



‘사용후핵연료 관리에 대한 권고’ 도출 과정과 향후 과제

조성경

명지대 교수 · 전 사용후핵연료공론화위원회 대변인



· 고려대 언론학 박사
· 아주대 에너지공학 박사

· 원자력안전위원회 위원
· 국토정책위원회 위원
· 녹색성장위원회 위원
· 외교부 정책자문위원회 위원
· 명지대 자연교양학과 교수

사용후핵연료 관리의 역사를 담아 현재를 읽어 내일을 그리며 권고문을 채택했습니다. 사용후핵연료 공론화위원회는 2013년 10월부터 2015년 6월까지 609일 동안 대한민국이 지난 37년간 사용후핵연료를 어떻게 관리했는지 분석하고, 국내는 물론 해외 전문가와 이해 관계자, 국민들로부터 이에 대한 생각과 의견을 다양한 방식을 통해 듣고 고민하고 또 들었습니다. 그 치열함과 기다림의 결과물이 ‘사용후핵연료 관리에 대한 권고’입니다.

김치 담그기와 닮은 사용후핵연료 공론화 과정

대한민국 국민은 ‘김치’를 우리 것으로 인정합니다. 엄청 좋아하는 사람도 있고, 그냥 있으니까 먹는 사람도 있고, 싫어하는 사람도 있고, 있어도 그만 없어도 그만인 사람도 있지만 ‘김치’가 우리에게 필요하고 특별한 의미가 있다는 것은 받아들입니다.

김치를 담으려면 반드시 들어가야 할 재료가 있습니다. 배추, 무, 마늘, 고춧가루, 소금입니다. 이외에도 쪽파, 양파, 생강, 사과, 배, 설탕, 찹쌀풀, 갓, 생굴, 생오징어, 살짝 말린 생태 등을 넣기도 합니다. 젓갈의 경우도 딱 정해진 하나가 있지 않고 새우젓, 까나리액젓, 황석어젓, 멸치젓 등 전통이나 취향에 따라 선택합니다.

배추를 소금과 물을 적당량으로 섞어 절입니다. 채를 썬 무를 마늘, 쪽파, 갓, 젓갈, 고춧가루 등과 함께 만든 양념과 함께 버무립니다. 물기를 짰 절인

배추에 쪄켜이 속을 넣습니다. 그리고는 잘 싸서 통에 넣어 보관합니다.

여기까지 함께하면서 '어, 저렇게 하는 거 아닌데' 하는 소리가 곳곳에서 나오고 있을지 모릅니다. 김치 담그기는 딱 떨어지는 정답이 있는 게 아니기 때문입니다. 과정 자체는 단순해 보이지만 실제로 이를 준비하는 과정은 담그는 사람과 상황에 따라 달라집니다.

어떤 재료를 선택하느냐, 재료가 얼마나 신선한가, 소금의 양을 어느 정도 하느냐, 얼마나 매운, 또 색이 선명한 고춧가루를 쓰느냐, 마늘을 손으로 다지느냐 기계로 다지느냐, 젓갈은 무엇을 사용하는가, 생강을 넣느냐 마느냐, 김치를 담그는 사람이 어떤 마음을 갖고 있는가 등 경우의 수는 셀 수 없을 만큼 많습니다. 이 모든 차이는 김치 맛으로 나타납니다. 담은 김치를 어디서 어떻게 얼마나 익히느냐에 따라서도 김치 맛은 완전히 달라질 수 있습니다.

김치를 담가보면 아니 가까이서 김치 담그는 것을 보지만 해도 금세 알 수 있지만 혼자 하는 것은 무리입니다. 함께 하면 할수록 시간도 줄일 뿐 아니라 효율성도 높이고, 중간 중간 맛도 서로 봐가며 조절하기 때문에 김치 맛도 좋아집니다.

역할 배분도 중요합니다. 배추를 씻고 절이는 사람, 속을 만들고 넣는 사람, 재료의 양과 맛을 조절하는 사람, 이 과정에서 필요한 그릇이나 재료를 옮기는 사람, 김치를 꼭 채운 김치 통을 들어 갖다놓는 사람, 뒤처리를 하는 사람은 저마다 역할이 다릅니다. 자기 역할을 지켜야 '함께'하는 것이 더욱 빛을 발합니다.

어떤 사람은 담백한 김치를 좋아하고, 어떤 경우는 젓갈 향이 풍부해야 칭찬을 합니다. 아주 매운 김치에 매료되는 사람도 있고, 간이 조금 세야 흡족해야 맛있다고 하는 경우도 있습니다. 금방 담근 김치를 선호하는 사람도 있지만 충분히 익어야 제 맛이란 사람도 있

습니다.

내 입맛에 맞지 않는다고 김치를 잘못 담은 거라고 이야기할 순 없습니다. 김치를 먹으며 왜 배추 맛이 살아있지 않고 김치 맛이 나느냐고, 마늘이 들어갔으면 마늘 맛이 고스란히 살아있어야지 왜 양념 맛이 나느냐고 투정하는 사람은 없습니다. 재료 고유의 맛매가 살아있는 건 김치가 아니라 샐러드입니다.

재료 여러 가지가 한 데 어울려 각각의 풍미를 뽐내는 게 아니라 새로운 '김치 맛'을 만들어내는 게 바로 김치의 본질이자 매력입니다. 김치 담그는 일은 그래서 창의적인 작업입니다.

사용후핵연료 공론화 과정이야말로 김치 담그기와 닮았습니다. 사용후핵연료 공론화위원회의 '사용후핵연료 관리에 대한 권고'가 바로 이렇게 담근 김치가 아닌가 싶습니다.

불신의 벽을 뚫고 실천의 가능성을 높여가야

사용후핵연료 공론화위원회가 의견을 듣는 과정에서 마주친 강력한 도전은 곳곳에 파리를 틀고 있는 불신이었습니다. 정부에 대한, 전문가에 대한, 지역 주민에 대한, 국회에 대한, 시민 사회 단체에 대한, 위원회에 대한, 국민에 대한 서로의 불신이 문제를 바로 찾는 데 가장 높은 장벽이었고, 문제를 풀어가는 데 가장 큰 장애였습니다. 혹시라도 이 불신이 위험을 불러오거나 국민의 안전에 위해를 가하는 일이 발생하지 않을까 우려를 넘어 두려움을 갖기도 했습니다. 신뢰를 회복하는 것, 이것이 국민을 보호할 수 있는 안전한 사용후핵연료 관리의 첫걸음입니다.

사용후핵연료 공론화위원회는 사용후핵연료 관리 현황은 어떠한지, 저장 용량 초과분을 누가 언제까지 어떻게 관리할 것인지, 재활용 혹은 재처리의 필요성과 실현



가능성은 어느 수준인지, 처분은 언제, 어떻게, 누가 해야 하는지 등에 대한 심층 검토와 의견 수렴을 바탕으로 사용후핵연료를 어떻게 관리할 것인지에 대한 방향성을 찾고 구체적인 방안을 제시하고자 노력했습니다.

