

라돈관리계획

2016. 6. 2

목차

- 라돈현황
- 라돈 고농도지역관리 해외사례
- ‘라돈조사계획’ 수립
- 라돈실태조사
- ‘라돈관리계획’ 수립

1. 라돈현황

1) 라돈 발암성과 실내라돈농도

- 폐암 유발 1급 발암물질: 라돈 (WHO)
 - 가장 중요한 환경방사선원
 - 흡연 다음의 폐암 유발원
 - 폐암 환자 중 6-15%가 라돈 원인으로 평가됨.
- 우리나라 실내 라돈 농도는 OECD 평균의 2배
 - 2000년 OECD 실내 라돈농도 39 Bq/m³, 우리나라 실내 라돈 농도 79.3 Bq/m³(2009)

1. 라돈현황

2)라돈현황

- 라돈에 대한 법적 관리가 다중이용시설에 한정되어 주택 등은 방치되어 있음.
- ‘다중이용시설 등의 실내공기질 관리법’과 ‘학교보건법’에서 라돈을 148 Bq/m^3 이하로 관리하도록 권고하고 있음.
- 우리나라 단독주택 실내 라돈 농도는 124.9 Bq/m^3 , 다중이용시설 실내 라돈 농도 권고 기준치 148 Bq/m^3 , 초과율은 22.2%
- 2011년 겨울~2012년 5월까지 전국 16개 시·도 및 232개 시·군·구 주택 가운데 7,885개 주택에 대하여 겨울철(90일) 실내 라돈 농도 조사 결과 평균 124.9 Bq/m^3 , 초과율은 22.2%

1. 라돈현황

3)실내공기질관리법 개정

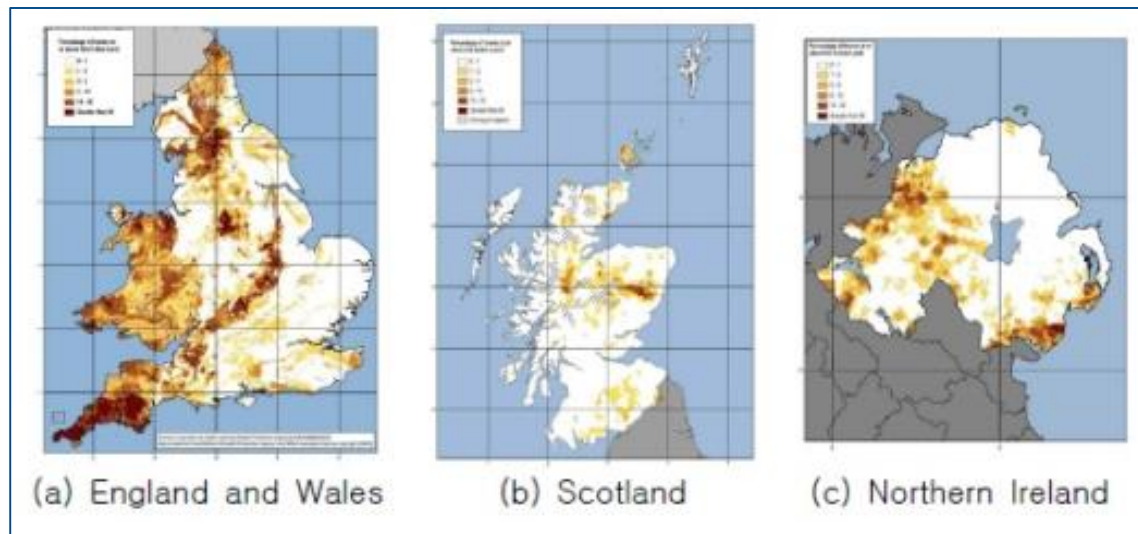
- 『실내공기질 관리법』개정(2016.4 시행)에 따라 각 시·도의 ‘라돈관리계획’ 수립 예정
- 환경부 장관은 ‘라돈관리계획’을 시도지사가 5년마다 수립하여 시행하도록 요청할 수 있음.
- ‘라돈관리계획’ 수립시 다중이용시설 및 공동주택 등의 현황, 라돈으로 인한 실내공기오염 및 건강피해의 방지대책, 라돈의 실내 유입 차단을 위한 시설개량에 관한 사항, 라돈관리를 위하여 시도지사가 필요하다고 인정하는 사항
- ‘라돈관리계획’ 수립을 위한 표준 매뉴얼 마련 필요

2. 라돈 고농도지역관리 해외사례

2.1 라돈 지도

1) 영국

- 영국 건강보호청(HPA, Health Protection Agency)은 잉글랜드, 웨일즈, 스코틀랜드, 북아일랜드 지역의 주택 502,000가구를 대상으로 조사한 실내 라돈농도자료를 이용하여 Action level(200 Bq/m^3)을 초과하는 주택이 1% 이상 존재하는 지역을 초과율에 따라 5개의 등급으로 구분하여 지도로 표시함.



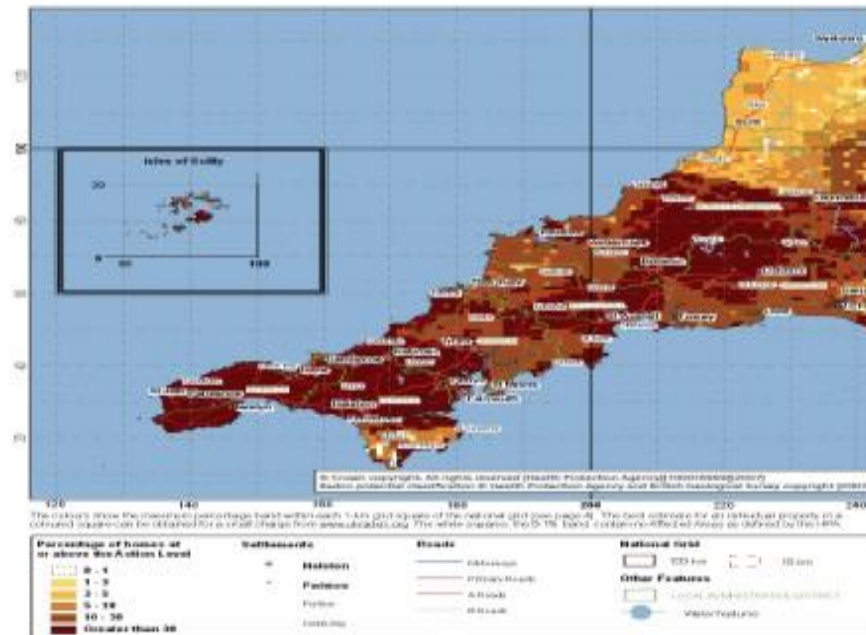
영국 라돈 지도

2. 라돈 고농도지역관리 해외사례

2.1 라돈 지도

1) 영국

- Action level 초과비율을 1-3%, 3-5%, 5-10%, 10-30%, 30% 이상 5개 등급으로 구분하여 표시함.



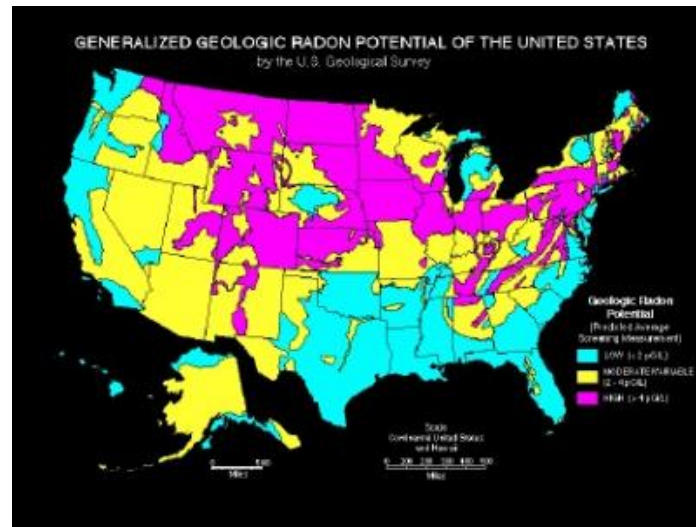
West Cornwall 지역 라돈지도(100 km grid square)

2. 라돈 고농도지역관리 해외사례

2.1 라돈 지도

2) 미국

- 미국에서는 라돈잠재력에 영향을 미치는 요인으로서는 지질학적 특성, 토양의 투과특성, 항공탐사에 의한 지표감마선 수치, 실내 라돈농도, 건물구조를 반영하고 있음.
- 라돈 농도표를 이용하여 라돈 위해등급도를 작성하며, 확정지표를 이용하여 라돈 잠재력의 신뢰성을 검증하고 있음. 지질조사원(USGS)와 환경청이 공동으로 평가한 지질학적 라돈잠재력 지도는 아래 그림과 같다.



미국 지질적 라돈 잠재력 지도

2. 라돈 고농도지역관리 해외사례

2.1 라돈 지도

2) 미국

- 미국 환경청(EPA)는 주택실내 라돈조사 자료와 지질조사원의 지질학적 특성을 기반으로 평가한 라돈 잠재력자료를 이용하여 3개 등급의 라돈 지도를 작성함. 이 지도는 라돈 잠재력을 결정하기 위하여 5가지 인자(실내 라돈 측정값, 지질, 공기 중 방사능, 토양의 투과성, 건물기초유형)를 적용하여 만듦.



