

ICRP 75

종사자의 방사선방호에 대한 일반 원칙

3. 정규 및 잠재 직업상피폭의 관리

(72) 이 절은 병원, 교육기관, 일반 산업체 및 핵주기시설 등 모든 상황에서 종사자의 정규피폭 및 잠재피폭의 관리를 논의한다. 여기서 주어지는 원칙은 이러한 모든 상황에 적용되지만 적용되는 정도는 어떤 특정한 경우에 발생하는 방호문제의 복잡성에 따라 상당히 달라질 수도 있다. 비상시 종사자의 피폭에 대해서는 제4절에서 고려한다.

(73) 직업상 방사선방호의 일반목표에 대해서는 제1.1절에서 논하였다. 방호의 최적화는 직업상피폭 관리의 핵심이다. 비록 최적화원칙의 적용 결과로 대부분 종사자의 선량은 일반적으로 선량한도보다 상당히 아래에 있을 것이지만, 행위의 정상운영으로 인한 선량을 명시된 선량한도 이내로 유지하는 것도 하나의 부차적 목표이다.

3.1. 책임과 권한

(74) 다음은 ICRP 60 제230-232항에서 인용된 요점이다.

보건안전에 관련된 다른 문제들에서와 마찬가지로 방사선방호에 있어서 종종 책임과 권한을 구분하는 것이 편리하다. 책임의 첫단계는 목표를 확립하고 이 목표를 달성하는 데 필요한 수단을 준비하며, 이러한 수단이 적절히 이행되는가를 확인하는 의무를 말한다. 이것은 기본적으로 계획적인 개념이다. 이런 책임이 있는 사람은 그 책임을 다하는 데 필요한 자원을 투입할 수 있는 권한을 가져야 한다. 책임에는 책무라고 불리는 소급적인 성분도 있으며, 실패를 확인하고 재발을 방지하는 수단을 취할 수 있도록 이행상황의 지속적인 검토가 필요하다. 책무에는 당초의 목표가 어떻게 효과적으로 달성되고 있는가를 판단하기 위한 검증 프로그램을 구축할 필요성도 포함된다.

방사선피폭을 만족스럽게 관리하고 유지하는 일차적인 책임은 피폭을 유발하는 운영을 지휘하는 사업체의 관리조직에 있다. 기기나 플랜트가 다른 기관에 의해 설계, 공급될 때는 공급된 품목이 의도대로 사용된 경우 만족스러운 성능을 상호 확인할 책임도 있다. 정부는 규제

기관을 설치할 책임을 지며 규제기관은 종합적인 방호기준을 설정하고 시행하는 동시에 관리조직의 책임을 강조하기 위하여 규제, 혹은 자문체계를 제공할 책임을 진다²⁰⁾. 자연피폭원에 의한 피폭의 경우처럼 적절한 관리조직이 존재하지 않으면 규제기관들이 또한 직접적인 책임을 지게 될지도 모른다.

모든 조직에 있어서 책임과 그에 따르는 권한은 수반된 의무의 복잡성에 따라 위임된다. 이러한 위임의 효과는 정기적으로 조사되어야 한다. 각 조직의 최상위까지 명확한 책임소급선이 존재해야 한다. 책임을 위임한 것으로 소급책임이 줄어드는 것은 아니다. 여러 조직간에는 또한 상호작용이 있게 된다. 자문기관이나 규제기관은 제공하는 자문 또는 부과하는 요구에 대해 소급책임을 져야 한다. 일반적인 의미로 표현된 요구의 부과와 자문의 수용으로 인해 운영조직의 책임이나 소급책임이 감소되지도 않는다. 이것은 규제기관이 정한 목표나 한도로 표현된 요구에 대해서도 마찬가지이다²¹⁾. 그러나 운영자체와 관련한 규제요구로 인한 경우에는 운영자로부터 규제자로 사실상의 책임이 이동된다²²⁾. 이런 요구는 경영자가 상세한 경험이 없는 경우에 매우 효과적이지만 그 행사는 항상 신중하게 정당화되어야만 한다.

(75) 방사선방호 목표의 이행은 설계자와 운영자의 책임이다. 운영자는 기기나 설비가 그

의도된 목적에 적합하고 적절히 유지되며 기준에 따라 운영됨을 보장하는 특별한 책임을 진다. 또 설비가 유용 수명 종료시 안전하게 퇴역됨을 보장하는 것도 운영자의 책임이다. 이 절의 중심 내용은 운영에서 방호원칙을 적용하는 것이다.

(76) 운영에서 위원회의 원칙을 성공적으로 준수하는 것은 작업장에서 방사선방호의 적절한 관리에 크게 의존한다. 실제로 보건 안전관리의 많은 특성이, 품질을 포함한 사업이나 보건 목표의 전역에서 성공적 달성에 일반적으로 적용 가능한 건전한 경영관행과 구분이 어렵다. 그러므로 좋은 경영의 일반원칙은 어떻게 보거나 보건 안전의 성과를 내느냐를 결정하기 위한 건전한 근거가 된다[NEA/OECD, 1993, 1997]. 이것은 방사선방호에 대한 경영자의 확고한 약속을 필요로 한다.

(77) 이 약속은 두 가지 요소를 갖는 것으로 간주될 수 있다. 첫째 요소는 조직 내부의 필요한 체제와 각 경영계층의 책임이다. 둘째 요소는 모든 계층의 직원이 그 체제에 반응하거나 그로부터 이득을 보는 성향이다.

(78) 정규피폭 또는 잠재피폭을 다루는 긴요한 경영원칙은 방사선원의 설계, 건설, 운영 그리고 궁극적인 처분까지에 관련된 모든 조치를 지배하는 일관되고 널리 미치는 안전에 대한 점

20) 종종 규제기관은 규제의 권한에만 치중하는데 이는 잘못이다. 권한이 있는 만큼 방사선방호가 원만히 이루어질 수 있는 국가적 바탕을 구축할 책임 역시 규제기관에 있음을 인식할 필요가 있다.

21) 예를들면 규제기관이 한도를 높게 책정했기 때문에 적절한 방호가 이루어지지 않았다는 것은 운영자의 책임이 면제되는 정당한 이유가 되지 않는다.

22) 만약 규제기관이 선량한도를 다소 초과한 피폭을 받은 종사자는 방사선 취급업무에 종사할 수 없다는 규정을 부과했다면 그러한 종사제한으로 인한 당사자의 불이익에 대해서는 규제기관의 책임이 있다.

근이다. 이 원칙의 적용은 포괄적 안전에 관한 모든 임무가 경각심과 바른 생각, 충분한 지식, 건전한 판단, 그리고 적정 책임체계에 의해 바르게 수행되기를 요구한다. 나아가 모든 개인과 관련 조직이 관련된 운영경험과 새로운 연구결과를 고려하는 배우는 자세에 임할 것을 암시한다.

(79) 성공적 보건안전 경영의 핵심 요소를 아래에 설정하며 그림1에 도시한다.