실제 사용후핵연료 관리가 공의롭고 투명하게 이루어지는 데 필요한 법과 제도, 관리 주체 및 체계에 대해서도 고민하였습니다. 이를 준비하기 위한 정책 실행 주체에 대해서도 검토했습니다. 모든 논의는 기술적, 공학적 안전성을 대전제로 이루어졌습니다. 어떠한 형태든 '함께'하고자 애썼습니다. 최선이라고 할 수는 없지만 최선에 가까이 가려고 노력했고 이를 바탕으로 정부에게 사용후핵연료 관리 방안에 대해 진지하게 권고하였습니다.

튼금없이 나온 숫자나 근거 없이 제시된 제안은 없습니다. 현행법과 전문가 견해, 이해 관계자들의 주장, 앞서 간 다른 나라의 사례, 현실과 여론, 조사 결과, 그리고 지금까지 '공론화'라는 이름을 걸고 제시되었던 결과물에 뿌리를 두고 있습니다.

위낙 생각과 의견의 폭과 깊이가 다르고 상호 배타적이어서 절충이나 조율 자체가 불가능한 경우가 많았습니다. 회피하거나 포기하지 않았습니다. 정직하게 현실을 수용하고 국민을 안전하게 보호하고 국민이 공감할 수 있는 사용후핵연료 관리 방안을 함께 만든다는 원칙을 지키며 완주했습니다.

그동안 과거에 집착해 현재를 보지 못한 채 미래를 준비하지 못했습니다. 그 틈새로 사용후핵연료 문제는 이념과 연계되어 고차 방정식이 되었습니다. 신뢰가 10그램도 안 되는 상황에서 수 천 톤의 위험과 불평등의 문제를 동시에 풀어나가야 하는 상황입니다. 이것이 책무이자 현실입니다.

현 시점에서 중요한 것은 사용후핵연료 관리에 대한 권고안을 평가하는 것이 아닙니다. 오히려 이를 인정하

고 어떻게 실현할 것인가에 대해 초점을 맞추는 것이 필요합니다. 그들 때문에 안된다가 아니라 우리가 어떻게 달라지면 될까를 고민하면서 함께 실천의 가능성을 높여 가야 합니다.

그동안 정부가 회피하고자 했던 사회적 위험은 사용후핵연료 관리 정책의 부재로 인해 국민이 맞이해야 하는 위험과는 비교도 되지 않습니다. 정부가 두려워해야 할 것은 정치적 압박이나 권력의 상실이 아닙니다. 정부가 정말 두려워해야 할 것은 국민의 외면이고 불신의 창궐입니다.

이를 넘어서기 위해서는 정부의 용기가 필요합니다. 경제적 가치뿐 아니라 역사와 문화의 가치를 더해주는 것이 중요합니다. 그리고 지금 당장 시작해야 합니다. 물론 국회 역시 포퓰리즘과 존재 과시의 유혹으로부터 과감히 탈피해 국민을 위험으로부터 지키기 위한 즉각적인 행동에 들어가야 합니다.

무엇을 잘못했는가를 찾아 야단치기보다는 혹시 조금 더 안전하게, 조금 더 효과적으로 실천할 수 있도록 이야기를 듣고 힘을 보태주어야 합니다. 사용후핵연료 문제는 우리의 문제이고 함께 풀어야 할 숙제이기 때문입니다. 이 문제를 풀지 않고는 더 이상의 에너지 안보를 담보하기 어렵기 때문입니다. 무엇보다 지금 당장 실천에 옮겨야 합니다.

앞으로 사용후핵연료 관리 정책을 만들어가는 과정에서 정부는 자기 검열과 낯선 융합을 통해 창의적 동력을 만들 수 있을 것으로 기대합니다. 전문가는 하고 싶은 연구가 아닌 사회적 문제 해결을 위한 기술 개발을 통해 국민의 신뢰를 회복할 수 있을 것으로 기대합니다. 국회는 당리당락을 넘어 국가와 국민을 위하는 것이 무엇인지 보여주는 박수 받는 사례를 만들 수 있을 것으로 기대합니다. 대한민국 사회가 '함께'의 힘을 보여주며 자신감을 되찾을 수 있을 것으로 기대합니다.



6월 16일 국회에서 진행된 제2차 사용후핵연료 공론화 국회토론회. 사용후핵연료 공론화 위원회는 정직하게 현실을 수용하고 국민을 안전하게 보호하고 국민이 공감할 수 있는 사용후핵연료 관리 방안을 함께 만든다는 원칙을 지키며 완주했다.

대한민국이 37년간 묵혀둔 난제를 풀면서

지금까지는 사용후핵연료가 주인공이었습니다. 사용후핵연료 공론화위원회는 논의의 주인공이 사용후핵연료가 아니라 국민이라는 것을 마음에 새겼습니다. 공론화의 목적은 국민을 안전하게 보호하고, 국민이 공감할 수 있는 사용후핵연료 관리 방안을 마련하는 것입니다. ‘국민을 안전하게 보호하고’ 라는 문장에 위원회의 철학이 녹아 있고, ‘국민이 공감할 수 있는’ 이란 문장에 이해 관계자와 전문가를 포함한 국민의 의견을 담아 지속 가능한 정책 방향을 권고하는 위원회의 사명이 담겨 있습니다.

토론회, 타운홀미팅, 포럼, 간담회, 설명회, 설문 조사, 공론 조사, 심층 인터뷰, 회의, 온라인 의견 수렴 등 명칭은 다양하지만 사용후핵연료 공론화위원회는 원전소재 지역 특별위원회와 함께 2013년 10월부터 2015년 6월까지 20개월 동안 언제나 국민의 안전을 핵심에 두고 논의를 진행했고 지혜를 모아왔습니다.

이번 권고보고서는 대한민국 역사상 처음으로 전문가

와 시민 사회의 거듭되는 노력으로 법제화된 절차를 통해 국민의 생각을 담아 원칙을 준수하며 지은 고민과 논의의 창의적 보고(寶庫)입니다. 국민 스스로가 국가를 넘어 인류의 숙제를 풀 수 있는 토대를 마련하고, 이 토대 위에 사용후핵연료 관리의 역사를 우리 스스로 써나가며 책임을 완수하겠다는 준엄한 약속입니다.

사용후핵연료 관리 방안을 완성하기 위해서는 지금까지 나온 사용후핵연료뿐 아니라 앞으로 나올 사용후핵연료에 대해서도 준비를 해야 합니다. 위원회는 정부가 사용후핵연료 발생량과 관련해 에너지 정책이라는 큰 틀에서 논의를 진지하게 이어갈 것을 제안합니다. 무엇보다 국민의 신뢰를 얻기 위한 정부의 분골쇄신(粉骨碎身)이 요청되는 시점입니다.

사용후핵연료 공론화위원회는 2만 7천여 명이 의견을 나누고 온라인을 통해 35만여 명의 생각이 펼쳐진 이번 권고보고서가 대한민국 사회를 책임지는 사회, 서로가 서로에게 배려하는 사회로 변화시키는 밑알이 되기를 기대합니다.