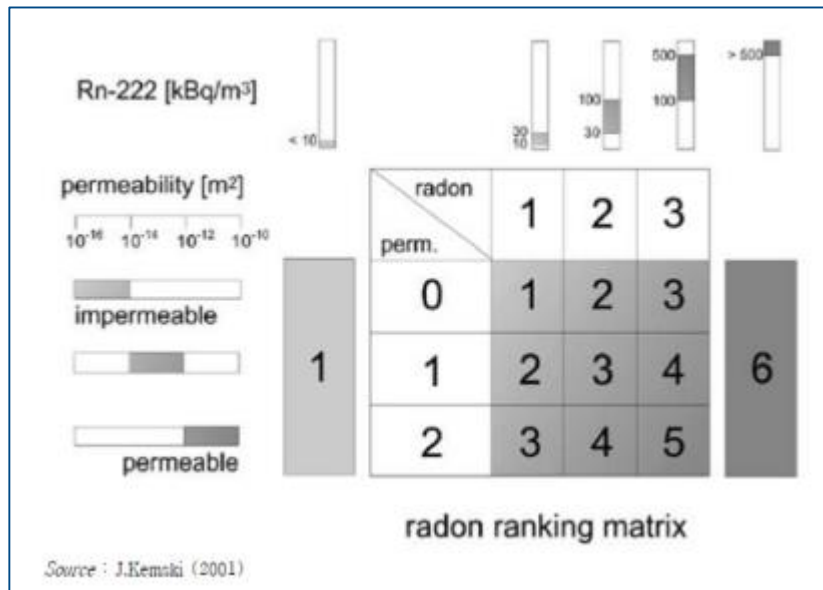
미국 라돈 지도(EPA)

2. 라돈 고농도지역관리 해외사례

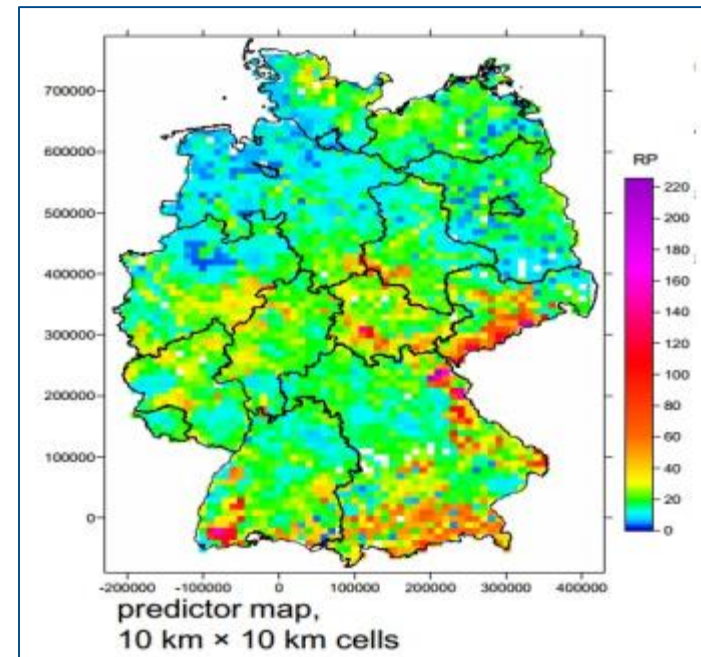
2.1 라돈 지도

3) 독일

- 독일은 1990년대 초반 라돈순위표(Radon ranking matrix)를 개발하여 라돈잠재력을 평가하였다. 토양의 라돈농도와 토양의 투과율을 각각 3단계로 분류한 후 토양의 라돈순위를 부여함.



라돈잠재력 평가를 위한 독일 라돈순위표



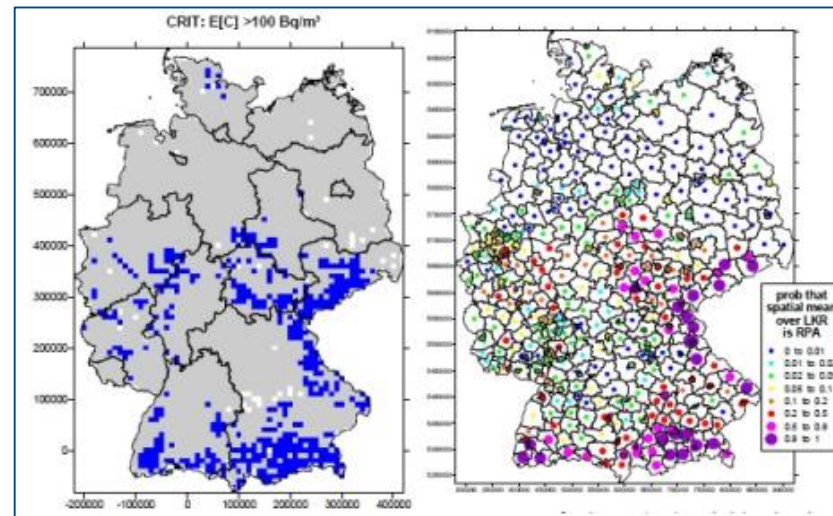
Predictor Map of Radon

2. 라돈 고농도지역관리 해외사례

2.1 라돈 지도

3) 독일

- 독일에서는 토양에서 기인하는 라돈잠재력과 라돈유의지역을 선정하는 과정을 통하여 라돈유의지역을 설정함.
- 라돈유의지역(radon prone area)은 실내라돈농도 한계치, 지질학적 라돈유의지역에 의해 정의함. 사용된 자료는 “BURG”로 라돈잠재력 3745개 값, 50,000개 실내라돈농도(15,563개는 1층 실내 방 측정자료)가 사용됨.



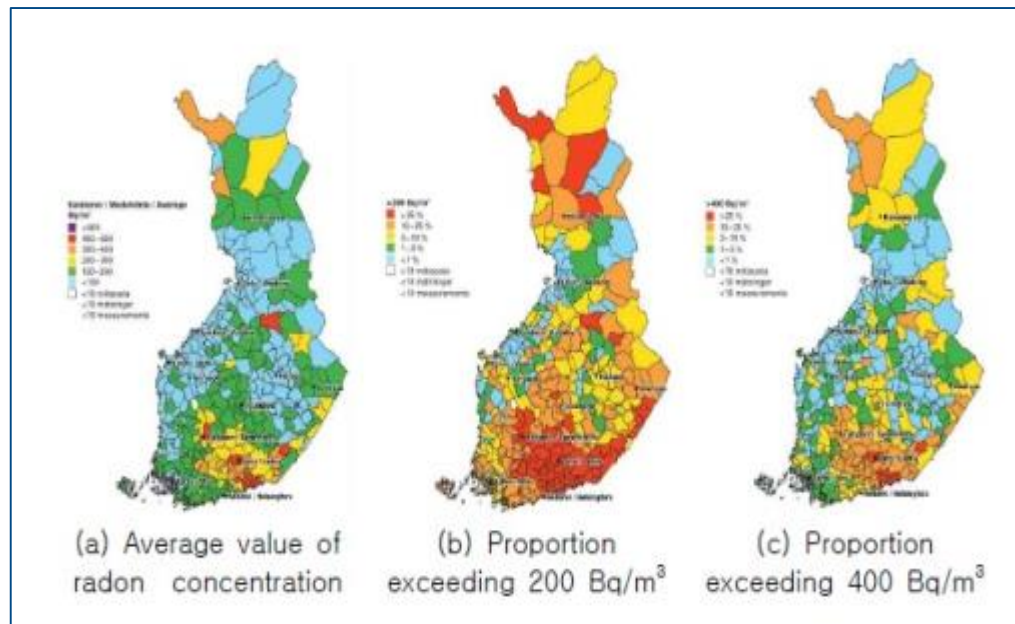
라돈 잠재력지도(좌)와 라돈유의지역지도(우)

2. 라돈 고농도지역관리 해외사례

2.1 라돈 지도

4) 핀란드

- 핀란드에서는 주택 92,000여 가구를 대상으로 실내 라돈농도를 조사하여 행정구역별 평균농도지도와 초과율 지도를 작성함.



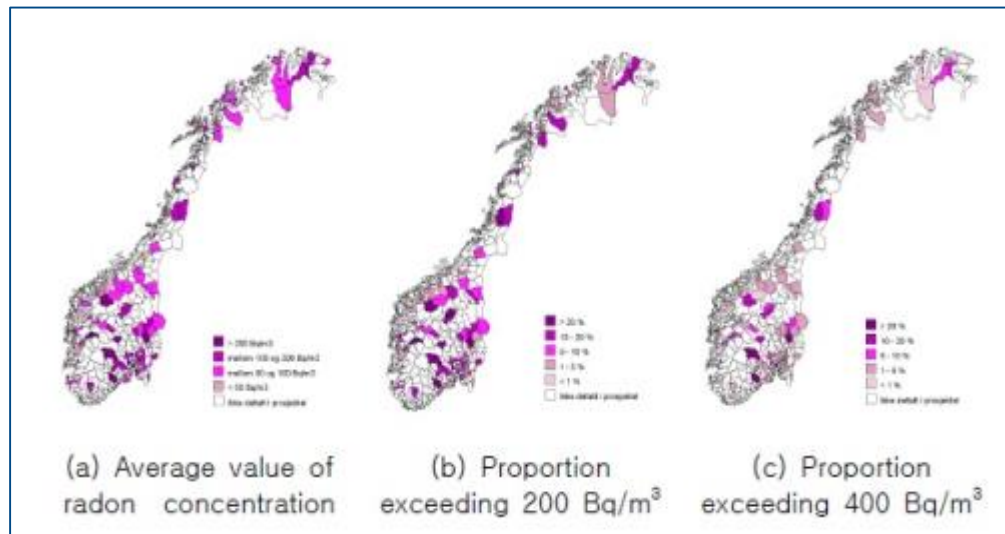
핀란드 라돈지도

2. 라돈 고농도지역관리 해외사례

2.1 라돈 지도

5) 노르웨이

- 노르웨이에서는 435개 지방자치단체 중 114개 지방자치단체의 29,000여 주택을 대상으로 실내 라돈농도를 조사하고 행정구역별 평균농도지도와 초과율 지도를 작성함. 초과율은 <1%, 1-5%, 5-10%, 10-20%, >20%으로 구분하여 라돈 유의 지역을 설정함.



노르웨이 라돈 지도

2. 라돈 고농도지역관리 해외사례

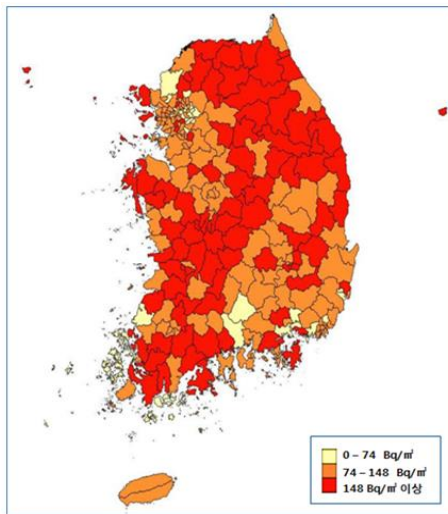
2.2 고농도지역 관리를 위한 국제기구 및 국가별 조치사항

- WHO (2009)에서는 여러 나라에서 진행된 위해성 소통 프로그램 사례들을 모아서 지침서를 발간함.
- The Radon Prevention and Remediation (The RADPAR) project의 Work Package 5(WP5)은 유럽 EU국가와 두 군데의 비EU 국가에서 시행한 라돈 위해성 소통 프로그램과 인식에 대한 설문조사를 토대로 라돈 위해성 소통의 효율성을 향상시키기 위한 권장사항을 제시함.
- 미국 EPA는 실내 라돈 농도를 기준으로 라돈 지도 작성 및 라돈 저감화 방법, 노출 가이드라인을 제공하면서 국민들에게 라돈 관련 정보를 제공하고 있고, 'Managing Radon in Schools'을 발간하여 학교 내 라돈 노출을 최소화하기 위한 활동을 강화하고 있음.