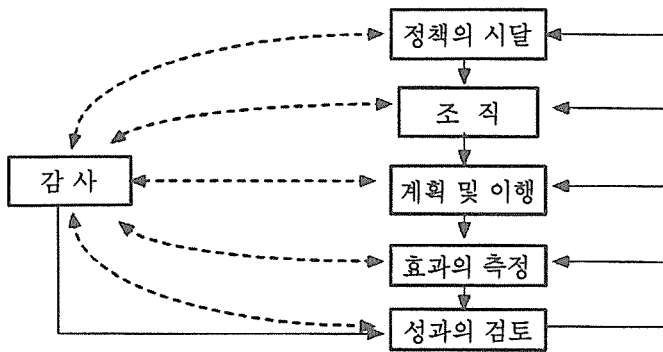


그림1. 성공적 보건안전 관리의 핵심 요소(HSE, 1991로부터 인용)

3.2. 정책과 조직

(80) 방사선피폭의 관리는 운영의 의제에 확고히 올라있어야 한다. 모든 관리계층은 안전정책 특히 방사선방호와 방호최적화에 대해 책임을 져야한다. 이점은 ICRP 60 제247항에서 분명하게 지적되고 있는데 다음과 같다. **위원회의 권고를 이행하는 실질적 단계의 제1단계요 여러 면에서 가장 중요한 단계는 설계에서 퇴역에 이르는 모든 운영에 관련되는 모든 사람들에게 안전중심 취향을 수립하는 것이다. 이것은 교육훈련에 대한 상당한 책임과, 안전은 개인책임이고 최고 경영자까지의 주된 관심사이**

라는 점의 인식에 의해서만 성취될 수 있다. 경영자와 노동자의 대표자 사이에 밀접한 연계가 중요한 역할을 한다. 이러한 접근은 정책과 조직의 긴밀한 일체화를 필요로 한다.

(81) 안전에 대한 조직의 명확한 책임은 서면화된 경영의 최고위층에 의한 정책성명과 방사선방호를 다루는 공식 관리구조, 분명한 운영지침의 발달, 그리고 작업장과 환경에 대해 방사선방호의 직접적 책임을 지는 사람에 대한 분명

하고 과시적인 지원에 의해 구현된다. 이 책무를 유효한 조치로 바꾸기 위해서 상급 경영자는 설계와 운영에 대한 적절한 기준을 인식하고 조직배치를 결정하고 정책의 집행을 위한 명확한 책임을 부여하며 조직내 모든 사람이 방사선에 의한 정규피폭과 잠재피폭을 제한함의 중요성을 인식하는 문화를 수립하여야 한다.

(82) 조직상 접근은 모든 종사자의 관련과 참여를 포함하여야 한다. 모든 직원으로 하여금 보건 안전 노력에 책임있고 정통하게 기여할 수 있도록 하는 것은 효과적인 의사소통과 능력의 개발이다. 보건 안전관리에 긍정적인 문화를 개발하고 유지하는 데에는 고위 경영자의 가시적

이고 활발한 리더십이 필요하다. 목표는 단순히 사고를 피하는 것이 아니라 사람들을 안전하게 종사하도록 동기와 권한을 부여하는 것이다.

(83) 종사자들이 방사선방호에 깊이 관여하고 책임을 갖도록 하는 것이 중요하다. 이 책무를 달성하기 위해 어떻게 노동자에게 동기를 부여하는 것이 좋은가를 결정하는 것은 경영자의 일이다. 작업지침은 분명하고 실질적이어야 하며 사전에 적절한 훈련을 받은 종사자들이 이를 따라야 한다. 종사자들이 이 절차들의 효율성에 대해 되돌림 정보를 제공하고 선량의 합리적 최소를 확보하는 방법의 개발에 깊이 참여하도록 하는 제도적 장치가 있도록 경영자가 보장하는 것이 중요하다.

(84) 경영자는 직원, 시설 및 장비 등 적절한 수준의 자원과 이 자원을 맡길 책임주체를 제공해야 한다. 설비는 차폐, 원격조작장치, 로봇, 후드, 글로브박스, 환기설비, 방사선 감시장비, 방호복 등은 물론 다른 것도 포함한다. 안전관리 시스템의 기술적 발전을 추적하여 선량감축의 개선된 방법을 인식해야 한다. 경영자는 계통과 절차를 변경하는 데 대한 내부 승인절차도 정하여야 한다.

(85) 방사선방호의 책무를 개발하고, 피폭의 관리와 저감에 모든 관계자가 기여할 수 있도록 경영자를 포함한 조직내 전계층의 직원에게 적합하고 적절한 훈련 프로그램이 제공되어야 한다. 훈련 프로그램에 대한 추가 지침은 제3.3.5

절에 주어진다.

(86) 방사선원의 사용규모에 관계없이 종사자들은 그 위해에 대해 유념해야 하고 경영자는 적절한 방사선 전문성에 접근할 수 있어야 한다. 어떤 경우, 특히 일반 산업체에서 흔히 볼 수 있듯이 소수 종사자가 관계되는 방사선 사용자는 자문이나 감시 서비스를 받기 위해 전문가 자문기관의 서비스를 활용할 필요가 있겠다(23). 이러한 서비스는 고위 경영자에게 제공되어야 한다.

(87) 전체적인 경영방식이 어떠한지, 방사선 방호 관행에서 직원의 참여를 위한 구심심을 제공하는 역할을 하도록 조직 내에서 한 사람 또는 여러 사람을 임명하는 것이 도움이 된다. 이 사람들이 보다 전문적인 자문을 줄 사람들과의 연계를 유지할 것이다.

3.3. 계획 및 이행

(88) 계획은 수립된 정책을 이행하기 위한 체계적 접근을 의미한다. 계획의 우선순위를 결정하거나 장애 제거 또는 위험감소 목표를 설정하기 위해 위험평가기법이 사용되어야 한다. 보건 안전에 대한 긍정적 문화를 육성하고 위험의 제거나 관리에 필요한 구체적 조치가 규명되어야 한다.

(89) 방사선에 의한 직업상피폭이 있는 곳에는 마땅히 방사선피폭의 운영관리에 대한 다음

23) 우리의 현행 제도에서는 방사선안전관리책임자가 여기서 말하는 전문가에 해당하는데 우리 제도는 직원으로서의 방사선안전관리책임자만을 인정하고 있는데 특히 소규모 사용자에게 이 제도는 합리적이지 못하므로 개선이 필요하다. 다시말해 전임이 아닌 일반면허 소지자의 자문보다는 계약에 의해 충분한 자질과 경험을 갖춘 외부 전문가를 활용하는 것이 효과 면에서도 유효하다.

과 같은 구조적 접근이 있어야 한다.

(a) 운영의 모든 측면에 대해 사전 방사선 평가를 행하여 정규피폭과 합리적으로 예견 가능한 잠재피폭을 인지하고 선량을 실질적으로 산정하며 최적화 원칙을 충족하는 데 필요한 방사선방호 수단을 찾는다.

(b) 위험의 정도에 비례하는 운영상의 방사선방호 프로그램을 수립하여 최적화원칙을 충족함에 필요한 수단의 효율적 관리를 보장한다.