사용후핵연료 관리 방안 마련을 위한 정책적 권고

대한민국은 지난 37년 간 원자력발전을 가동해왔고 이와 함께 사용후핵연료도 쌓였습니다. 사용후핵연료 문제는 다루기 까다롭습니다. 그렇다고 또 미루면 감당하기 어려운 상황에 봉착할 게 분명합니다. 사용후핵연료는 임시 저장 시설 안에 있습니다. 그런데 더 이상 넣어둘 여유가 없습니다. 사용후핵연료가 옮겨 갈 새 집이 당장 필요합니다. 이것은 국민의 안전을 위한 선택의 문제가 아니라 필수입니다.

사용후핵연료 공론화위원회는 국가의 현실을 직시하고 검증된 기술로 사용후핵연료의 위험으로부터 국민을 안전하게 보호할 수 있는 구체적인 관리 방안과 지속가능한 정책이 절실하게 필요하다고 판단했습니다. 대한민국 사용후핵연료 관리의 마지막 단계는 처분입니다. 그 과정에서 신뢰할 수 있는 국제 통용 기술이 완성될 경우 국민의 공감을 토대로 활용하는 것이 바람직합니다.

이번 권고는 원전 지역의 자율성을 강화하여 안전과 동시에 형평성의 가치를 실현하고 사용후핵연료 관리 정책의 준비부터 실행 후 지속 가능성까지 담보하는 데 기반이 될 것으로 판단됩니다. 20개월간의 체계적 학습과 생각의 공유, 치열한 논의를 바탕으로 다음과 같이 권고하고자 합니다.

1. 사용후핵연료 관리 정책의 최우선 원칙은 국민의 안전입니다. 사용후핵연료는 국가의 책임 하에 안전하고, 효과적으로 관리되어야 합니다. 선택한 관리기술이 관련 전문가들로부터 입증된 것이어야 하며, 기술 적용의 결과가 미래세대에게 과도한 부담을 주지 않아야 합니다.
2. 현재 임시 저장 시설에 보관 중인 사용후핵연료를

저장 용량이 초과되거나 운영 허가 기간이 만료되기 전에 안정적인 저장 시설을 마련하여 옮기는 것을 원칙으로 합니다.

2015년 6월 현재 경수로에서 발생된 사용후핵연료는 각 원자력발전소 안에 있는 임시 저장 시설, 즉 수조에 보관 중입니다. 임시 저장 시설의 용량을 고려할 때, 고리 원전은 2016년, 한빛은 2019년, 한울은 2021년, (신)월성은 2022년부터 포화될 것으로 예상되었으나 같은 부지 안에서 여유 있는 임시 저장 시설로 옮겨 보관하는 호기 간 이동이나 조밀저장대의 내부 설치를 통해 고리는 2028년, 한빛은 2024년, 한울은 2026년, 신월성은 2038년까지 포화예상시점을 미뤄둔 상태입니다. 가동 예정인 신고리 3, 4호기(울주)는 이르면 2036년 포화될 것으로 보입니다. 중수로인 월성 원전의 경우 6년 이상 임시 저장 수조에서 열을 식힌 사용후핵연료를 원전에 설치된 건식 저장 시설에 옮겨 저장하고 있습니다. 건식 저장 시설의 포화 예상 시점은 2019년입니다.

사용후핵연료를 부지 내에서 운반한다는 것은 경수로 원전에서 호기 간에 옮기는 과정과 중수로 원전에서 보조 건물 안의 임시 저장 수조로부터 보조 건물 바깥의 건식 저장 시설로 옮기는 것을 말합니다.

위원회는 운반 과정에서 수반되는 사용후핵연료의 온도 변화와 간격을 좁혀 보관하는 과정에서 사용후핵연료의 건전성과 저장 시설의 안전성에 변화는 없는지 확인하기 위해 원자력안전위원회에 검증을 요청했습니다. 원자력안전위원회는 현재 건전성과 안전성이 유지되고 있음을 공식적으로 확인했습니다. 그러나 저장 용량과 절차 등을 감안할 때 이와 같은 방식으로 계속 둘 수는 없습니다. 경수로의 경우는 2024년 이전에, 중수로의 경우는 2019년 이전에 새로운 저장 시설을 만들어 저장해야 할 것으로 판단됩니다.



사용후핵연료공론화위원회 위원들이 스웨덴 Aspo 암반연구시설을 시찰하고 있다.

3. 정부는 2051년까지 처분시설을 건설하여 운영해야 합니다. 이를 위해 처분시설 부지 혹은 부지 조건과 유사한 지역에 지하연구소(URL)의 부지를 2020년까지 선정하고, 건설 과정에 착수하여 2030년부터는 실증 연구를 시작하는 것이 바람직합니다.

원자력안전법 시행령 제2조제9호에 따르면, 영구 처분이란 방사성폐기물을 회수할 의도 없이 인간의 생활권으로부터 영구히 격리하는 것을 말합니다. 세계적으로 큰 틀에서 구분하는 사용후핵연료 관리의 경로는 두 가지입니다.

하나는 직접 처분 방식으로 사용후핵연료를 추가적으로 사용하지 않고 폐기하는 것입니다. 이는 원자력발전소에서 발생한 사용후핵연료를 자연으로 돌려보내는 것을 목적으로 합니다. 이를 위해서는 처분시설이 필요합니다.

또 다른 하나는 사용후핵연료에서 에너지를 갖고 있는 성분들을 추출해 재사용하는 방식입니다. 이를 위해서는 재처리 과정과 전용 시설이 필요합니다. 재처리 과정

을 거치면 폐기물의 양은 감소될 수 있으나 불가피하게 중저준위와 고준위 방사성폐기물이 배출되기 때문에 처분시설은 역시 필요합니다. 연구용 원자로에서 배출되는 사용후핵연료나 원전 해체 과정에서 발생하는 고준위 방사성폐기물도 있으므로 처분시설은 없어선 안 될 시설입니다.

중수로에서 나온 사용후핵연료는 경제성 측면과 관련 기술을 고려할 때 재활용 가능성이 지극히 낮습니다. 중수로의 사용후핵연료는 핵비확산 측면에서도 제약이 따를 수 있습니다. 중수로 사용후핵연료를 보관하고 있는 저장 시설 중 설계수명이 2041년에 종료되는 것이 있습니다. 운영 허가 기간을 절차에 따라 10년 연장하더라도 2051년부터는 보관 중인 사용후핵연료를 처분시설로 옮겨야 하는 상황입니다. 경수로에서 나온 사용후핵연료는 중수로에 비해 열과 독성이 강한 특성을 갖고 있으므로 처분 방식의 차별화가 필요합니다. 그러나 두 경우 모두 심지층 처분을 기본으로 하고 있으므로 중수로 사용후핵연료의 처분 시점을 고려하여 같은 부지에서 관리하는 것이 효과적입니다. 따라서 2051년 전까지 처분시설을



건설하고 2051년부터는 운영에 들어가는 것이 바람직합니다.

2051년부터 처분시설을 운영하기 위해 반드시 거쳐야 할 단계는 지하연구소(URL: Underground Research Laboratory)에서의 실증 연구입니다. 지하연구소(URL)는 처분장과 유사한 조건에서 사용후핵연료를 여러 가지 방법으로 안전하게 처분할 수 있는지를 장기간에 걸쳐 입증하고, 실제 처분장을 건설하는 데 필요한 인허가 데이터를 축적하기 위해 반드시 필요합니다.