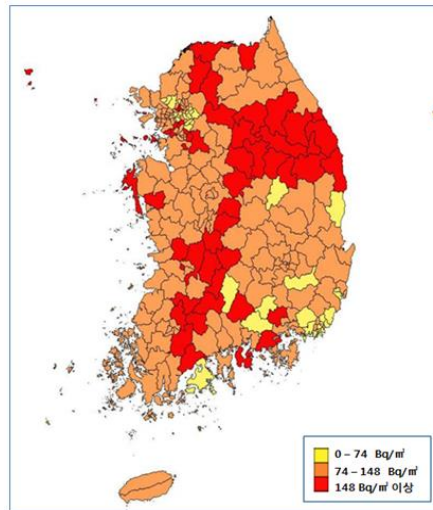
3. '라돈조사계획' 수립

3.1 행정구역별 실내 라돈 평균 농도

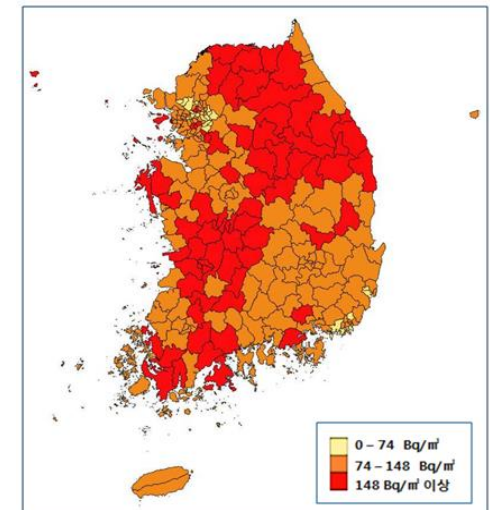
- 실내 라돈 평균 농도는 국립환경과학원의 2011년-2012년, 2013년-2014년, 2011-2014년 실내 라돈 농도 측정 결과 자료로 시군구 행정구역별로 평균을 구하여 그 값을 QGIS 2.10을 활용하여 지도를 작성함.



실내 라돈 평균 농도(2011-2012년)



실내 라돈 평균 농도(2013-2014년)

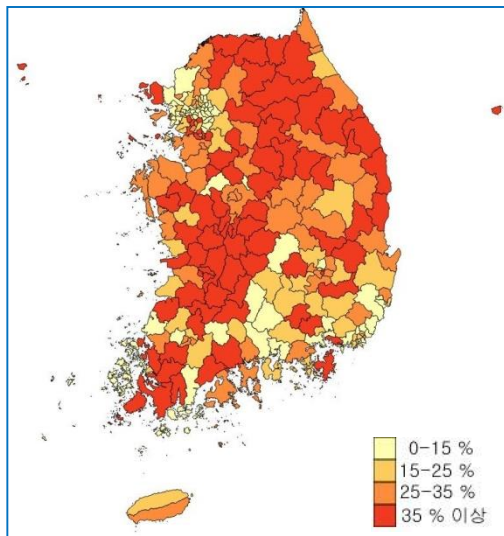


실내 라돈 평균 농도(2011-2014년)

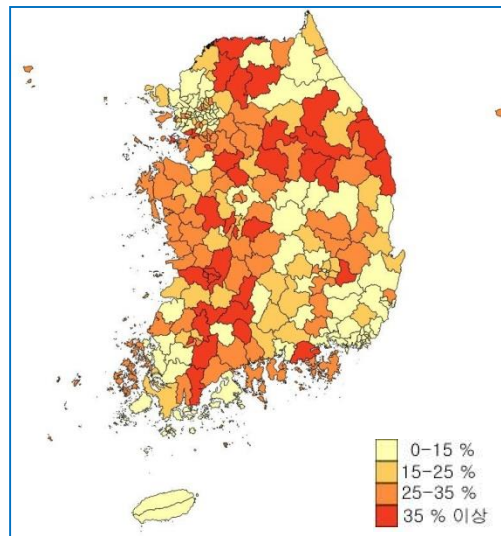
3. '라돈조사계획' 수립

3.2 행정구역별 권고기준치 초과비율

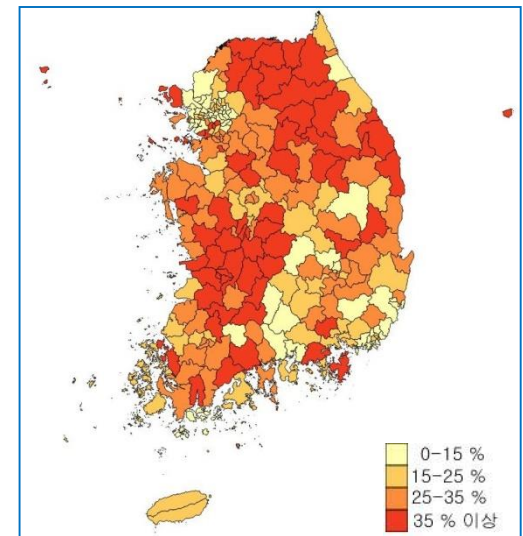
- 행정구역별 권고기준치 초과비율은 국립환경과학원의 2011년-2012년, 2013년-2014년, 2011-2014년 실내 라돈 농도 측정 결과 자료에서 다중이용시설 권고기준인 4pCi/L를 초과한 조사지점의 비율을 0-15%, 15-25%, 25-35%, 35% 이상으로 구분하여 QGIS 2.10을 활용하여 지도를 작성함.



라돈 권고기준치 초과비율 분포도
(2011-2012년)



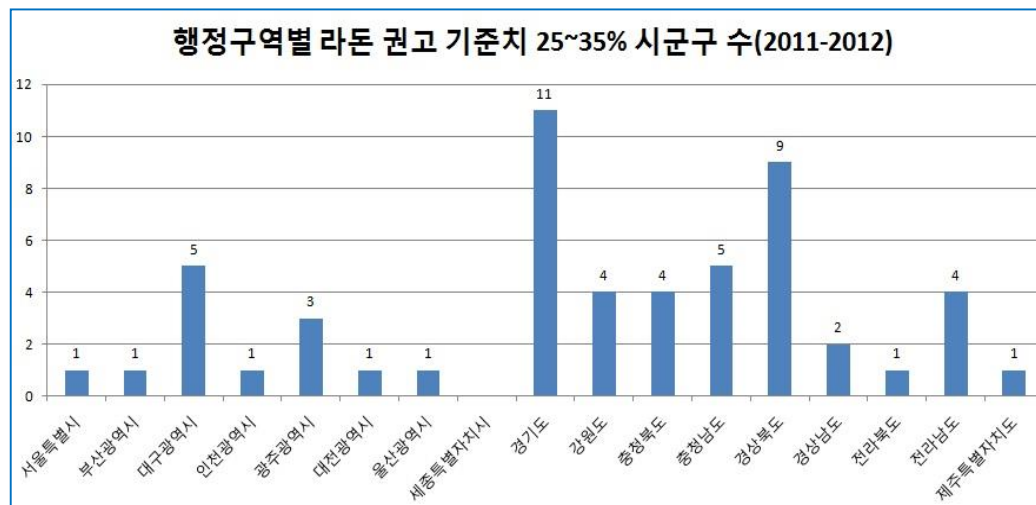
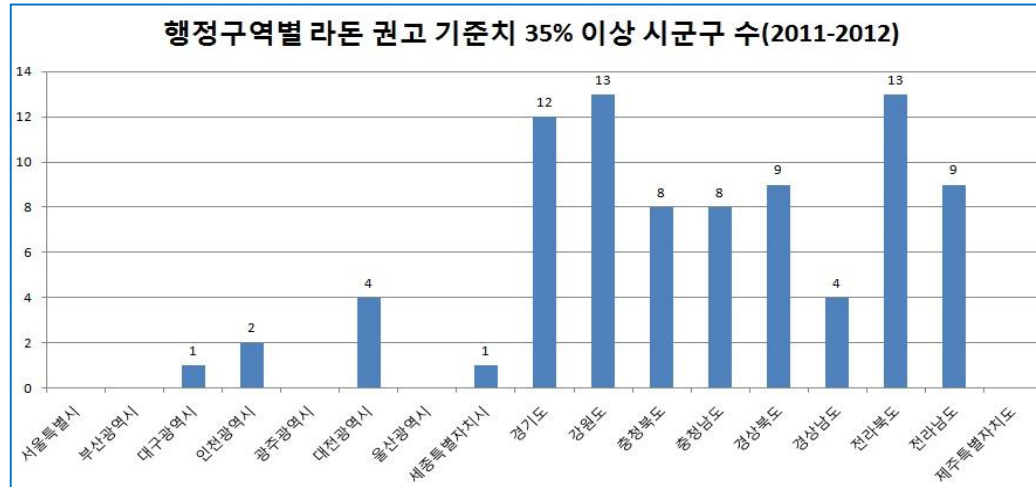
라돈 권고기준치 초과비율 분포도
(2012-2013년)



라돈 권고기준치 초과비율 분포도
(2011-2014년)