(90) 평가와 프로그램은 모두 사업이 착수되기 이전에 경영자의 승인을 받아야 한다. 경영자나 규제기관이 정하는 운영상의 제한을 고려하여야 한다. 평가의 공식화된 정도, 프로그램의 상세한 정도, 프로그램의 꼼꼼함 정도는 예상되는 선량의 유의성, 잠재피폭의 확률 및 크기에 연관성이 있어야 한다. 따라서 미량의 방사성물질을 사용하는 연구기관을 위한 방사선방호 프로그램을 수립하기 위한 노력의 정도가 치료준위의 핵의약품을 사용하는 병원에서의 노력과 같을 것으로 기대하지는 않을 것임은 분명하다.

(91) 방호프로그램은 다음 내용을 포함해야 한다: 관리구역과 감시구역의 지정을 포함한 피폭을 관리하는 데 사용되는 방법, 종사자가 지켜야 할 내부규칙, 종사자와 작업장에 대한 방사선 감시대책, 내부적 책임, 훈련수요 등이다. 일반적으로 제2.2절에서 주어진 바와 같이 종사자에 대한 피폭이 직업상이라는 한정된 정의에 해당할 작업장에서는 구역을 설정하고 선량을 알기 위한 다소의 감시를 행하는 것이 최소한 필요할 것이다. 종사자와 작업장에 대한 감시에 대해서는 제6절에서 논의한다.

(92) 적절한 자격을 확보하고 경험을 쌓은 역량 있는 사람에 의한 전문적 판단을 활용함으로써 특히 일상 운영상의 관리에서 방호의 최적화의 많은 것을 이룰 수가 있다. 조치가 합리적이려면 다음의 것들이 판단을 도울 것으로 본다.

(a) 상식: 경험, 지식 및 전문적 판단의 결단을 반영한다. 예를들면 이미 선량이 낮더라도 매우 저비용으로 선량을 줄일 것으로 보이는 실용적인 변경은 이루어져야 한다.

(b) 모범관행: 달성되고 있거나 예상되는 것을 유사 또는 관련된 시설이나 행위에서 달성하고 있는 것과 비교하는 것이다. 합리성이 유지되고 부당한 비용이 규범이 되지 않음을 확신하도록 유의해야 한다.

3.3.1. 구역의 설정

(93) 작업장을 관리구역과 감시구역의 두 종류로 지정함으로써 직업상피폭의 관리를 단순화하고 더 효율적으로 만든다. ICRP 60 제252항은 다음과 같이 기술하고 있다: 관리구역이란 그 내부에서는 발생할 것으로 보는 경미한 실수를 포함하는 정규 작업조건이 종사자로 하여금 방사선피폭의 제어를 목적으로 특별히 정립된 절차와 관행을 따르도록 요구하는 구역이다. 감시구역이란 작업조건이 지속적으로 검토되지만 특수절차는 일반적으로 요구되지 않는 구역이다. 이 정의는 운영의 경험과 판단에 근거한다.... 비밀방선원을 사용함에 따르는 오염의 문제가 없는 장소에서는 구역지정이 외곽에서의 선량률에 의해 정의되기도 한다. 예기치 않은 선량률의 증가 가능성에 대해 어느 정도 주의해야 한다.

(94) 관리구역 입구에는 직원, 특히 보수인원에 대해 방사선원이 존재할 것이라는 점과 그

구역에 적용되는 특수절차를 알리기 위한 표지가 사용되어야 한다. 감시구역의 상황은 직원이 최소한의 형식만으로 출입할 수 있는 것이어야 한다.

(95) 지정구역²⁴⁾ 밖에서는 선원으로부터의 선량들이나 비밀봉 방사성물질에 의한 오염의 우려가 충분히 낮아 정규상황에서는 부지 내에서 일하는 사람에 대한 방호수준이 일반인 피폭에 대한 방호수준에 비견할 정도가 되도록 해야 한다. 이 사람들의 피폭도 작지만 여전히 직업상피폭이다²⁵⁾.

(96) 지정구역의 경계설정은 운영관리자의 판단을 요구하므로 다음의 추가 지침을 제공한다.

관리구역

(97) 적합한 수준의 방호를 제공함에 있어서 공학적 제어가 불충분한 것으로 간주되거나 충분한 확신을 갖고 신뢰할 수 없어, 특별한 운영절차가 필요한 때에 관리구역의 설정이 요구된다. 이 부분이 일반적으로 전문가의 조언이 필요한 곳이다. 관리구역으로 지정될 필요성은 사전 방사선학적 평가에 의해 결정되고 정규피폭의 예상수준, 사고 피폭의 가능성과 크기에 근거를 두어야 한다. 운영절차는 본질적으로 순수하게 행정적일 수도 있고, 방호복이나 방호장비의 사용 등 구체적 작업관행에 관한 것일 수도

있다.

(98) 관리구역에 대한 최소한의 요건은 적절히 구체되고, 피폭을 제한하는 데 필요한 운영절차 체계를 시행하고 유지할 필요성을 인식하고 또 그럴 능력이 있는 적절히 훈련된 사람에 한하여 정상적으로 출입을 허용하는 것이다. 방문객과 같은 다른 사람들은 적절한 훈련과 지침을 받은 사람과 동반한다면 출입이 허용될 수 있다.

(99) 비밀봉 방사선원을 다루는 작업은 공기나 표면의 오염을 초래할 수 있고 따라서 종사자의 체내 섭취로 이어질 수 있다. 특히 사고나 사건 발생시에는 공학적 제어에만 의존하여서는 섭취의 제어가 가능하지 않을 수도 있다. 그러한 섭취를 방지 또는 경감하고 오염의 확대를 제어하기 위해서 운영절차가 필요하다. 이러한 구역은 일반적으로 관리구역으로 설정함이 요구된다. 관리 방식은 피폭원이 부과하는 방사선 위험의 준위에 따라 등급 지워져야 한다.

감시구역

(100) 감시구역은 경영자가 그곳의 작업조건을 검토대상에 두는 것이 필요하다고 생각하지만 운영상의 방호절차를 규정할 필요는 없다고 생각할 때에 설정되어야 한다. 작업조건을 검토하는 목적은 예를들면 이전의 방사선학적 평가에서 예견되지 않은 상황이나 인근 관리구역의

24) '지정구역'이란 방사선방호관리를 위해 지정하는 구역으로서 관리구역과 감시구역을 말한다.

25) 지정구역 밖에서 종사하는 직원의 피폭도 직업상피폭으로 간주하는 점이 기존 개념의 '방사선작업 종사자'와 다르다. 즉, 기존개념은 관리구역(또는 방사선구역)에 상시로 출입하여 방사선을 피폭하는 사람으로 한정하고 있는 반면 새로운 개념은 피폭의 원인이 직업상이나 아니냐에 초점을 맞춘다. 예를들면 원전에 종사하는 사무직 여성도 피폭을 받는다(실제로 피폭량은 지극히 미미하지만) 이는 직업상피폭이고 따라서 직업상피폭에 대한 선량한도가 적용되는 것이다.

공학적 또는 절차적 제어에 어떤 결합의 발생으로 인하여 이 구역의 현황이 변경되었는가를 확인하기 위함이다. 위원회는 모든 관리구역 주변에 자동적으로 감시구역이 설정되어야 한다고 생각하지는 않는다.