처분시설을 운영하기 최소한 15년 이전까지 공학적 방법의 개념과 성능, 처분 요소 기술에 대한 실증을 마무리하고 건설 인허가 준비를 시작해야 합니다. 또한 이러한 실증 시설을 국민들이 체험하고 이성적, 감성적으로 받아들일 수 있는 시간을 감안한다면 2030년부터는 지하연구소(URL)를 운영하는 것이 바람직합니다.

이를 위해서는 2020년까지 지하연구소(URL) 부지를 선정하고 인허가를 포함한 건설 과정에 착수하는 것이 필요합니다. 물론 이 전에 부지 선정과 관련한 규제 기준을 마련해야 하는 것은 주지의 사실입니다. 이에 대한 구체적인 실행 계획은 별도의 절차를 거쳐 수립하는 것이 바람직합니다.

4. 사용후핵연료 처분시설과 지하연구소(URL)가 들어서는 지역에 주민이 참여하는 「환경감시센터(가칭)」를 설치합니다. 삶의 질을 높이고 안정적 경제 기반을 구축하기 위해 지역에 비용을 지불하는 것이 바람직합니다. 첫째, 사용후핵연료 연구 및 관리 기관을 포함한 유관 기관을 지역에 두고 일자리 창출과 지역 경제 활성화에 이바지합니다. 둘째, 사용후핵연료 처분지원수수료를 지자체에 납부합니다. 셋째, 자연을 최대한 보존하고 여건을 고려한 도시 개발 계획을 수립하고 초기 비용은 특별지원금으로 부담합니다.

기술적이고 공학적인 안전은 기본입니다. 이와는 다른 차원에서 지역 주민이 위험을 감시할 수 있도록 하는 것은 안전 신뢰 측면에서 매우 중요합니다. 처분시설이 위치한 지역에 지역 주민과 전문가들이 직접 참여하는 환경감시센터(가칭)를 설립해 운영하는 것이 바람직합니다.

처분시설과 지하연구소(URL)가 위치하는 지역에 적절한 형태의 비용을 지불하는 것이 필요합니다. 어떤 형태의 비용을 어떻게 지불할 것인가의 문제는 여건과 문화에 따라 다를 수 있습니다. 다양한 사례를 통해 세금 등의 형태로 해당 지자체에 납부하는 방식이 지역의 경제 성장과 지역 주민의 지원 체감에 기대만큼 성과를 발휘하지 못한다는 것을 확인했습니다. 보다 현실적으로 지역 경제 활동에 긍정적인 영향을 미치고, 지역 주민의 삶의 질을 높일 수 있는 방식이 필요합니다.

안정적인 일자리 창출은 지역 경제에 큰 영향을 미칠 수 있습니다. 적정 수준의 인구 유입은 지역 경제의 활성화를 이끌 수 있습니다. 외부에서 들어온 사람들이 지역 문화에 적응하고 지역 주민과 시간과 공간을 공유할 수 있도록 하는 것이 중요합니다.

주어진 여건과 공감대를 바탕으로 할 때, 처분시설과 지하연구소(URL)가 위치하는 지역에 세 가지 형태로 비용을 지불하는 것이 바람직합니다.

첫째, 사용후핵연료 연구 기관과 관리 기관을 포함한 유관 기관을 해당 지역에 유치함으로써 일자리를 창출하고 지자체의 세수를 확보하는 것이 필요합니다.

둘째, 사용후핵연료를 처분하는 양에 따라 처분지원수수료를 지자체에 납부하는 것입니다. 중·저준위 방사성폐기물 처분에 대해서는 이미 중·저준위방사성폐기물처분시설의유치지역지원에 관한 특별법 시행령 제31조에 근거하여 실행 중인 방식입니다. 처분되는 사용후핵연료 양에 따라 어느 정도의 처분지원수수료를 지불할



스위스 수도 베른시 남동쪽 120km지점인 구타넨 마을에 위치한 나그라의 지하 연구시설인 그림젤 연구소(GTS) 전경. 우리의 지질환경과 사회적 여건을 감안할 때 처분시설이 운영되기 전이라도 2020년에 지하연구소(URL) 부지를 선정하는 동시에 처분 전 보관 시설 건설 과정에 착수하여 사용후핵연료를 옮겨 보관하는 것이 필요하다.

것인가에 대한 것은 객관적 데이터를 근거로 산정해야 할 것으로 판단됩니다.

셋째, 지역이 갖고 있는 천혜의 자연을 최대한 보존하면서 주어진 문화적, 사회적 여건을 고려하여 지역의 특성을 극대화할 수 있는 도시 개발 계획을 수립하고 창의적인 도시로 개발하는 것이 중요합니다. 계획 수립 과정에서 지자체와 긴밀하게 협의하여 최선의 방안을 찾아야 할 것입니다. 이 계획은 처분시설이 운영되기 전에 수립하고, 계획 실행 초기에 들어가는 매몰 비용은 정부가 특별지원금으로 부담하는 것이 바람직합니다.

5. 처분시설이 운영되기 전이라도 2020년에 선정된 지하연구소(URL) 부지에 처분 전 보관 시설을 건설하여 처분 전까지 보관할 수 있도록 합니다. 불가피한 경우 각 원전 안에 단기 저장 시설을 설치하여 처분 이전까지 사용후핵연료를 보관할 수 있습니다. 이와 함께 국제 규범이 허용하고 있는 국제 공동 사용후핵연료 관리 시설 마련을 위해 국가 간의 긴밀한 협력 등 이를 구체적으로 실현하려는 노력이 필요합니다.

우리는 늦어도 2051년부터 처분을 시작해야 하며, 현재 임시 저장 중인 사용후핵연료를 저장 용량이 초과되거나 운영 허가 기간이 끝나기 전에 안정적인 저장 시설로 옮겨야 합니다. 따라서 고리의 경우 2029년부터 22년 동안, 한빛의 경우 2025년부터 26년 동안, 월성의 경우 2020년부터 31년 동안, 한울의 경우 2027년부터 24년 동안 처분 이전까지 보관할 수 있는 안정적인 저장시설이 필요합니다.

현재 31개국에서 438기의 원전을 운영하고 있습니다. 이 중 원자로 격납건물 안에 위치한 임시 저장 시설을 제외하고 사용후핵연료 저장 시설을 운영중인 나라는 25개국입니다. 25개국 중 13개국, 즉 52%가 원전 안에 저장 시설을 두고 있으며, 28%에 해당하는 7개국은 원전 밖에 저장 시설을 갖고 있습니다. 일본, 중국, 영국, 독일, 스위스 등 5개국은 원전 안과 밖에 모두 저장 시설을 갖고 있습니다.