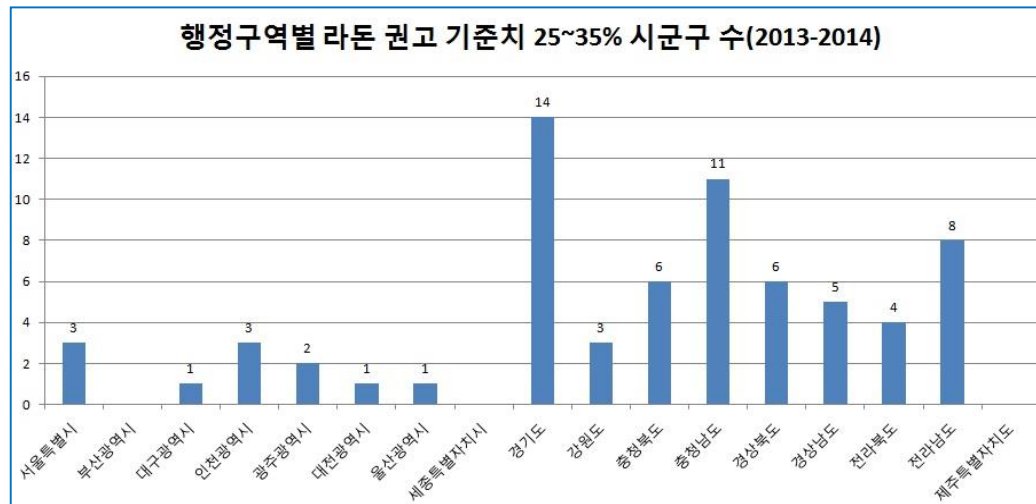
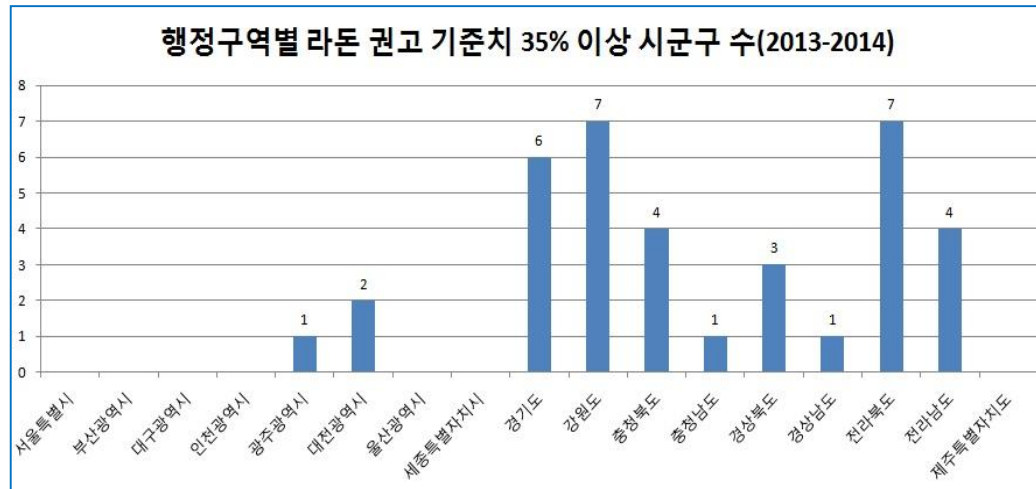
3. '라돈조사계획' 수립

3.2 행정구역별 권고기준치 초과비율(2011-2012년)



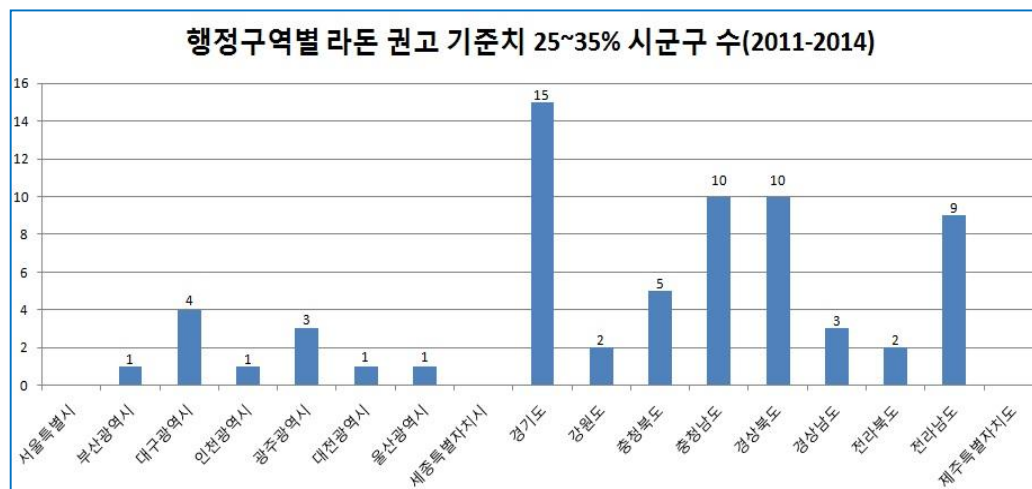
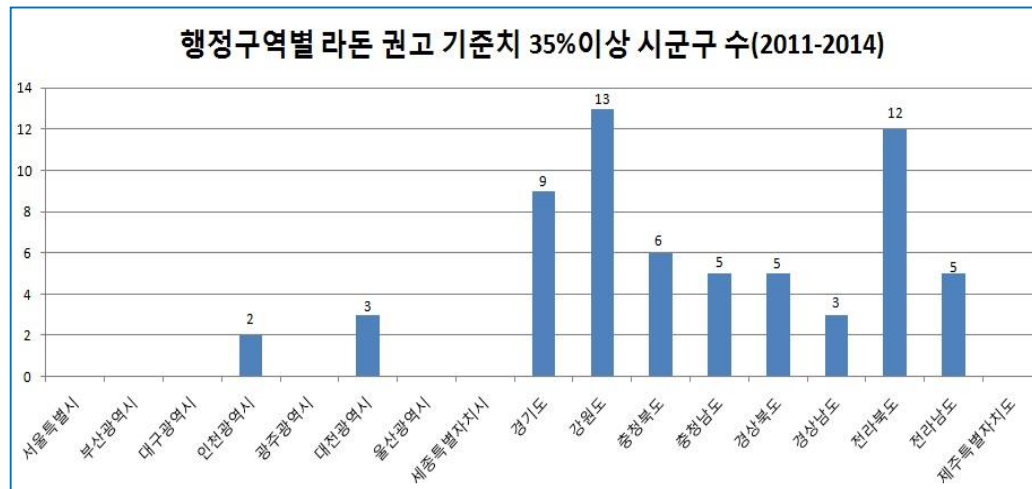
3. '라돈조사계획' 수립

3.2 행정구역별 권고기준치 초과비율(2013-2014년)



3. '라돈조사계획' 수립

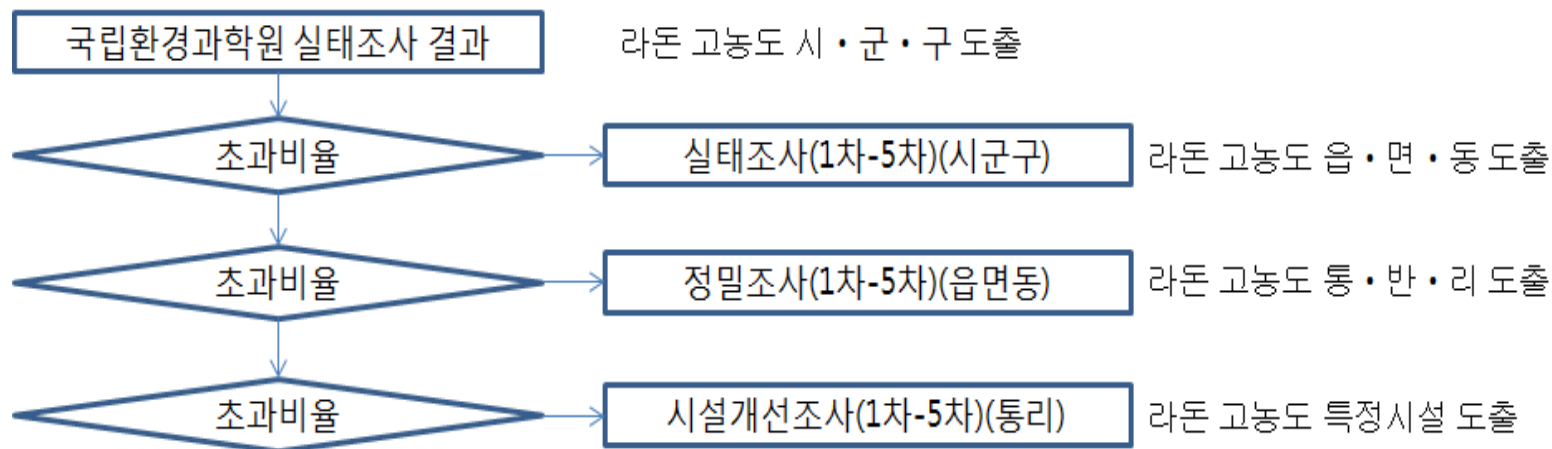
3.2 행정구역별 권고기준치 초과비율(2011-2014년)



3. ‘라돈조사계획’ 수립

3.3 라돈 고농도 지역 확인절차

- 라돈 고농도지역은 라돈 잠재지도 도출을 통하여 라돈 조사계획을 수립하고 그 결과를 토대로 라돈 고농도지역을 선별함. 선별된 고농도지역을 ‘라돈관리지역’을 설정하여 라돈 저감대책 계획을 수립하고 저감대책을 시행함.
- 실내라돈농도조사는 실태조사, 정밀조사, 시설개선조사로 구분하여 조사계획을 수립한다. 실태조사는 라돈 고농도 읍면동을 추출할 수 있는 수준에서 조사지점수를 설정한다(리별 1개).정밀조사는 라돈 고농도 통리를 추출할 수 있도록 통리별 5지점 이상을 설정하도록 한다.