(101) 소량의 비밀봉 방사성물질만을 사용하여 섭취의 가능성이 낮은 경우에는 정상적으로 감시구역에서 작업이 이루어질 수 있다. 이런 상황에서도 오염의 확산을 방지하기 위해 작업 지침이 시행될 필요성은 있겠지만 그 작업지침은 건강의 방호를 목표로 관리구역에서 적용할 운영절차와 대등한 정도는 아닐 것이다. 이 감시구역에 대한 주기적인 검토는 사용하는 물질의 최대 허용 방사능을 관리하는 수단의 적합성에 특별히 집중해야 할 것이다.

(102) 따라서 연구에서와 같이 미량의 방사성물질이 사용되는 곳에서는 관리구역의 설정이 필요할 것 같지 않다(Hudson and Shaw, 1993). 감시구역으로 충분할 것이다. 마찬가지로 낮은 농도의 천연 방사성핵종의 급도 일반적으로 감시구역에서 이루어질 수 있다(제5절 참조).

(103) 감시구역에 대한 최소한의 요건은 경영자가 방호대책에 어떤 결합이 발생했는가를 감지할 수 있는 감시프로그램을 수립해야 하는 것이다. 종종 표지로 감시구역을 구획하는 것이 적절하다. 그러나 예를들면 비행기 객실이나 병원의 일부 구역에서처럼 그러한 표지가 부적절할 경우도 있다.

실질적 의미

(104) 어떤 상황에서는 예측된 선량률이나 공기 또는 표면 오염 준위를 참조하여 지정구역의 외부경계를 결정하는 것이 현실적인 이점이 있다. 그러나 상황이 안정적인 경우가 아니라면 관련 값은 현재의 것이라기보다 가능한 미래의 값이다. 지나치게 보수적인 가정에 근거하여 일반적으로 도출한 준위를 사용하는 것은 피해야 한다. 경계를 정하는 데 사용하는 기준은 상황에 적합한 실질적인 가정-특히 점유도에 대해-을 근거로 하여, 불필요한 구역 지정이나 부당하게 넓은 구역을 지정함을 배제하고, 무시할 정도로 낮은 선량률이나 오염의 측정 필요성을 배제함을 목표로 해야 한다. 행정적인 이유에서 경영자는 기존의 물리적 경계를 활용하기 위해 엄격히 필요한 것보다 큰 구역을 지정하기를 바랄 수도 있다.

3.3.2 공학적 제어

(105) 공학적 제어의 목적은 선원을 종사자로부터 분리하여 외부 선원에 의한 피폭이나 섭취를 피하고 줄이려는 것이다. 공학적 제어는 설계단계에서 도입되는 것이 통상적이지만 경험에서 방호의 최적화를 위해 적절한 것으로 판명되면 뒷단계에서 제어의 변경이나 추가가 필요할 수도 있다. 공학적 제어의 사용은 다른 방호수단에 우선적으로 고려되어야 한다²⁶⁾.

(106) 방사선방호와 관련한 중요한 공학적 제어체계는 차폐, 환기계통, 선원에 접근을 제한하기 위한 무단 축수방지장치, 선량률 및 오

26) 공학적 제어란 곧 방호설비를 의미한다. 설계단계에서 적절한 방호설비가 배려된다면 운영단계에서 방호관리의 노력과 비용을 용이하게 줄일 수 있기 때문에 공학적 제어의 우선성을 강조하는 것이다.

염 정보, 그리고 출입관리 수단들이다. 잠재피폭으로부터 방호하기 위해서는 안전계통이 사용된다.

(107) 모든 제어시스템은 시간이 지남에 따라 불가피하게 저하되고 방사선방호가 아닌 운영상의 요인을 포함한 여러 원인에 의해 수정될 필요가 있을 것이다. 공학적 제어와 안전계통 또는 경보계통이 지속적으로 피폭을 관리함에 요구되는 바대로 기여하도록 하기 위해 그 효과에 대한 주기적인 검토와 시험이 수행되어야 한다. 나아가 보수나 변경이 공학적 제어에 영향을 미쳤을 수도 있을 때에는 공학적 제어의 효과에 대해 점검해야 한다. 이러한 검토나 시험의 기록은 보존되어야 한다. 공학적 제어에 의존함이 종사자의 자만으로 이어지지 않도록 하는 것은 요건하다.

3.3.3. 운영절차

(108) 종사자의 적절한 방호를 확립하기 위해 작업관리, 방사선 방호 및 비상 절차는 명확히 명문화되고 승인을 거쳐 시행되어야 한다. 상세함의 정도는 위험도에 따라 달라질 것이다.

(109) 작업이 종사자에게 상당한 선량을 주는 경우에는 관련 작업을 상세히 설명하는 작업계획이 일이 시작되기 전에 마련되어 승인을 받아야 한다. 이런 계획이 특별히 필요한 경우의 예는 종이 두께계의 해체 또는 치료방사선 장치의 선원교체와 같이 방사선 사고를 유발할 수 있는 표준화되지 않은 작업 또는 보수작업에서이다. 두 경우 모두에서 선량한도를 넘는 피폭을 받을 가능성이 있고 따라서 적절한 계획과 준비작업이 요구된다. 작업계획은 예비적 방사선 탐사, 방사선장에서 소비하는 시간과 이에

따르는 선량을 포함해야 한다. 상세 작업계획을 마련해야 하는 예상선량준위는 경영자에 의해 공식적으로 미리 설정되어 있어야 한다. 작업계획의 승인에는 적정 수준의 경영자가 관여해야 한다.

(110) 모든 작업에 대해 종사자는 수행할 일, 잠재 위험, 필요한 지역감시 및 개인감시, 사용할 방호복 및 방호장비, 긴급시 대책, 작업조건의 수용할 수 없는 변화 또는 사건 발생시 따를 비상절차에 대해 사전에 알아야 한다. 종사자는 자신의 일을 안전하게 수행하도록 적절한 기술과 지식을 갖추고 훈련되어야 한다.

(111) 운영절차는 위험한 구역을 알려주는 적절한 통지나 표지를 게시할 요건을 포함하여야 한다. 어떤 경우에는 지정구역을 구획하는 표지에 추가하여 작업장의 방사선학적 상황에 대한 정보를 게시하고 주기적으로 그 정보를 수정하는 것이 적합할 수 있다.

3.3.4. 개인 방호복 및 방호장비

(112) 공학적 제어와 운영절차가 독립적으로 또는 결합하여도 적절한 방호수준을 제공하지 못할 때에는 개인 방호복이나 방호장비를 사용하는 것이 필요할 수도 있다. 오랜 전통의 예는 의료나 수의과에서 외부방사선으로부터 방호하기 위해 납치마나 납장갑을 착용하는 것이다. 비밀봉 방사선원을 다루는 작업에서의 예는 단순한 일회용 장갑에서부터 실험 가운, 직접적인 호흡보호장구, 공기공급복에까지 이른다.

(113) 개인 방호복이나 호흡보호구의 사용은 일반적 작업능률을 저하시켜 임무를 수행하는데 더 긴 시간을 소모하게 된다. 이러한 장비로

사용할 것인가를 결정할 때에는 외부피폭선량이나 일반적인 안전장해 위험의 증가에 대해 고려하여야 한다.