새로운 저장 시설을 별도의 독립 부지에 건설할 경우 관련 규정에 따라 부지 적합성 등의 평가가 선행되어야 합니다. 원전 안에 설치할 경우 별도의 부지 요건이 고려



될 필요 없이 원전 부지의 확장 개념이 적용될 수 있습니다. 원전 부지 밖에 부지가 확보되고 새로운 저장 시설이 마련되어도 현재의 운반, 저장 기술 및 적용 가능성 문제를 짚어봐야 합니다.

원전 내에서의 운반은 육상 운반의 체계 및 인허가 확보 등으로 기술적 완성과 경험을 갖고 있으나, 새로운 저장 시설이 원전 밖에 설치될 경우는 해상 운반이 필요하므로 관련 기술과 체계를 확보해야 합니다. 또한 도로, 철도, 해상을 포함한 운반 경로의 위험도 평가를 통한 사고 유형 파악과 사고 평가, 민간 방사선량 평가가 이루어져야 합니다. 국내 도로 운반은 교량의 법적 용량이 40톤인 반면, 사용후핵연료의 경우 운반용기와 차량 중량을 포함하면 약 150톤이 넘기 때문에 별도의 조치가 불가피합니다. 경사면과 커브 길이 많은 국내 지형도 고려해야 합니다. 철도 이용도 현재 원전 부지에는 철도가 연결되지 않았다는 점이 제한점으로 작용합니다.

중요한 것은 현재의 사용후핵연료를 그대로 둘 수 없다는 사실입니다. 또한 국민의 안전 최우선 원칙에 따라 운반을 최소화하는 것이 바람직합니다. 우리의 지질환경과 사회적 여건을 감안할 때 국토 곳곳에 사용후핵연료 관리시설을 둘 수는 없는 것이 현실입니다. 따라서 처분 시설이 운영되기 전이라도 2020년에 지하연구소(URL) 부지를 선정하는 동시에 7년~10년 정도 소요될 것으로 예상되는 처분 전 보관 시설 건설 과정에 착수하여 사용후핵연료를 옮겨 보관하는 것이 필요합니다.

처분 전 보관 시설은 사용후핵연료를 처분하기 전에 필요한 검사 절차를 진행할 수 있으며, 임시 혹은 단기 저장 시설에 더 이상 사용후핵연료를 보관하기 어렵거나 처분시설의 운영이 지연될 경우 안전하고 안정적으로 처분 전까지 저장할 수 있는 시설입니다. 무엇보다 처분 전 보관 시설과 관련해서는 과학적 기준에 근거하여 사전에 충분한 검토와 논의를 거쳐 규제 기준과 인가 절차를 마

련하는 것이 매우 중요합니다.

한편, 각 원전별 조기 포화 시점 도래 등 특별한 상황이 발생할 경우 현재의 임시 저장 시설에 보관 중인 사용후핵연료를 원전 안에 단기 저장 시설을 설치한 후 처분 전 보관 시설로 옮기기 전까지 일시적으로 보관하는 것이 위험의 발생 확률과 영향 범위를 최소화할 수 있는 방안인 것으로 판단됩니다. 경수로의 경우 원전 부지 안에 습식 저장 시설을 확대하는 것보다 건식 저장 시설을 설치하는 것이 합리적이라는 것을 후쿠시마 사례를 통해 알 수 있습니다. 다만, 원전 부지 내에 단기 저장 시설을 건설하는 경우 이 시설이 원자력안전법 제2조 제10항에서 규정한 원전의 관계 시설의 범주에 들어간다 하더라도 이 법적 조항을 적용하기보다는 실제 기능과 역할에 적합한 새로운 정의가 필요할 것으로 판단됩니다.

사용후핵연료 관리 문제는 원전을 운영하고 있는 국가 모두에게 해결해야 할 숙제로 주어져 있습니다. 각 국가마다 기술적 여건과 사회적 환경이 상이하므로 해결 방안은 다를 수 있습니다. 하지만 물리적으로 저장할 수 있는 공간은 모든 국가에게 반드시 필요합니다. 따라서 '국제공동 사용후핵연료 관리시설'에 대한 가능성을 타진하고 국가 간의 긴밀한 협력과 국제기구와의 충분한 소통을 바탕으로 이를 구체적으로 실현하려는 노력도 필요합니다.

6. 만약 원전 안에 단기 저장 시설을 설치하여 한시적으로 사용후핵연료를 보관할 경우 「사용후핵연료 보관 비용」을 지불합니다. 투명하고 효과적인 비용 적립과 관리를 위해 주민재단(가칭)을 지역에 설립하여 운영합니다. 현재 원전 안에 있는 사용후핵연료 대해서도 합리적인 비용 지불에 대해 정부와 해당 지역 간에 구체적인 협의를 하는 것이 필요합니다.

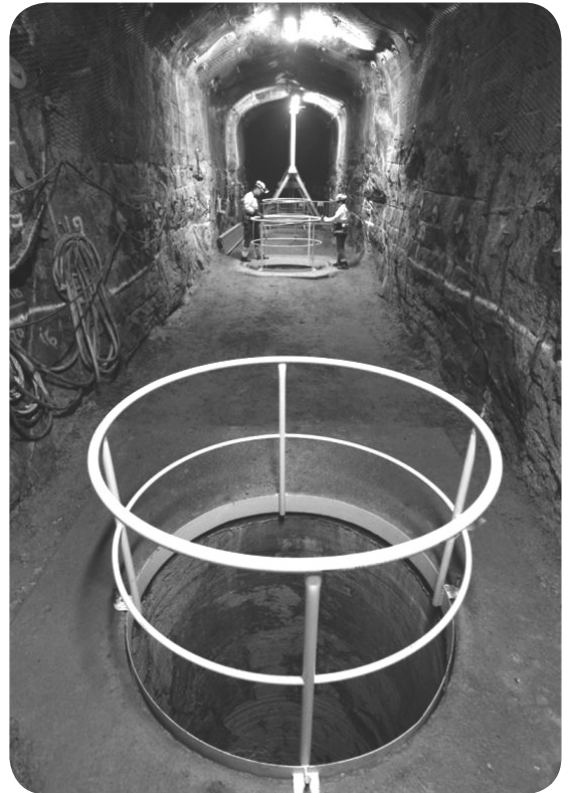
원전 소재 5개 시군(경주시, 기장군, 울주군, 영광군,

울진군)이 참여한 원전소재지역행정협의회는 사용후핵연료 보관에 따른 정당한 보상 차원의 과제에 대해 2011년 정부에 건의했으며, 과제 부담에 대해 지속적으로 의견을 개진하는 것으로 알려졌습니다. 사용후핵연료 보관 비용은 여건과 실효성을 감안할 때 부담금 형태로 부과하는 것이 조세보다 적절할 것으로 보입니다. 중요한 것은 세금이나 부담금이나의 문제가 아니라 사용후핵연료 보관에 대한 추가 지불을 수용할 수 있다는 인식의 공유입니다.