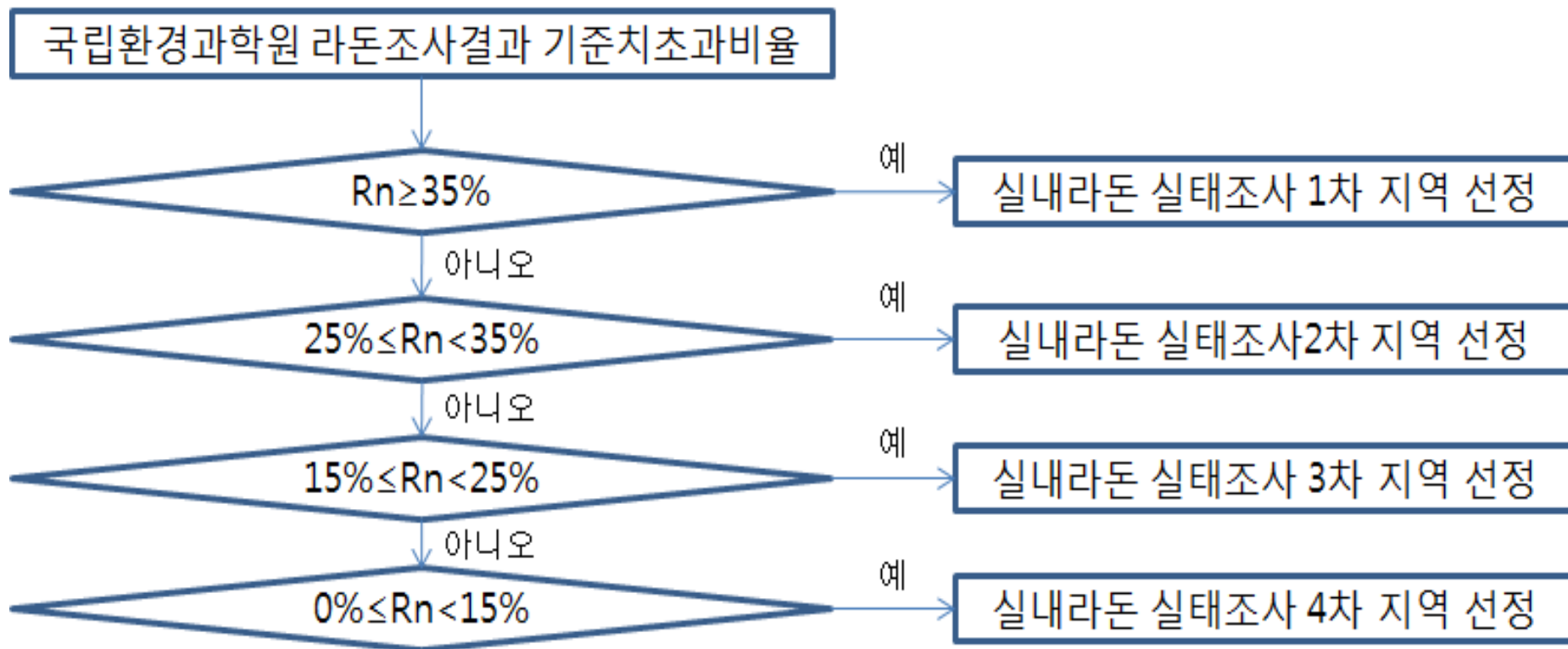


3. '라돈조사계획' 수립



4. 라돈실태조사

(1) 라돈 실태 조사 지역 선정 절차



4. 라돈실태조사

(1) 라돈 실태 조사 지역 선정 절차

▪ 기준치 초과비율에 따른 조사차수별 기초지자체수

조사차수	기초지자체수	비 고
1차 조사	61개	기준치 초과비율 35%이상
2차 조사	61개	기준치 초과비율 25%이상 35%미만
3차 조사	52개	기준치 초과비율 15%이상 25%미만
4차 조사	61개	기준치 초과비율 0%이상 15%미만

4. 라돈실태조사

▪ 1차 조사 대상 기초지자체

광역지방자치단체	기초지방자치단체	기초 지자체
강원도	동해시, 삼척시, 양구군, 영월군, 원주시, 인제군, 철위군, 춘천시, 태백시, 평창군, 홍천군, 횡성군	12
경기도	가평군, 과천시, 안산시 단원구, 안산시 상록구, 안성시, 안양시 동안구, 안양시 만안구, 오산시, 포천시	9
경상남도	거제시, 고성군, 함안군,	3
경상북도	군위군, 영주시, 울릉군, 울진군, 청송군	5
전라남도	강진군, 담양군, 무안군, 보성군, 순천시	5
전라북도	군산시, 김제시, 남원시, 무주군, 순창군, 완주군, 익산시, 장수군, 전주시 덕진구, 전주시 완산구, 정읍시, 진안군	12
충청남도	공주시, 금산군, 논산시, 부여군, 홍성군	5
충청북도	단양군, 보은군, 영동군, 옥천군, 진천군, 충주시	6
대전광역시	서구, 유성구, 중구	3
인천광역시	강화군, 옹진군	2
합계		62

4. 라돈실태조사

▪ 2차 조사 대상 기초 지자체

광역지방자치단체	기초지방자치단체	기초 지자체
강원도	속초시, 정선군	2
경기도	광명시, 광주시, 동두천시, 수원시 권선구, 수원시 영통구, 수원시 장안구, 수원시 팔달구, 양평군, 여주시, 연천군, 용인시 기흥구, 용인시수지구, 용인시처인구, 이천시, 화성시	15
경상남도	양산시, 의령군, 창녕군	3
경상북도	경산시, 문경시, 봉화군, 성주군, 영덕군, 영천시, 의성군, 청도군, 포항시 남구, 포항시 북구	10
전라남도	광양시, 구례군, 나주시, 여수시, 영암군, 장성군, 장흥군, 해남군, 화순군	9
전라북도	고창군, 임실군	2
충청남도	계룡시, 당진시, 보령시, 서산시, 서천군, 예산군, 천안시 동남구/ 서북구, 청양군, 태안군,	10
광주광역시	동구, 서구	2
대구광역시	남구, 달서구, 달성군, 동구	4
대전광역시	동구	1
부산광역시	수영구	1
울산광역시	북구	1
인천광역시	중구	1
Page ▪ 2	합계	61

4. 라돈실태조사

▪ 3차 조사 대상 기초 지자체

광역지방자치단체	기초지방자치단체	기초 지자체
강원도	강릉시, 고성군	2
경기도	군포시, 남양주시, 부천시 소사구, 부천시 오정구, 부천시 원미구, 양주시, 의왕시, 평택시	8
경상남도	거창군, 김해시, 남해군, 진주시, 창원시 마산합포구, 창원시 진해구, 통영시, 합천군	8
경상북도	경주시, 고령군, 구미시, 상주시, 영양군, 예천군	6
전라남도	고흥군, 목포시, 신안군, 영광군, 진도군, 함평군	6
전라북도	부안군	1
제주도	서귀포시, 제주시	2
충청남도	아산시	1
충청북도	증평군, 청원군	2
광주광역시	광산구, 북구	2
대구광역시	서구, 수성구, 중구	3
대전광역시	대덕구	1
부산광역시	동래구, 부산진구	2
서울특별시	강북구, 노원구, 서대문구, 성북구, 은평구, 종로구	6
세종특별자치시	세종특별자치시	1
인천광역시	부평구	1
합계		52

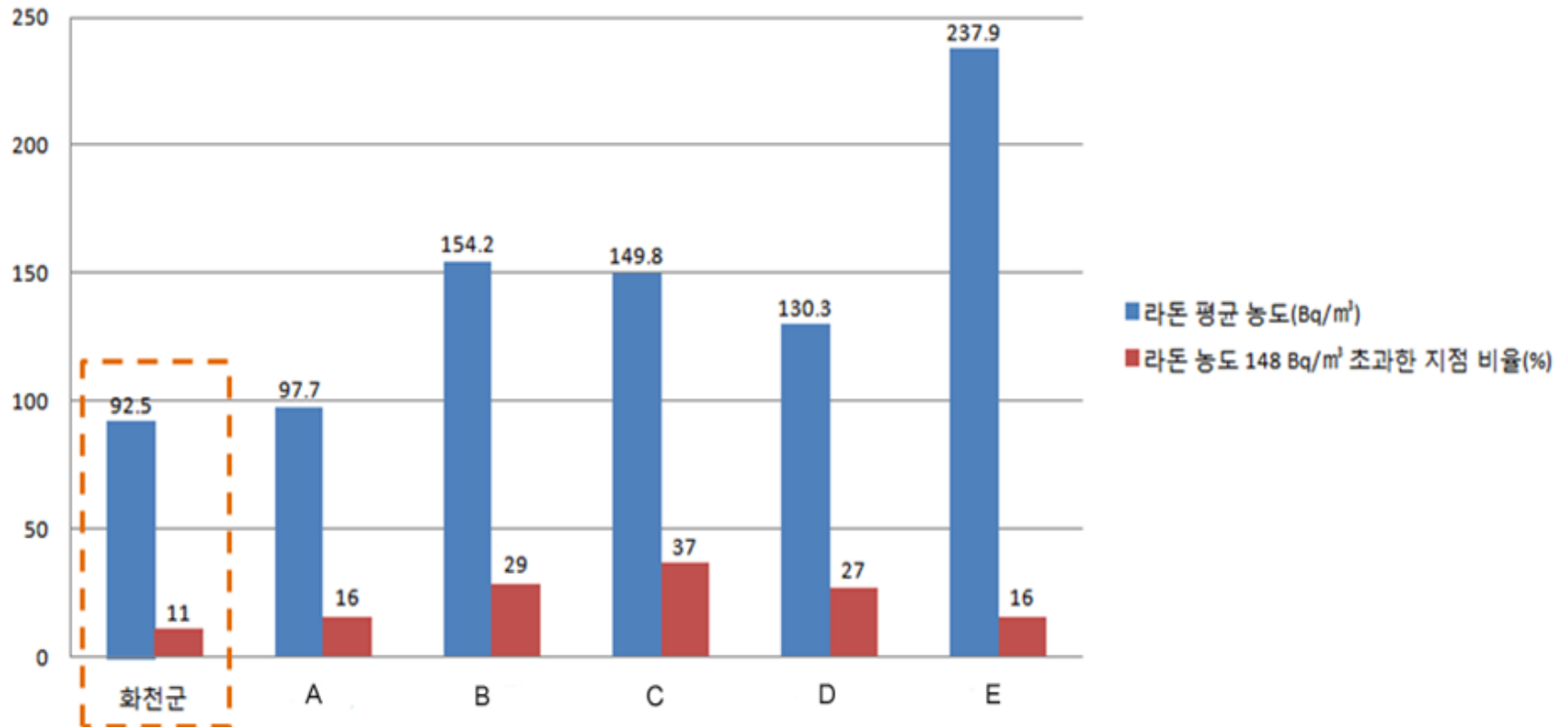
4. 라돈실태조사

▪ 4차 조사 대상 기초 지자체

광역지방자치단체	기초지방자치단체	기초 지자체
강원도	양양군	1
경기도	고양시 덕양구, 고양시 일산서구, 구리시, 김포시, 성남시 분당구, 성남시 수정구, 성남시 중원구, 시흥시, 의정부시, 파주시, 하남시	11
경상남도	밀양시, 사천시, 산청군, 하동군, 함양군	5
경상북도	김천시, 안동시, 칠곡군	3
전라남도	곡성군, 완도군	2
대구광역시	북구	1
부산광역시	강서구, 금정구, 남구, 동구, 북구, 사상구, 사하구, 서구, 연제구, 영도구, 해운대구	11
서울특별시	강남구, 강동구, 강서구, 관악구, 광진구, 구로구, 금천구, 도봉구, 동대문구, 동작구, 마포구, 서초구, 성동구, 송파구, 양천구, 영등포구, 용산구, 중구, 중랑구	19
울산광역시	동구, 울주군	2
인천광역시	계양구, 남구, 남동구, 동구, 서구, 연수구	6
Page ▪ 27 합계		61

4. 라돈실태조사

라돈 평균 농도 및 라돈 권고 기준치 초과 비율(강원도 화천군)