(114) 방호복과 호흡보호구를 착용할 때 잘 맞음을 보장하고 벗을 때 오염의 확산을 관리하기 위해 특별한 절차가 필요하다. 이러한 방호장비를 착용하는 종사자는 적절한 건강진단²⁷⁾을 받아야 한다(제8절 참조).

3.3.5. 정보 및 훈련

(115) 방사선방호에 관한 적절한 정보와 훈련에 대한 규정은 정규나 잠재 피폭의 방호에서 최적화원칙의 이행 프로그램의 핵심요소로 간주되어야 한다. 일반 정보제공과 보다 공식적인 훈련은 구분된다.

(116) 특정 방사선 사용에 관련되는 위험에 대한 정보에는 직업상 피폭하는 사람들의 접근이 용이해야 한다. 그러한 정보는 상황에 대한 주의를 제공하지만 준수할 세부절차를 제공하지는 않는다는 점에서 본질적으로 수동적인 방식이 된다. 정보는 직원에게 관련 문헌, 팜플렛 또는 발표를 통해 제공될 수 있는데 직원의 일반 지식수준과 배경에 알맞아야 한다.

(117) 일반적으로 훈련은 보다 구체적인 교육을 의미하며 비교적 공식적인 강의, 실전적 실습, 직무요구에 따른 직접 적응훈련등을 포함한다. 주안점은 개인의 직무적응에 두어야 한다. 때로는 시험이나 능력의 실제시범을 통해 특별한 작업을 수행할 수 있는 개인의 지식이나

능력을 평가하는 것이 필요하다.

(118) 사용되는 방사선원과 이에 의한 위험에 대한 일반적 정보는 최고 관리자로부터 최말단 직원까지 선원이 사용되는 곳에서 종사하는 모든 사람에게 제공되어야 한다. 방사선 위험이 관련되는 예기치 않은 사태가 발생한 경우 직속 상급자나 다른 지정된 사람에게 즉시 통보할 책임이 있음을 종사자에게 알려야 한다. 하청자에게도 그들에게 영향을 미치는 사안에 대해서는 유의하도록 특별한 주의가 주어져야 한다. 필요하다면 사고의 경우에 취해야 하는 조치에 관한 정보도 주어져야 한다.

(119) 방사선원을 다루는 여성에게는 태아에 대한 위험, 해당 방호수단, 임신한 때에 그 직무 활동을 경영자가 제한할 필요성에 대한 정보가 주어져야 한다. 특히 임신을 인식한 경우에는 최대한 빨리 임신사실을 고용주에게 통보하는 것이 중요함을 여성 종사자에게 알려야 한다.

(120) 직접 방사선에 피폭하지는 않지만 그들의 결정이 다른 종사자의 방사선피폭에 영향을 미치는 기타 전문가 그룹에 대해서 방호의 최적화에 특히 중점을 둔 방사선방호의 기본개념에 관한 정보를 제공해야 한다. 이러한 그룹으로는 설계기술자, 경영관리자 및 담당 의사가 포함된다.

(121) 훈련의 양은 잠재 위험과 개인의 책임에 비례하는 것이어야 한다. 훈련의 중요한 성과의 하나는 자신과 다른 사람의 피폭을 최소화

27) 폐활량 검사와 청진에 의한 심장검사를 수행하는 일반 심폐기능 검사를 수행하고, 일차 유소견자에 대해 필요하면 EKG 등 정밀검사를 추가한다.

하기 위한 간단한 조치를 이해하게 되는 것이다. 훈련은 관리구역에서 직접 감독 없이 일하는 것이 허가되기 전에 완료되어야 한다. 상당한 방사선피폭에 관련된 작업이 수행될 경우에는 작업이 최대한 순조롭게 진행되고 모든 불필요한 위험이 제거되며 피폭시간이 최소화되도록 모의훈련을 고려해야 한다.

(122) 방사선방호 정보와 훈련 프로그램은 문서화되어 조직내 적정 수준의 승인을 받아야 한다. 그러한 프로그램은 주기적으로 재검토되어 현재 상황에 맞게 해야 한다. 개개 종사자의 훈련에 관한 공식기록이 유지되어야 하며, 주기적 재훈련이 실시되어 종사자가 일과 관련된 최신 지식을 가질 뿐 아니라 작업장의 위험에 자만하지 않도록 해야 한다. 정책이나 프로그램에 상당한 변경이 있는 경우에도 재훈련이 이루어져야 한다. 훈련은 주기적으로 최신 현실에 맞추어야 한다.

3.3.6. 여성의 직업상피폭

(123) 제2.3.3절에서 지적한 바와 같이 일반적으로 방사선피폭에 의한 전반적인 위험은 남자와 여자에게서 대략 같다. 위원회는 직업상피폭의 관리에서 남녀간에 차이를 둘 필요가 없다고 보고 있다. 그러나 종사자가 임신한 것이 알려진 때에는 위원회는 태아의 보호를 위해보다 높은 방호기준을 권고한다. 다음 문단에 요약된 위원회의 권고는 ICRP 73(ICRP, 1996b)의 제76, 77항에 근거한다.

(124) 직업상 피폭하는 임신한 여성의 태아를 보호하기 위해 엄격한 선량한도를 도입한다면 현실적인 문제로 난처해질 수 있다. 임신 초기는 종사자에 대한 정규 방호로 감당한다. 일

단 임신이 선언되고 고용주에게 통보되면 태아에 대한 추가적 방호가 고려되어야 한다. 위원회는 ICRP 60의 조언이 때때로 지나치게 경직되게 해석된다고 생각한다. 따라서 위원회는 임신확인 후의 임신한 종사자의 작업조건을 잔여임신기간 태아에 주는 추가 등가선량이 약 1mSv를 초과할 우려가 없도록 하라고 권고한다. 이를 해석함에 있어서 임신한 여성에게 불리하게 불필요한 차별대우가 발생하지 않도록 하는 것이 중요하다.

(125) 위원회는 위원회의 방호시스템의 사용, 특히 피폭원 중심의 선량제약의 사용이 임신한 여성의 고용에 특별한 제한을 필요로 하지 않고 이 권고의 준수를 적절하고 무난히 보장하게 할 수 있음을 다시금 강조하고 싶다.

(126) 위원회의 목표를 달성하는 데에는 종사자와 고용주 모두의 책임이 있다. 태아의 보호에 대한 일차적인 책임은 임신이 확인되면 지체없이 임신사실을 관리자에게 선언해야 하는 여성 종사자 자신에게 있다. 임신이 선언되거나면 관리자는 잔여 임신기간 동안 태아에게 주는 추가 등가선량이 약 1mSv를 초과할 우려가 없도록 그 종사자의 작업조건을 조정해야 한다.

(127) 태아에 대한 선량을 제한하는 것이 임신한 여성이 방사선이나 방사성물질을 다루는 작업을 완전히 피해야 하거나 지정구역에서 작업하거나 출입하는 것을 배제해야 함을 의미하는 것은 아니다. 그러나 임신한 여성의 피폭상황이 고용주에 의해 신중히 검토되어야 함을 암시한다. 특히 임신한 여성의 직무는 상당한 정도의 우발적인 고선량 피폭이나 섭취의 확률을 수반하지 않는 유형이어야 한다.