사용후핵연료 보관 비용은 매년 보관량에 따라 지불되되, 처분시설 혹은 원전 밖의 특정 시설로 이전하기 전까지 지속하는 것을 원칙으로 합니다. 그 용도와 목적을 명확히 하는 것도 중요합니다. 사용후핵연료 보관 비용은 지역 주민의 삶의 질을 높임으로써 보다 살기 좋은 지역으로 만들어가는 데 온전히 사용될 수 있도록 제도적 장치를 마련하는 것이 필요합니다. 이를 위해 '주민재단(가칭)'을 지역에 설립하여 투명하고 효과적으로 비용을 적립하고 관리하는 것이 바람직합니다. 재단 이사장은 지역 주민의 신뢰를 받고 재단의 운영 능력을 겸비한 자로 지자체장이 위촉하고, 이사장이 추천하는 전문가와 해당 지역 주민을 중심으로 운영할 수 있습니다.

7. 사용후핵연료의 저장, 운반, 처분 및 독성과 부피를 줄이기 위한 기술 개발의 우선순위를 정하고, 단계별 세부 계획을 수립하여 실행해야 합니다. 이를 위해서는 규제 기준을 제시하는 것이 무엇보다 시급합니다. 또한 다양한 전문가들이 사회적 책무를 갖고 기술 개발을 주도할 수 있도록 제도적 장치를 마련하여 통합적 시스템을 운영해야 합니다.

대한민국에서 원자력 관련 연구 개발이 시작된 이래 2014년 말까지 정부가 연구개발에 투입한 총비용은 4조



핀란드 올킬루오토섬에 위치한 온칼로 사용후핵연료 최종처분시설

5,060억 200만원입니다. 산업통상자원부에서 집행한 예산의 재원은 전력산업기반기금과 방사성폐기물관리기금입니다. 미래창조과학부에서 집행한 예산은 일반회계와 원자력연구개발기금을 재원으로 합니다. 현재까지 집행된 원자력 관련 연구 개발 예산 중 사용후핵연료 관련 연구 개발에 투자된 예산은 전체 투입 예산의 8.4%에 해당합니다. 이 중 66.5%는 재활용, 6.0%는 운반, 3.8%는 저장, 23.7%는 처분 관련 기술 개발에 집행되었습니다.

사용후핵연료 관리 문제는 당장 풀어야 할 문제부터 장기적인 차원에서 접근해야 할 문제까지 산재합니다. 현안을 해결하지 못할 경우 단순히 사용후핵연료 관리에



만 영향을 주는 것이 아니라 국민 생활과 국가 경제에 심각한 상황을 초래할 수 있습니다. 국민의 안전에 치명적인 위해를 가할 수 있습니다. 사용후핵연료 문제를 풀기 위한 핵심에는 기술이 있습니다.

현재 기술적, 정치외교적 여건을 고려할 때 사용후핵연료 관리 방안으로서 재처리를 선택하는 것은 불가능합니다. 2011년부터 진행 중인 한미 핵연료주기 공동 연구를 통해 재활용 기술을 개발하고 있습니다. 그러나 실제로 사용후핵연료를 재활용하거나 방사성 독성이나 부피를 줄이려면 상당 시간이 소요될 것으로 보입니다.

재활용은 위험을 줄이기 위해 새로운 위험을 감수해야 한다는 것을 의미하기 때문에 전문가들뿐만 아니라 국민들의 이해와 동의가 필요합니다. 그러나 사용후핵연료의 독성과 부피를 줄이기 위한 기술 개발은 계속되어야 합니다. 처분 면적을 최소화할 수 있는 방안은 지속적으로 강구되어야 합니다. 현재 진행 중인 기술 개발 이외에 다른 분야 기술과의 융합을 통해 기술 개발을 다각화하는 것이 반드시 필요합니다.

2051년부터 처분시설을 운영하기 위해서는 처분 기술은 물론 운반과 저장 기술도 세계 수준으로 올려놓아야 합니다. 장기적으로 볼 때 시설물의 노화 문제도 다루어야 합니다. 기술 개발 우선순위를 정하고 이에 따라 단계별로 기술 개발 세부 계획을 만들어야 합니다. 또한 기술 개발 우선순위에 적합하도록 예산을 배정해야 합니다. 기술 개발 목표를 달성하기 위해서는 전문 인력이 반드시 필요하며, 전문 인력 육성은 지속적으로 이루어져야 합니다.

현실적 요구를 수용하여 실제 사용후핵연료를 안전하게 관리할 수 있는 기술 개발을 적기에 효과적으로 하는 것은 매우 중요합니다. 가장 먼저 해야 할 것은 사용후핵연료 관리 단계별 규제 기준을 마련하는 것입니다. 규제 기준 없이 기술 개발을 할 경우 결과물이 가치를 상실할

가능성을 배제할 수 없습니다. 따라서 기술 개발 이전에 선행되어야 할 것이 원자력안전위원회의 규제 기준 개발이라는 것을 다시 한 번 강조하고자 합니다.

국가 차원에서 기술 개발에 대한 투자와 우선순위에 따른 투자 규모는 정부의 실천 의지와 책임의 무게를 보여주는 의미 있는 지표입니다. 원자력 전문가들이 전유한 관련 기술 개발의 공간에 여러 분야 전문가가 적극적으로 참여하는 것이 절실합니다. 이러한 전문 분야의 융합은 원자력 기술을 지원하기 위한 주변부 기술이 아니라 사용후핵연료 문제를 풀 수 있는 핵심 기술입니다. 각 분야의 전문가들이 사회적 책무를 갖고 기술 개발을 주도할 수 있도록 제도적 장치를 견고하게 마련하고 통합적 시스템을 운영해야 합니다.

8. 사용후핵연료 관리의 안전성과 더불어 책임성, 안정성, 효율성, 투명성을 담보하는 것이 바람직합니다. 이를 위해 정부, 민간사업자, 국민이 공사의 지분을 공유하고, 사용후핵연료 관련 기술 개발과 단계별 관리를 책임지는 「사용후핵연료 기술·관리공사(가칭)」를 설립하는 것이 바람직합니다.

국내외 여건을 고려할 때 사용후핵연료를 국가 책임 하에 안전하고 안정적으로 관리하기 위해서는 사용후핵연료 기술·관리공사(가칭)를 설립하는 것이 합리적입니다. 특히 정부, 민간사업자, 국민이 관리공사의 지분을 공유하게 함으로써 사용후핵연료 관리의 안전성과 더불어 책임성, 안정성, 효율성, 투명성을 담보하는 것이 바람직합니다.

전담 공사를 설립할 경우 지역 사회의 일자리 창출을 포함해 다각도에서의 지역사회 이바지가 가능합니다. 새로운 주체가 사용후핵연료 관리 사업을 추진할 경우 전문성과 융합 창의성을 바탕으로 사회적 신뢰를 높이



월성 원전 내부에 있는 사용후핵연료 건식 저장 시설

는 데 기여할 수 있습니다. 하지만 정부가 공공기관 기능 조정을 통해 유사·중복 업무를 해소한다는 계획을 추진하고 있는 시점에서 새로운 공사를 설립한다는 것이 부담입니다. 그러나 국민의 안전이 이와는 비교도 할 수 없는 최우선 가치라는 점을 기억해야 합니다. 정부가 추진하는 민간 자본의 참여 유도 측면에서도 그 가치가 부합합니다. 따라서 정부가 계획 중인 R&D·교육, 에너지, 산업진흥, 보건·의료, 정책 금융, 환경 등 6대 분야에 대한 기능 조정 과정에서 사용후핵연료 기술·관리공사(가칭)설립도 함께 추진하는 것이 바람직할 것으로 보입니다.

