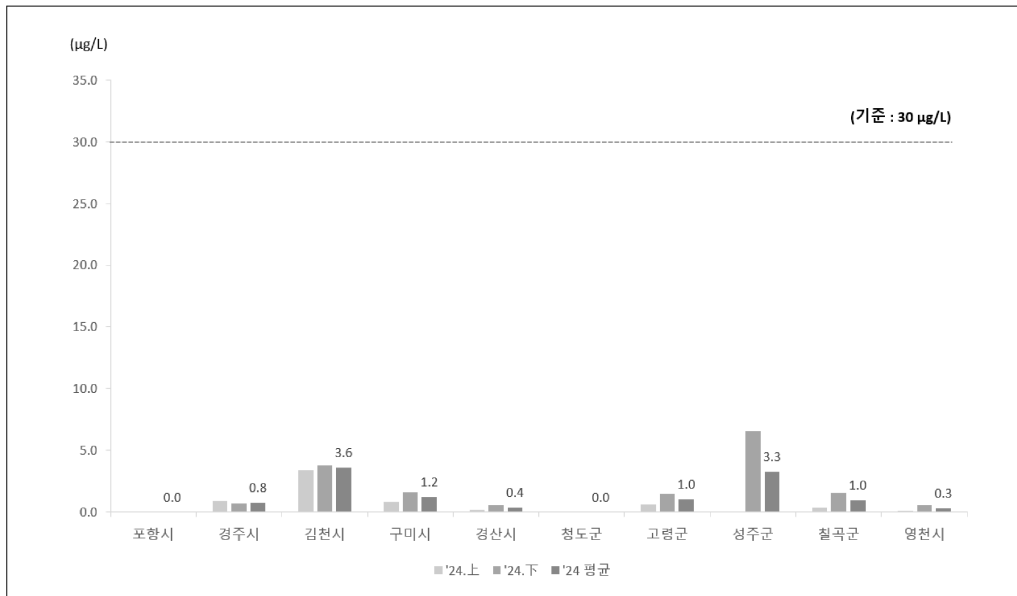


그림 3. 지역별 우라늄 평균농도

II. 조사사업

○ 라돈과 우라늄에 대한 상관성(R)은 0.0165로 나타났으며, 그림 4와 같다.

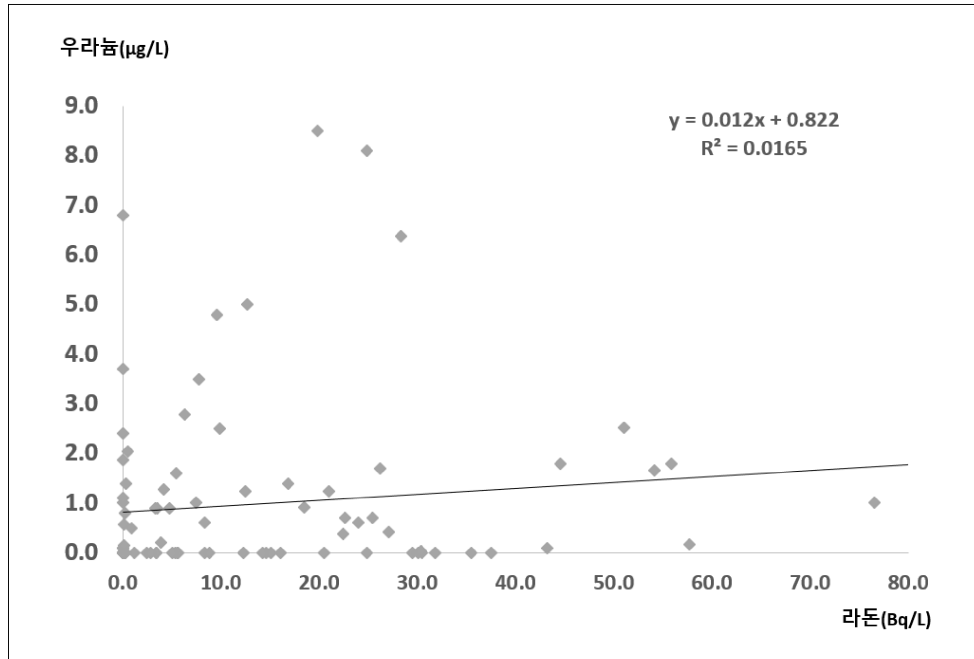


그림 4. 라돈과 우라늄 상관관계

4. 결과요약 및 활용방안

- 경상북도(남부권) 내 지하수 수질 측정망 47개소의 라돈 및 우라늄 농도를 연 2회 조사한 결과, 모두 감시기준 이내(라돈 148 Bq/L, 우라늄 30 µg/L)로 나타남
- 도내 수질 측정망의 라돈 및 우라늄 모니터링을 통한 기초자료 확보
- 지하수 수질 측정망 내 자연 방사성 물질 검사강화로 주민 건강 보호
- 향후 지하수 측정망의 식수원 관리 자료로 활용