3.4. 성과의 측정과 검토

(128) 보건안전 성과에 대해 사전 수립된 기준에 비추어 측정하고, 검토하며 감사하는 프로그램을 수립하는 것이 필요하다. 이 프로그램은 관리체계 개선이 언제 어디서 필요한가를 밝히는 것이어야 한다. 검토는 비슷한 상황의 미래 작업에 대한 정보를 제공하기도 한다.

(129) 신규 또는 상당히 변경된 시설이나 기기에 대한 개시탐사나 중점검사가 이들이 운영 되기에 앞서 수행되어야 한다. 그 주된 목적은 적절한 물리적 방호가 마련되었고 안전계통과 경보계통이 바르게 기능을 발휘하는 지를 확인하는 것이다. 이것은 설계에서부터 생산, 건설을 거쳐 최종 설치까지 이르는 과정의 품질보증의 한 요소로 볼 수도 있다. 이 개시탐사가 설계 단계에서 방사선방호에 기울일 주의를 대신하는 것으로 보아서는 아니된다. 설계의 결함을 무마하는 비용은 설계단계에서 그러한 결함이 발생하지 않도록 하는 비용에 비해 높을 것이기 때문에, 설계의 근본 결함 발견을 개시탐사에만 의존하는 것은 분명히 바람직하지 않다.

(130) 방사선방호의 최적화된 표준이 달성되고 유지되었다면, 운영상의 방사선방호 프로그램을 일정 기간마다 검토하고 상세히 평가하는 것이 필요하다. 검토의 목표는 결함과 불필요한 중복을 찾아내고 적절한 수정조치를 취하는 것이다. 검토의 간격은 운영, 일상으로 피폭하는 선량의 크기, 피폭의 위험 및 기타 운영상의 요인에 따라 달라져야 한다. 검토는 시설과 기기의 검사와 직원, 절차, 개별 거동을 포함한 시스템에 대한 평가를 포함한다. 이러한 모든 평가

는 주의 깊게 계획되어야 한다. 평가의 범위는 총체적인 방사선방호 프로그램에서부터 선량 계측과 같은 세부적인 특정 부분까지 이를 수 있다. 평가의 심도는 명문화된 절차가 있고 그것을 따르는지를 확인하는 감사로부터 절차의 효율성, 적합성, 친근성까지 검토하는 전체평가까지 이를 수 있다.

(131) 사건이나 사고에 대한 철저한 조사도 수행되어야 한다. 그 목적은 직접적인 원인을 규명하는 것뿐만 아니라 더욱 중요하게는 시설의 설계나 운영, 보건 안전 관리체계를 위한 저변의 근본원인과 의미를 찾아내는 데 있다.

(132) 모든 관련된 경험에서 배우고 그 교훈을 적용하는 것은 효율적인 보건안전 관리에서 가장 중요하다. 이것은 감시활동과 전반적인 보건안전에 대한 독립적인 감사로부터 얻은 데이터에 근거한 정규 성과검토를 통해 체계적으로 이루어질 필요가 있다. 지속적인 향상에 대한 약속은 부단한 정책의 개발, 이행을 위한 접근 및 위험관리의 수단을 요구한다. 보건안전의 높은 표준을 달성하는 것은 처음부터 설정된 핵심 성능지표를 참조하고 유사 기관의 성과와 비교하는 성과평가의 도움으로 이루어진다.

(133) 이러한 점에서 유사한 일을 수행하는 다른 기관의 경험은 특히 도움이 된다. 국내적, 국제적으로 많은 기관들이 일상운영, 보수, 사고 및 사건으로부터 얻은 교훈을 공개하는 데이터베이스와 대책을 수립하고 있는데 이는 권장할 사항이다.

3.4.1. 조사준위

(134) 절차와 성과를 검토할 필요성은 가끔

현재 상황의 경험으로부터 지적된다. 이러한 경험은 경미한 오염발생의 빈도가 증가한 경우와 같이 정성적이거나, 감시 프로그램의 결과에 나타나는 경향과 같이 정량적일 수도 있다. 정량적인 경험을 사용하는 것은 감시결과에 조사준위를 적용함으로써 도움을 받을 수 있다. 조사준위에 대해서는 제6.9.1절에서 논의한다.

4. 사고 및 긴급시 직업상피폭의 관리

(135) 이 절은 광범한 심각도에 걸친 긴급상황에서 종사자의 피폭관리에 관한 것이다. 비상 초기단계의 긴급 팀과 보다 긴 기간 동안 후속 복구조치를 수행하는 사람들의 피폭이 있을 것이다. 대부분의 경우 이들의 피폭은 제2.3절에 주어진 선량한도를 준수할 수 있다. 그러나 경우에 따라서는 긴급팀이 선량한도 이상으로 피폭할 필요가 있을 수도 있는데 이 때에도 결정적영향이 발생할 수 있는 선량 이하로 피폭을 유지하는 데 모든 노력을 경주해야 한다. 선량이 결정적영향의 문턱선량을 넘는 조치에 참여하는 종사자는 자신들에 대한 위험보다 다른 사람의 이득이 분명히 상회하는 경우에만 그렇게 해야 한다²⁸⁾.

(136) ICRP 63(ICRP, 1991b)에는 공중에 영향을 미치는 사고 후에 필요한 조치에 관하여 세 범주의 작업조건을 정의하였다. 다음 범주는 ICRP 63의 부록 A에서 인용한 것이다.

범주 1: 사고 현장에서의 긴급조치. 범주1

의 종사자는 인명구조, 심각한 상해의 방지, 공중의 구성원에 대한 잠재피폭선량의 다대한 증가의 방지를 위해 활동해야만 하는 종사자들이다.

범주 2: 초기 방호조치를 시행하거나 공중을 보호하기 위한 조치. 범주 2의 그룹은 경찰, 의료진, 소개에 사용되는 차량의 기사나 승무원 등 공중의 선량을 피하기 위해 추가적 피폭을 받는 종사자와 유사 그룹으로 구성된다.

범주 3: 복구작업. 셋째 그룹은 복구작업에 참여하는 종사자로 구성된다.

비상상황에서 범주간 분명한 경계선을 긋는 것은 어려울 수도 있음을 인식해야 한다.

(137) 일반적 권고는 ICRP 60 제224-225항에 주어져있다.

사고로 직접 기인하는 직업상피폭은 플랜트 설계와 그 방호특성, 그리고 비상절차의 대책에 의해서만 한정될 수 있다. 이상적으로는 정상상황에서 승인된 범위 내로 선량을 유지하는 것을 목표로 해야하는데 이것은 일반적으로는 가능하지만 심각한 사고에서는 항상 그렇다고 볼 수는 없다.