9. 사용후핵연료 관리의 투명성, 안정성, 지속 가능성을 담보하고 정책의 신뢰성을 확보하기 위해 「사용후핵연료 특별법(가칭)」을 조속히 제정하고 필요할 경우 기존의 법령을 개정합니다.

법령의 정비는 사용후핵연료 관리에 대한 국민의 이해와 정책에 대한 국민의 신뢰에 큰 영향을 미칠 수 있습니

다. 사용후핵연료 관련 용어의 정의를 명확히 해야 합니다. 우선, 방사성폐기물, 저준위 방사성폐기물, 중준위 방사성폐기물, 중저준위 방사성폐기물, 고준위 방사성폐기물, 사용후핵연료에 대한 개념을 방사선량, 발열량, 피폭 선량 등과 같은 과학기술적 기준에 의해 정비할 필요가 있습니다.

사용후핵연료의 저장과 관련한 용어도 명확한 기준에 의해 상식적인 차원에서 이해할 수 있도록 정의하는 것이 바람직합니다. 현재 사용 중인 저장 관련 용어에는 임시 저장, 저장, 중간 저장, 건식 저장, 습식 저장, 단기저장 등이 있습니다. 이 중 중간 저장(원자력안전법 시행령 제2조제10호, 사용후핵연료 중간저장이란 원자로의 연료로 사용된 핵연료물질이나 그 밖의 방법으로 핵분열시킨 핵연료물질을 발생자로부터 인수하여 처리 또는 영구 처분하기 전까지 일정 기간 안전하게 저장하는 것을 말한다.)만이 법적으로 규정되어 있습니다. 관리 주체를 기준으로 저장의 형태나 목적, 기간이 제시되지 않아 모호한 부분이 있습니다.

원자로에서 나온 사용후핵연료를 저장하는 것은 차폐



를 기본으로 두 가지 목적이 있습니다. 냉각과 보관입니다. 임시 저장은 보관보다는 냉각에, 단기 저장 시설은 냉각보다는 보관에 무게 중심이 있습니다. 원전 부지 안에 설치하게 될 단기 저장 시설의 목적, 기간, 규제 기준 등에 대한 명확한 규정이 필요합니다. 처분 전 보관 시설에 대한 규정도 필요합니다.

관계 시설과 관련 시설도 논란이 되고 있습니다. 원자력안전법 제2조제10호에 따르면 관계 시설이란 원자로의 안전에 관계되는 시설을 말합니다. 중·저준위 방사성폐기물 처분시설의 유치지역지원에 관한 특별법 제18조에서는 사용후핵연료의 관련 시설은 유치 지역에 건설해선 안 된다고 명시하고 있습니다. 관계 시설과 관련 시설에 대한 명확한 규정이 반드시 필요합니다.

평상시 혹은 비상 상황이 발생했을 때 같은 부지 안에 각기 다른 시설이 관리주체별로 위치할 경우 안전과 보안 측면에서 상호 간섭이나 책임의 문제가 일어날 수 있는 가능성에 대해서도 검토해야 합니다.

사용후핵연료 관리부담금에는 사용후핵연료 관리에 필요한 토지 사용료 등도 포함될 수 있습니다. 단기 저장 시설을 원전 부지 안에 둔다는 것은 방사성폐기물 발생자가 사용후핵연료 관리의 일부를 책임지는 것이기도 하므로, 납부액과 절차 등에 대한 조정이 필요할 것으로 판단됩니다.

사용후핵연료 관리 단계별 역할 분담의 문제도 법제화를 통해 명확히 해야 합니다. 사용후핵연료 기술관리공사(가칭)를 설립하기 위해서는 관련 기관 설치법이 필요합니다.

위원회에서 권고한 사용후핵연료 관리와 지역 지원, 기술 개발과 관리 주체 등에 대해 원칙을 갖고 일목요연하게 포괄한 「사용후핵연료 특별법(가칭)」이 제정되어야 합니다. 필요할 경우 관련 법령의 개정이 반드시 필요합니다. 이러한 법령을 토대로 사용후핵연료 관리 정책의

일관성과 신뢰성을 확보하고 정치적 독립성을 유지하는 것은 국민의 안전을 위해 매우 중요합니다.

10. 사용후핵연료 관리정책을 곧바로 수립하고 실행하기 위해 범정부 차원의 의사 결정 기구인 「사용후핵연료 관계장관회의(가칭)」와 실무추진단인 「사용후핵연료 관리대책 추진단(가칭)」을 정부조직 내에 구성해 운영합니다.

사회적으로 강력한 인화성을 갖고 있는 사용후핵연료 문제를 해결하기 위해선 정책의 지속성이 매우 중요합니다. 사용후핵연료 관리 정책은 산업통상자원부가 주관부처이지만 정책의 특성상 범정부 차원의 긴밀한 협의와 협조는 물론 입체적 논의를 바탕으로 한 통합적 결정과 추진이 필요합니다.