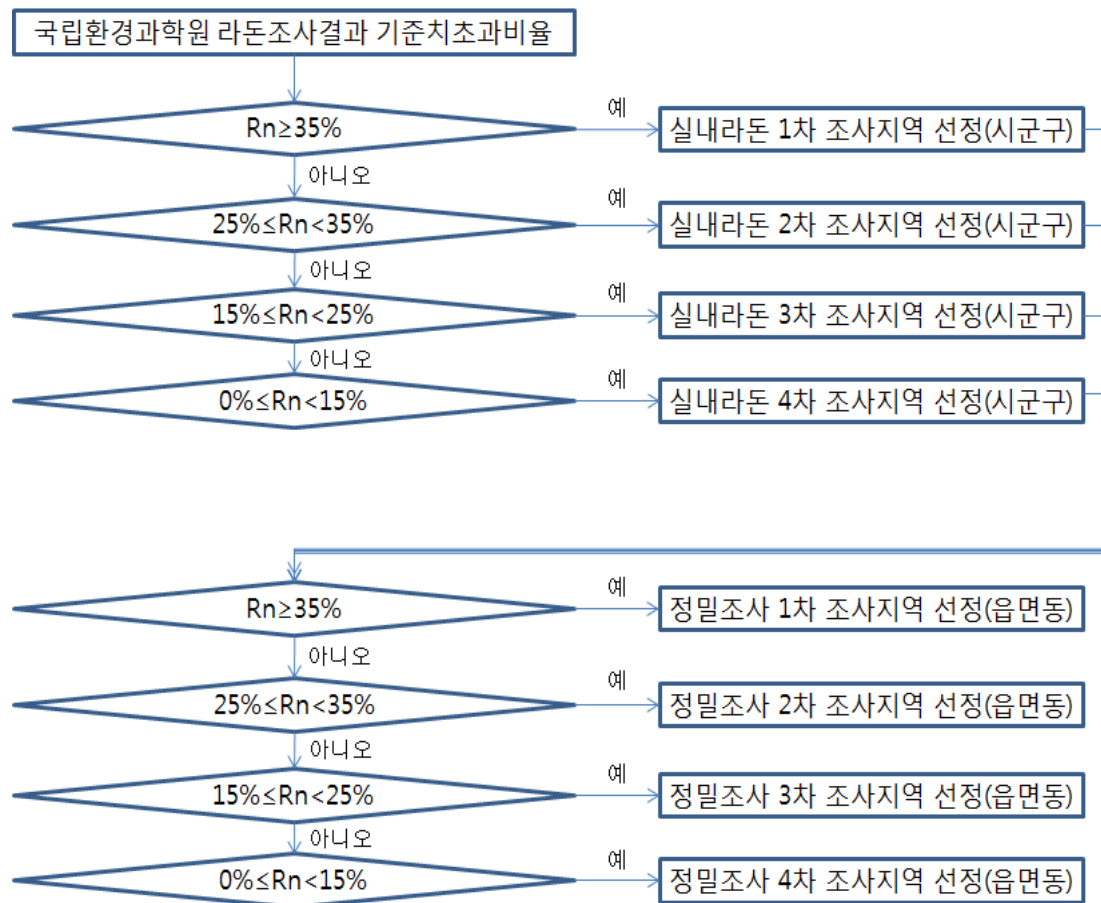


※ 국립환경과학원 '강원도 화천군 2,000가구 대상 라돈 실태 조사(2013-2014년)' 결과 재구성

4. 라돈실태조사

2) 정밀조사

(1) 정밀조사 대상 선정절차



4. 라돈실태조사

3) 시설개선조사

(1) 시설개선조사 목적

- 시설개선 필요성, 시설개선공법, 시설개선 목표수준 설정

(2) 시설개선조사 대상

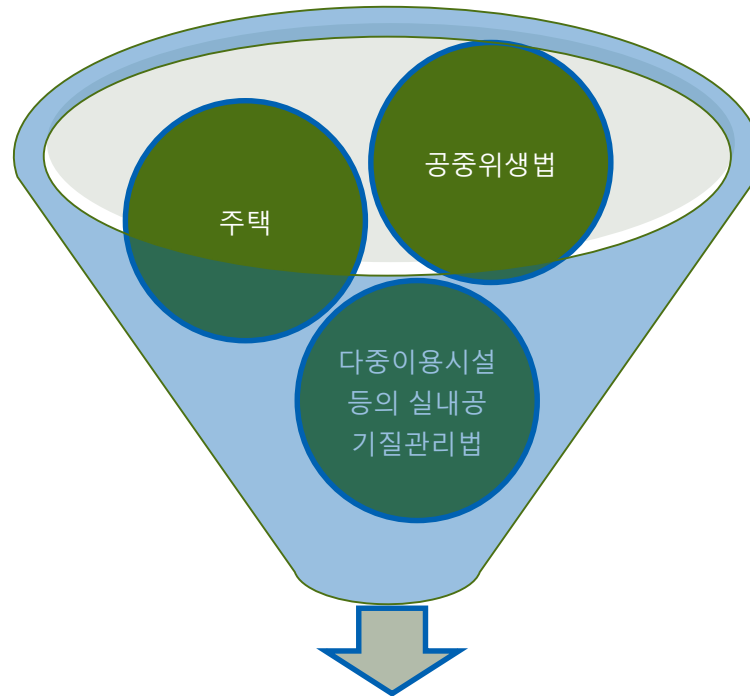
- 실내공기질관리법 권고기준 초과, 시설에 대한 이용특성, 환경보건학적인 취약계층 등

(3) 시설개선조사 방법

- 부시험방법인 능동형 자동측정기기를 활용하여 시설의 구체적인 용도, 이용특성, 노출특성 등을 감안하여 조사를 실행한다.