사고에 직접 기인하는 피폭외에도 비상시나 복구조치에서 긴급팀의 피폭이 있을 것이다. 심각한 사고에서도 이러한 피폭은 운영관리에 의해 제한될 수 있다. 이때 발생하는 선량은 정상상황에서 발생하는 것보다 높을 것이 예상되는데, 이 선량은 정규 선량과 구분하여 취급해야 한다. 긴급팀의 심각한 피폭을 수반하는 비상사태는 드물기 때문에 심각한 사고에서는 장기적인 방호수준을 낮추지 않고도 정상상황

28) 추가 요건은 긴급작업에 참여하는 종사자 자신의 의지에 따라야 한다는 것으로 이러한 피폭을 경영자가 강요할 수는 없는 것이다

의 관리를 어느 정도 완화하는 것이 허용될 수 있을 것이다. 인명구조를 제외하고는 이러한 완화로 사고의 관리와 즉각적이고 긴급한 복구 작업에 유효선량 약 0.5Sv 이상을 허용해서는 아니된다. 인명구조는 선량계측 평가에 의해서 제한되기 어렵다. 피부에 대한 등가선량도 인명구조의 경우를 제외하고는 5Sv를 초과하지 않아야 한다. 일단 긴급상황이 제어되고 나면 복구작업은 행위에서 발생하는 직업상피폭의 일부로 취급해야 한다.

범주 1.

(138) 범주 1 활동에 관련된 종사자는 대체로 플랜트 직원이겠지만 소방대원처럼 비상지원 요원일 수도 있다. 이 범주에 대해서는 경직된 선량한도를 권고하는 것은 적절하지 않다. 이런 유형의 긴급 개입은 일반적으로 고도로 정당화되며 종종 인명구조를 목표로 하거나, 사람들의 피폭이 결정적영향의 문턱선량을 초과하는 것을 방지하거나 공중의 구성원에 상당한 피폭을 초래할 참사상황으로의 발전을 방지하는 것을 목표로 한다. 이러한 긴급조치를 수행하는 사람들에게 대해서는 심각한 결정적영향이 일어날 수 있는 선량 이하로 피폭을 유지하는데 모든 노력을 경주해야 한다.

범주 2.

(139) 범주 2 활동은 공중의 피폭을 피하기 위하여 부지 외부에서 추가적인 피폭을 받게 될 종사자와 관련된다. 이 그룹은 직업상의 이유로 방사선을 통상 피폭하는 것으로 간주되는 종사자이거나 비상지원인력과 같이 그렇지 않은 사

람들로 구성된다. 비록 단순하고 직선적인 것이 라 하더라도 모든 이러한 종사자의 방호 최적화를 위해 주의를 기울여야 한다. 항상 가능하지 않을 수도 있지만 이들에 대한 선량은 직업상피폭의 선량한도 이하로 유지하는 것을 목표로 해야 한다.

범주 3.

(140) 범주 3 활동은 플랜트나 부지의 복구, 폐기물 처분, 부지와 환경의 제염과 같은 복구 활동을 수행하는 종사자와 관련된다. 이러한 일은 신중하게 계획되어야 한다²⁹⁾. 이 활동은 하나의 행위로 취급되어야 하고 선량은 선량한도 이하를 유지해야 한다.

4.1. 계획과 훈련

(141) 경영자는 문서화되어 검토되고 정기적으로 시험된, 그리고 현실정에 맞는 적절한 비상절차 세트를 갖추고 있어야 한다. 이 절차는 비상대응에서 종사자의 역할과 책임, 취할 방호 조치, 사용할 방호복 및 전용 감시장비, 선량계측 대책, 구조작전 등을 규정하여야 한다. 첫 두 범주의 종사자들이 필요로 하는 장비가 항상 가용하도록 특별한 주의를 기울여야 한다. 해당 선량한도 이상의 선량을 받은 종사자를 다루는데에 대한 준비도 있어야 한다.

(142) 범주1의 활동에 관여할 것으로 보이는 종사자의 일부는 정규 비상지원조직의 구성원일 것이며, 다른 종사자들은 가능하면 사전에 알려지기는 하지만 비상시에만 소집되는 지원

29) 일반적으로 복구작업은 긴급상황이 종료된 후에 시간적인 여유를 가지고 계획되고 집행될 것이므로 정상적 직업상피폭의 개념을 적용하는 것이 가능할 것이다.

자(支援者)들일 것이다. 이들에 대해서 적절한 훈련이 있어야 하며 처하게 될 것으로 예상되는 위험과 장애에 대해 포괄적으로 알려 두어야 한다. 특히, 호흡보호, 방호복, 차폐방법, 옥소제제와 같은 방호수단의 사용에 관한 정보와 필요한 훈련이 제공되어야 한다.

(143) 범주2에 관련된 종사자도 그들이 피폭할 것으로 보이는 선량에 관련된 위험에 대해 알고 있어야 하고 종사자나 공중을 보호하기 위해 취할 필요가 있는 조치에 대해 교육을 받아야 한다. 예를들면 경찰에게 안정 옥소제의 사용에 대한 정보가 제공되어야 한다.

(144) 범주3 활동과 관련한 종사자의 훈련수요는 실제 상황에 따라 달라지므로 사전에 분명히 하기 어렵다. 그러나 직업상 피폭하는 모든 종사자에 대해 요구되는 비슷한 기준이 그들이 노출되는 위험에 비례하여 적용될 것이다.

4.2. 감시와 관리

(145) 범주1 활동에 참여하는 종사자에게는 직독식 또는 경보 선량계 등 상황에 적합한 수단을 이용하여 그들의 피폭을 관리하고 정량화하는 적절한 수단을 제공해야 한다. 사고나 긴급 상황에서 외부피폭 감시에 대한 실질적 지침이 제6.8절에 주어진다.

(146) 범주2 활동에 관련하는 종사자에 대해서는 일반적으로는 개인감시가 필요하지는 않다. 조기 방호조치를 이행하는 수단은 그들이 받게될 선량을 고려하여야 하지만 선량이 그들이 보호하려는 공중의 선량과 크게 차이나는 않을 것이다. 그렇더라도 그들이 받은 선량에 대한 평가는 이루어지는 것이 적절하다³⁰⁾. 범주3 활동의 종사자에 대한 선량평가는 행위의 방사선방호체계 적용을 받는 다른 직업상피폭 종사자에 대한 것과 같을 것이다.

(147) 범주 1과 2의 활동에 관련한 종사자의 선량은 피폭하는 상황이 다르기 때문에 정규 선량기록과 구분되도록 해야한다. 여기에는 피폭 상황과 기간, 방사선의 종류와 선질, 체내의 선량분포 등 추가 정보를 기록할 필요가 있다. 범주3 활동에 관련된 종사자의 선량은 정규 작업상피폭으로 기록되어야 한다.

(148) 모든 범주의 종사자에게 요구가 있을 때 그들이 받은 선량과 가능한 건강영향에 대해 알려주어야 한다. 긴급상황에서 받은 선량은 그 작업자가 전리방사선을 다루는 작업에 계속 종사하는 데 대해 타협하는 대상이 되어서는 아니 된다³¹⁾. 그러나 종사자가 결정적영향의 문턱선량 부근 또는 그 이상을 피폭한 경우에는 종사자가 의사의 진단을 받도록 해야 한다.