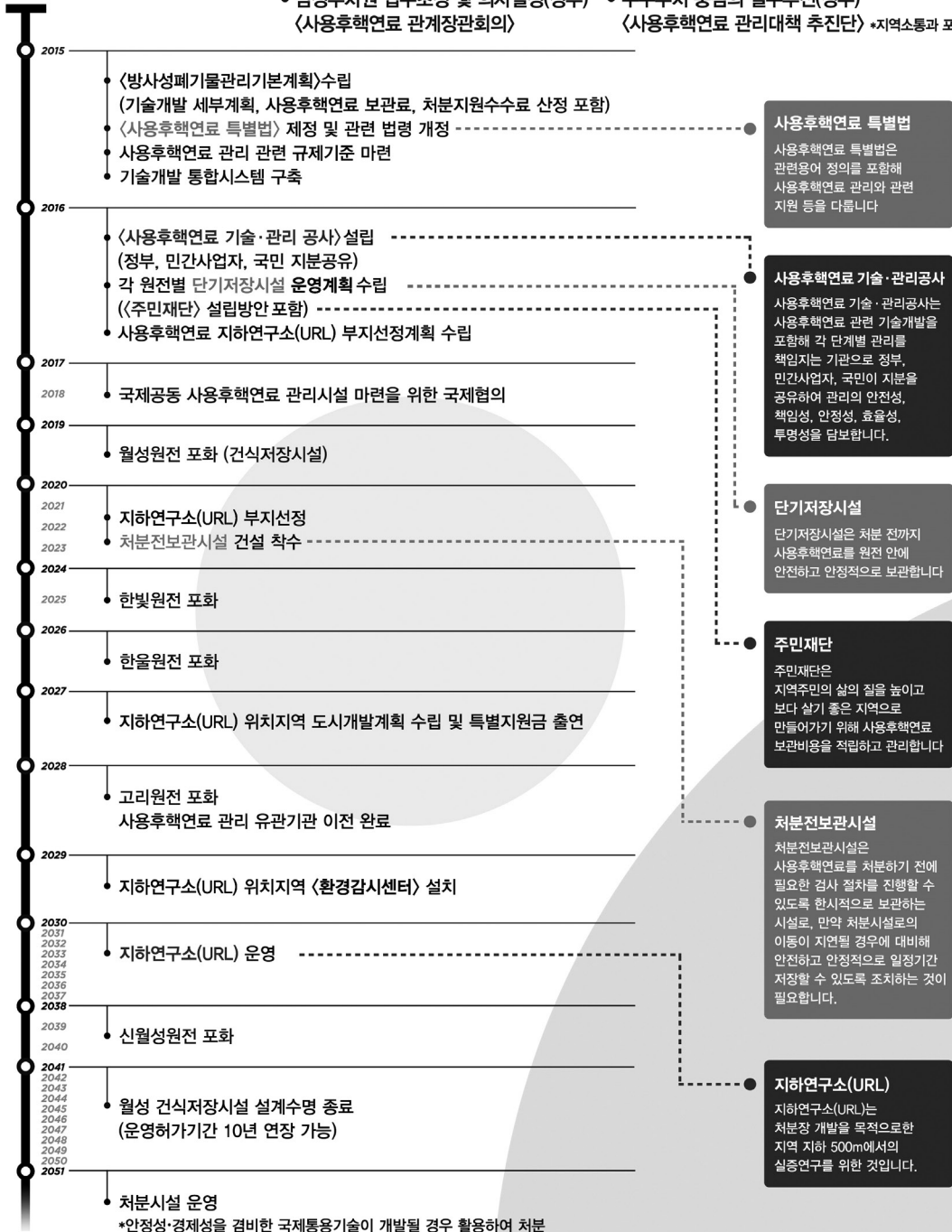
따라서 업무를 조정하고 효율적으로 의사 결정할 수 있는 범정부 차원의 ‘사용후핵연료 관계장관회의(가칭)’가 반드시 필요합니다. 사안의 복잡성과 회의의 실효성을 감안하여 국무총리가 회의를 주재하고 각 부처의 장관과 관련 수석이 참여하는 것이 바람직할 것으로 보입니다.

정부는 사용후핵연료 관리 정책을 곧바로 수립해야 합니다. 또한 정책의 탄력성과 지속성을 동시에 유지해야 합니다. 이를 위해 각 부처의 담당 책임자를 중심으로 실무추진단을 구성하고 수시 협의할 수 있는 체계를 갖춰야 합니다. 따라서 주무 부처를 중심으로 하는 ‘사용후핵연료 관리대책 추진단(가칭)’을 구성하는 것이 바람직합니다. 특히, 추진단 내에 지역과 상호 소통할 있는 ‘지역소통과’를 두는 것이 중요합니다.

사용후핵연료 관리 정책은 장기간에 걸쳐 일관성을 갖고 추진해야 하므로 그 성과 역시 단기간에 가시화되기 어렵습니다. 독립성과 지속 가능성을 토대로 적기에 사

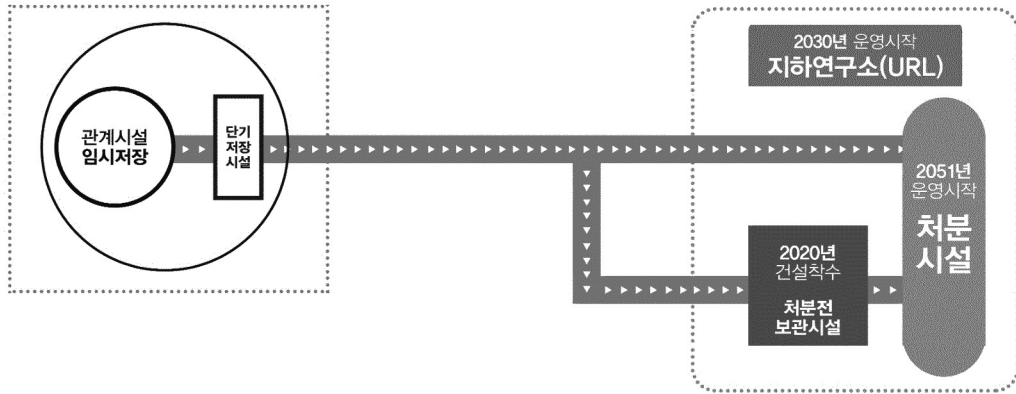
사용후핵연료 관리정책 수립 및 실행지도

- **법정부처원 업무조정 및 의사결정(정부)**
〈사용후핵연료 관계장관회의〉
- **주무부처 중심의 실무추진(정부)**
〈사용후핵연료 관리대책 추진단〉 *지역소통과 포함





사용후핵연료 흐름도



용후핵연료 관리 정책을 수립하고 실행할 수 있도록 효과적인 조직 체계를 갖추는 것이 반드시 필요합니다.

우리의 권고를 정부와 국회가 실천하기를 바라며

사용후핵연료 관리정책을 완성하고 이를 추진하기까지 시간은 기다려주지 않습니다. 정부는 지금까지 축적한 지질 및 기술 정보를 총동원하여 사용후핵연료 관리 정책을 수립하고 실행하는 데 총력을 기울여야 합니다. 무엇보다 국회도 힘을 모아 국민의 안전을 지키는 데 최선을 다해야 할 것입니다. 이와 더불어 정부는 신뢰를 회복하기 위해 적극적으로 나서야 할 것입니다. 과거를 책상 위에 올려놓고 책임공방을 하거나 내가 기대했던 대로가 아니기 때문에 비판에만 머무르기에는 '함께' 가야 할 길이 너무 울퉁불퉁하고 멀기만 합니다.

이 권고보고서는 사용후핵연료 공론화위원회가 절차를 지키고 내용을 담아야 하는 두 가지 미션을 완수하기

위해 20개월 간 노력한 작지만 밀도 있는 결과물입니다. 곳곳에서 아쉬움이 있습니다. 하지만 한 쪽에 치우치지 않고 중심을 잡고 완주했고, 회피하거나 선부르게 조정하기 보다는 정직하게 현실을 수용하고 함께 가기 위해 노력했습니다. 국민을 안전하게 보호하고 국민이 공감할 수 있는 사용후핵연료 관리 방안을 만드는 것에 최고의 가치를 두었다고 자신 있게 이야기할 수 있습니다.

숨겨둔 단 하나의 정답은 없었습니다. 정답이 있었다면 애초 위원회는 필요하지 않았습디다. 우리가 찾은 것은 가야 할 길이고 갈 수 있는 길입니다. '이것은 정답이 아니다'라는 외면보다는 '이렇게 가는 길도 있다'라는 공감함을 토대로 그 다음을 준비하여 되돌아가지 않고 한 발 앞으로 나아갈 수 있기를 기대합니다. 사용후핵연료 관리 문제에 대해 고민하고 있는 많은 국가들에게 의미 있는 발자국이 될 수 있으리라 믿습니다.

지금까지 여러 가지 형태로 다양한 빛깔의 의견을 함께 공유해 주신 분들께 진심을 담아 감사드립니다. 🌍