5. ‘라돈관리계획’ 수립

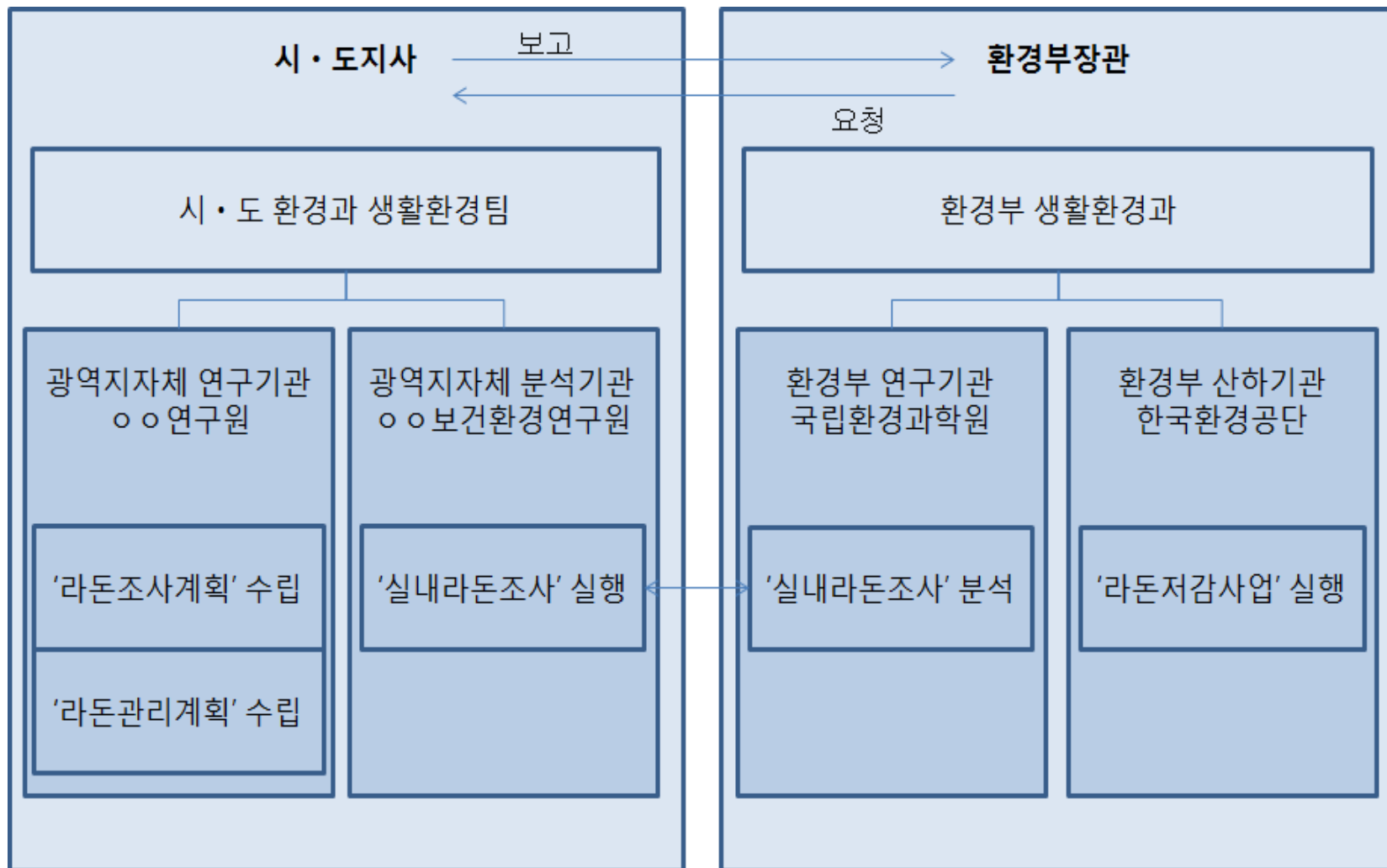
5.1 ‘라돈관리계획’ 수립대상



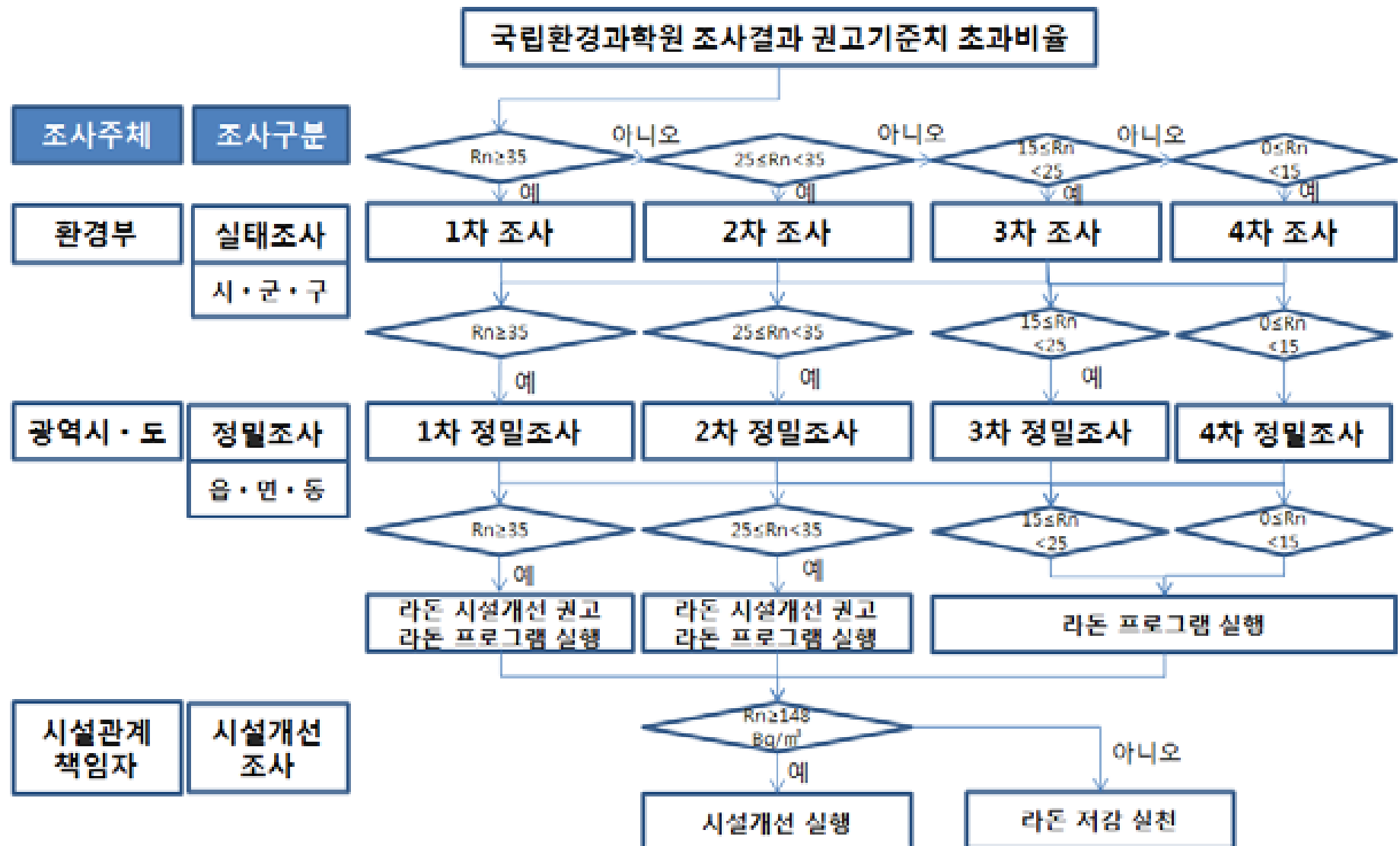
「실내공기질관리법」

5. '라돈관리계획' 수립

5.1 '라돈관리계획' 수립대상



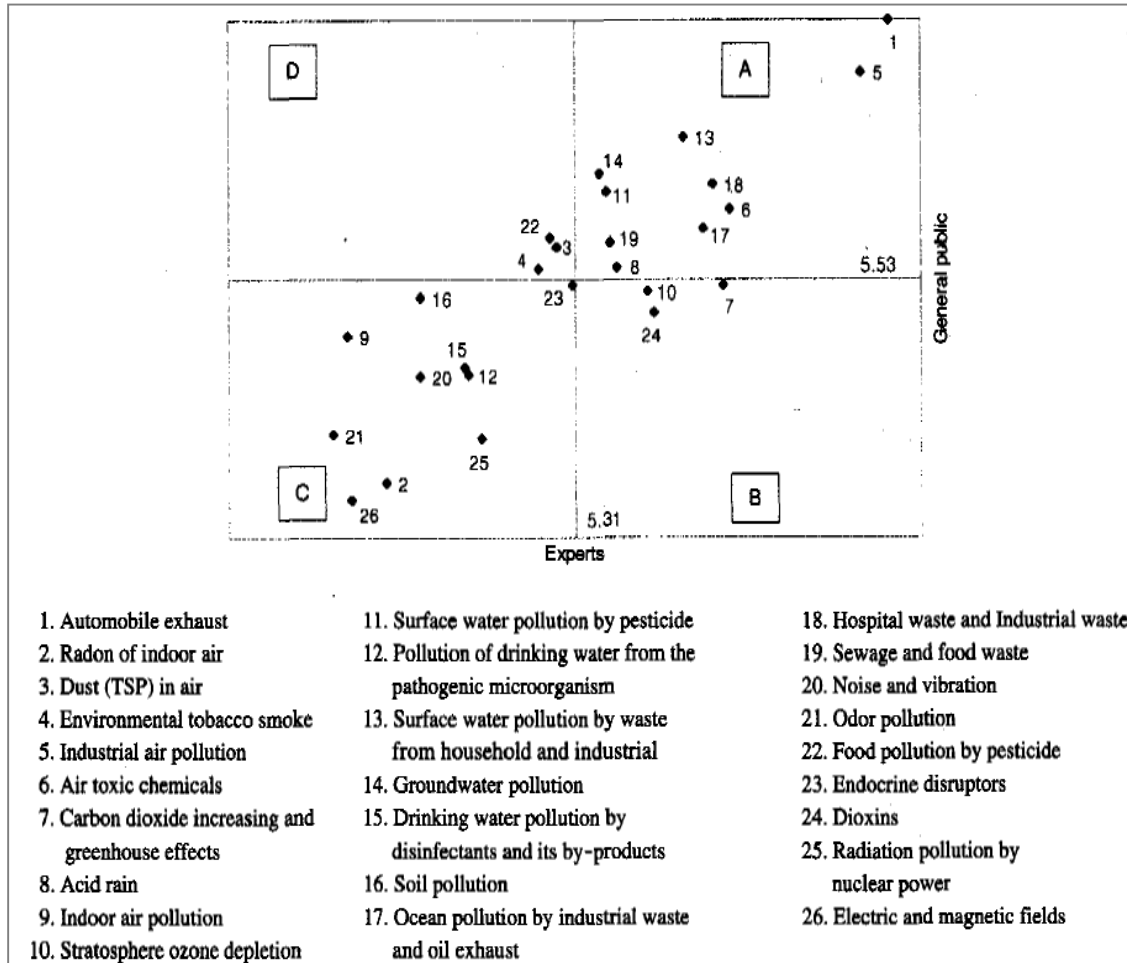
5. '라돈관리계획' 수립



5. '라돈관리계획' 수립

5.2 라돈으로 인한 실내 공기오염 및 건강피해 방지대책

1) 라돈 인식증진



※ 일반시민과 전문가의 위해도 인식에 따른 환경 이슈 분류

(출처: 장은아, et al. "일반인과 전문가의 환경문제에 대한 위해도 인식 차이", 2001)

5. '라돈관리계획' 수립

5.2 라돈으로 인한 실내 공기오염 및 건강피해 방지대책

1) 라돈 인식증진



※ 캐나다 브리티시 콜롬비아주 Health Canada 에서 진행되고 있는 다양한 라돈 프로그램

5. ‘라돈관리계획’ 수립

5.2 라돈으로 인한 실내 공기오염 및 건강피해 방지대책

1) 라돈 인식증진

(1) 교육

- 학교환경교육을 통한 라돈교육
- 학교를 통한 지역사회 라돈교육
- 보건소, 복지관 등을 통한 지역사회 라돈 인식증진
- 환경보건센터를 통한 라돈교육
- 시민단체를 통한 지역사회 라돈인식증진
- 주민자치센터, 지방의제21프로그램 등을 통한 인식증진

(2) 캠페인

- 라돈캠페인 공익광고
- 시민단체와 함께하는 ‘라돈프리캠페인’

(3) 설문조사

- 라돈 고농도지역에서 교육, 위해성 소통, 캠페인 전략 등을 마련하기 위한 설문조사

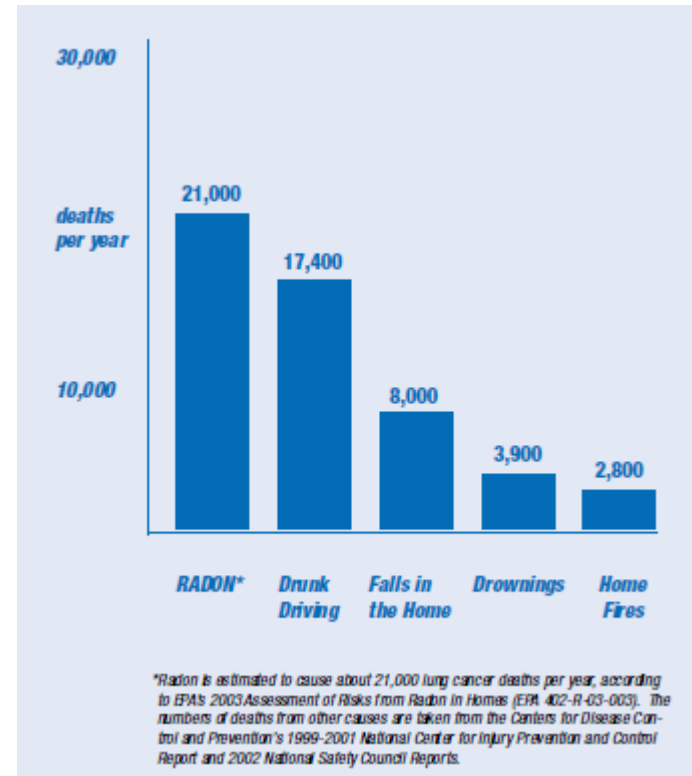
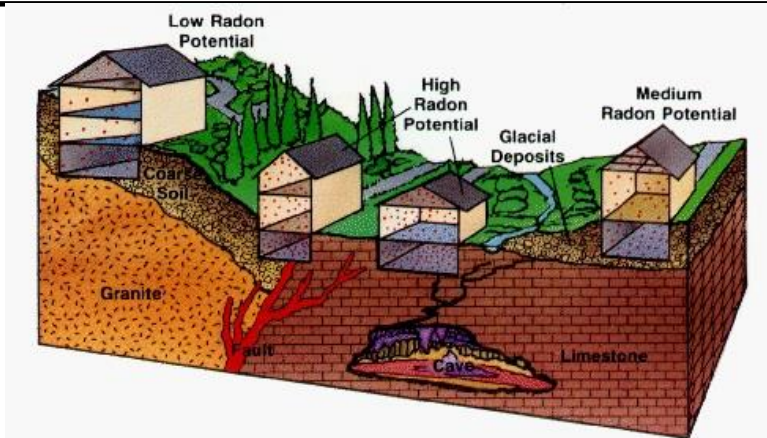
5. '라돈관리계획' 수립

5.2 라돈으로 인한 실내 공기오염 및 건강피해 방지대책

2) 라돈 위해성 소통

(1) 라돈 조사단계 위해성 소통

- '실내라돈조사' 필요성에 대한 위해성 소통
- 실내 라돈의 발생
- 라돈의 실내 유입
- 라돈 노출경로
- 라돈노출 건강 영향



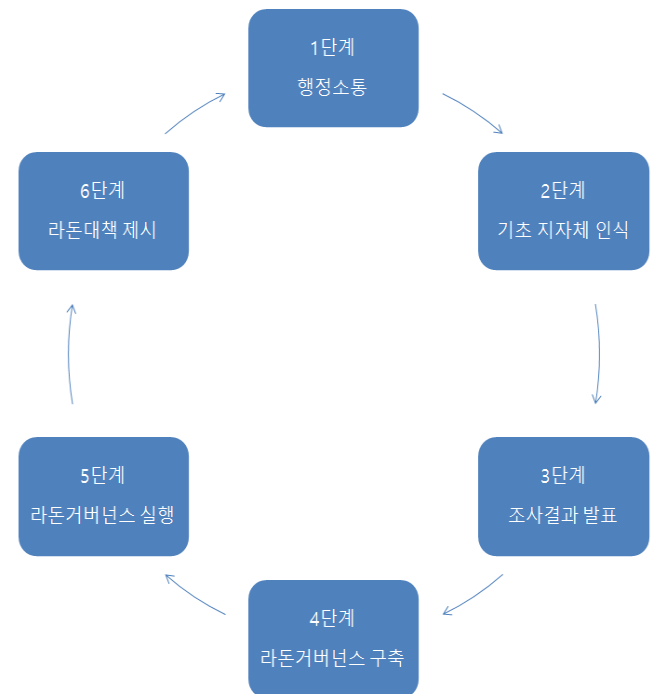
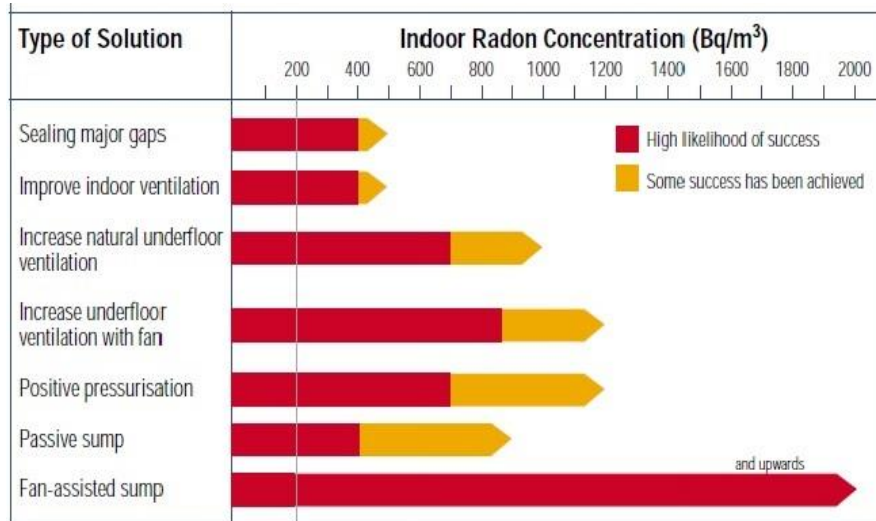
5. '라돈관리계획' 수립

5.2 라돈으로 인한 실내 공기오염 및 건강피해 방지대책

2) 라돈 위해성 소통

(2) 라돈관리계획 수립단계 위해성 소통

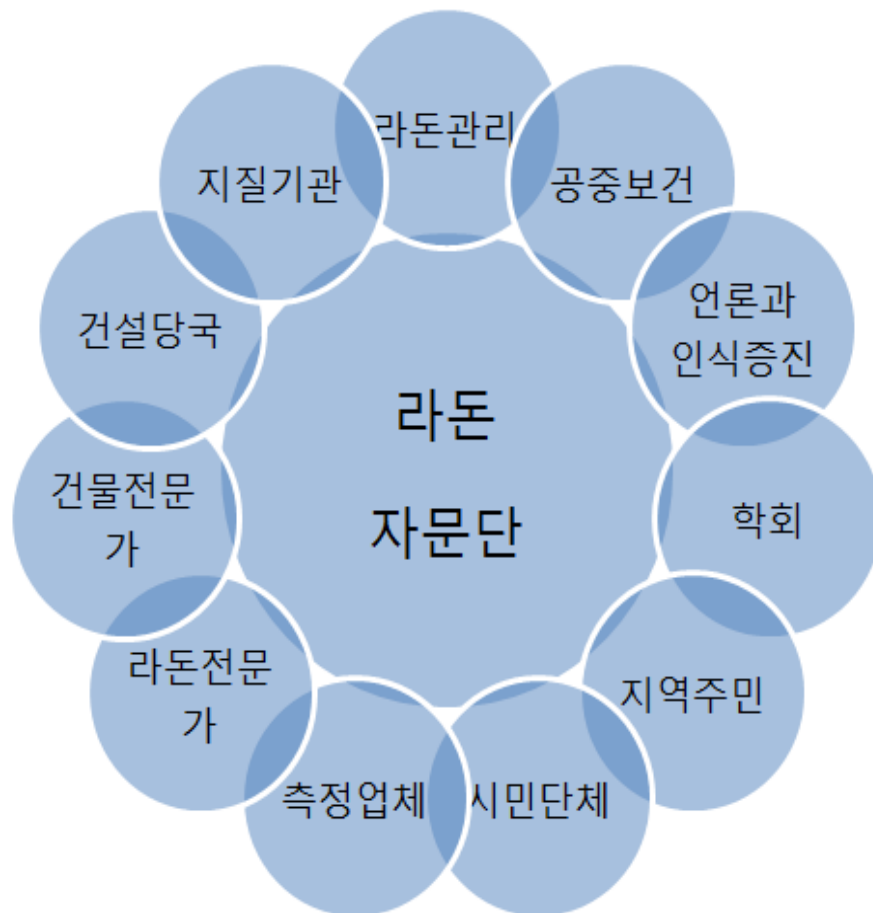
- 환경부장관이 '라돈관리계획' 수립을 요청하게 되면 이를 수용하여 계획을 수립해야 됨.
- 지방자치단체는 계획수립 수용성이 낮은 상태임.
- 지역사회 요구가 추가되어야 '라돈관리계획' 수립이 실질적으로 가능하게 됨.



5. ‘라돈관리계획’ 수립

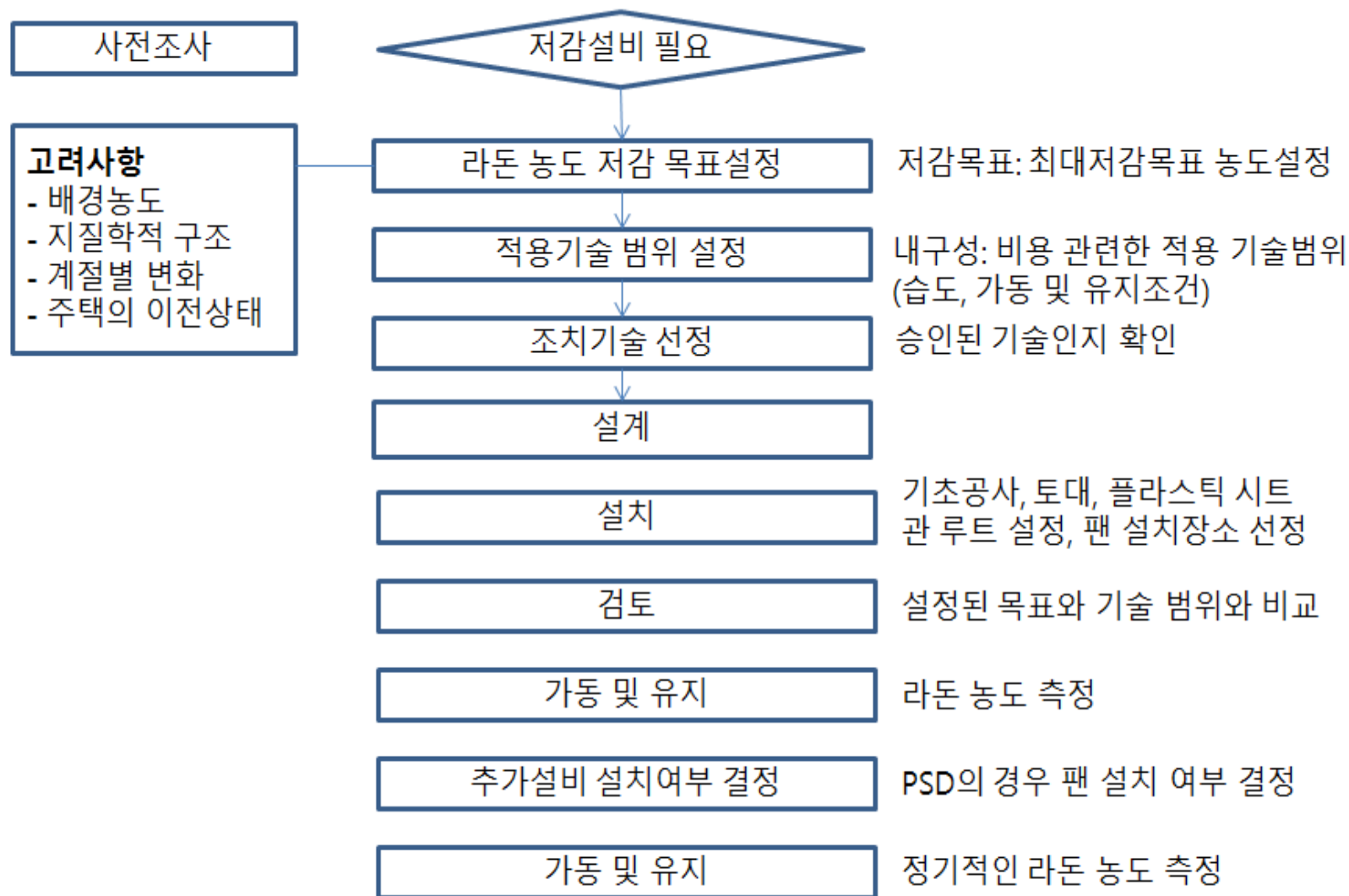
5.2 라돈으로 인한 실내 공기오염 및 건강피해 방지대책

2) 라돈 위해성 소통



5. '라돈관리계획' 수립

5.3 라돈의 실내유입 차단을 위한 시설개선



환경커뮤니케이션의 중심

감사합니다