30) 여기서 말하는 평가는 반드시 개인선량계에 의한 계측을 의미하지는 않으며 선량예측 평가나 선량 재구성 평가 등의 방법이 사용될 수도 있다. 이러한 완화가 인정되는 이유는 긴급시 이들에게 개인선량계를 신규로 지급하는 등의 조치가 어렵기도 하지만 근본적으로 이들이 받을 것으로 보는 선량의 크기가 그들이 보호하는 일반인과 크게 차이하지 않을 것이라는 점도 있다.

31) 다시 말해서 이러한 피폭을 받았다는 것이 이후 그 사람의 방사선작업 종사를 제한하는 이유가 되어서는 아니된다는 것이다. 이러한 정신은 넓게는 자유권과 평등권의 문제가 되기 때문이다.

5. 자연방사선원에 대한 직업상

피폭 관리

5.1. 일반

(149) 제2.2절에서 언급한 것과 같이 경영자의 책임으로 간주하는 것이 합리적이고 따라서 이 보고서에서 제한적으로 사용하는 용어 '직업상피폭'에 속하는 자연피폭원으로부터의 피폭에 대한 결정을 해야 할 필요가 있을 것이다. 일차적으로 단순히 일상생활의 일부분이기 때문에 제어가 근본적으로 어려운 자연방사선 피폭을 결정한 다음 이들을 면제한다. 예를들면, 체내에 있는 칼륨-40으로 인한 피폭, 지상에서 우주선에 의한 피폭 그리고 교란되지 않은 지각에 존재하는 방사성핵종들에 의한 피폭 등이다. 그러나 이러한 면제가 규제관리 체계내에 포함되어야 하는 피폭들과 명확하게 구분하기에는 충분하지가 않다.

(150) ICRP 60의 제136항은 다음과 같이 기술하고 있다.

어느 정도 실질적인 지침을 제공하기 위하여 위원회는 단지 다음 경우들에 대해서만 자연방사선 선원에 의한 피폭을 직업상 피폭의 일부로서 포함되기를 권고한다.

- (a) 규제기관이 라돈에 대한 주의가 필요하다고 선언하고 해당 작업장을 명시한 장소에서의 작업
- (b) 통상은 방사성으로 간주되지는 않으나

상당한 양의 천연 방사성핵종을 함유하고 규제기관이 명시한 물질의 취급 및 저장

- (c) 제트 항공기의 운항
- (d) 우주비행

또한, 몇몇 특별한 경우에 있어서는 규제기관이 천연 방사성물질로부터의 감마선에 대해서 고려할 필요가 있을 것이다. 경우 (d)의 우주비행에서의 피폭은 여기에서 더 이상 언급하지 않는다³²⁾.

(151) 나머지 세 경우에 대해 관리를 실행할 필요가 있는 상황은 보다 분명히 할 필요가 있으며 이들의 관리에 대한 원칙에 대해 좀더 많은 개발이 필요하다. 관리체계의 초점은 일반적 피폭수준보다 높은 특정 피폭원으로 인한 피폭에 두어야 하며 일반적 방사선원에 적용하는 선량기준, 피폭을 줄이기 위한 관리의 가능성에 대해 고려해야 한다³³⁾.

(152) 일반적으로 자연피폭원으로 인한 피폭은 인공 방사선원에 의한 피폭과 같은 정도의 관리를 받아오지는 않았다. 자연방사선으로 인한 직업상 피폭의 관리책임을 지는 규제기관이 인공선원으로부터의 피폭을 관리하는 규제기관과 다르기도 하며, 때로는 규제기관이나 경영자도 자연방사선으로 인한 피폭의 정도나 관리의 가능성에 대해 완전히 인지하지 못하기도 했다. 따라서 지금까지는 관리의 필요성이 없다고 간주되던 곳에 관리가 도입될 수도 있다. 이것은 방사선방호체계의 적용을 받아야 할 작업장의 유형에 대한 논의의 근거로서 피폭의 경향과

32) 대기권 밖의 우주비행은 강한 우주선의 피폭을 받기 때문에 어느 정도 장기간 체류하는 미션을 수행하는 경우 비행사의 상당한 피폭은 불가피하다. 따라서 이 경우에 일반적인 선량한도의 적용은 부적절하다.

33) 자연피폭원에 대한 방호체계 적용 여부의 결정에서 가장 핵심 기준은 그 피폭을 합리적인 범위의 노력으로 경감 또는 방지할 수 있는가의 판단이다.

수준을 정의 있게 재검토할 것을 요구한다.

5.1.1 작업장에서의 라돈

(153) Publication 65(ICRP, 1993b)에서 언급된 것과 같이 우라늄 광에서의 라돈은 인지 된 피폭원이고 이미 관리의 대상이 되고 있다. 건물내, 우라늄광이 아닌 다른 광산 또는 다른 지하의 작업장 등에서 이러한 점들이 아직 종종 무시되고 있다. 위원회에서 때로는 행위에 인한 것으로 취급해야 할 것과 기존상황에 기인한 것으로서 개입이 요구되는 것으로 간주되어야 할 라돈의 농도에 대한 명확한 구분을 내리는데 어려움이 있다고 언급하고 있다(ICRP 65의 제25항). ICRP 65의 목적은 이러한 구분에 도움을 제공하는 데 있는데 이는 조치준위 사용의 권고를 통해 이루어지고 있다.

(154) ICRP 65의 제83항은 다음과 같이 기술하고 있다:

첫째로 조치준위는 광산을 포함해서 라돈의 피폭을 줄이기 위해 개입이 이행되어야 할 장소를 정의하기 위해 필요하다. 둘째로, 위원회의 방호체계가 적용되지 않는 다른 작업장들이 있는 여건에서 행위에 대한 방호체계를 라돈 피폭에 적용해야 하는 작업장을 정의할 필요성이 있다. 이러한 정의도 조치준위로서 표현될 수 있다. 제89항(34)은 다음과 같이 설명한다. 방호체계(행위에 대한)의 적용 요구를 위한 조치준위가 복구수단의 구성을 위한 조치준위와 동일하게 채택하는 것이 명확히 이득이 있다.

(155) 이러한 접근은 기존상황에도 용이하게 적용할 수 있으나 새로운 작업장에 대해서는 이

러한 접근이 그렇게 용이하지 않다. 새로운 작업장에 조치준위를 정함이 어려운 것은 라돈농도를 정확하게 예측할 수 없으며 단지 작업장이 구성된 다음에야 결정될 수 있다는 점이다. 이것은 규제기관이 라돈 농도가 조치준위를 초과할 것 같은 작업장들을 구분하는 근거를 사전에 구축할 필요가 있음을 의미한다. 그러므로 설계와 건설은 예방적인 측면을 포함하여야 한다. 조치준위는 작업장의 구성 후에 그 예방조치의 효율성을 점검하는 차원에서 적용되어야 한다.

(156) ICRP 65의 제72항과 제86항에서 위원회는 작업장에서 개입을 위한 조치준위는 유효선량에 적용되어야 하며, 연간 3-10mSv 범위에 있어야 함을 권고하고 있다. 라돈 농도에 대한 조치준위는 연간 2000시간 작업시간과 전형적인 건물에서의 평형상수 0.4를 사용하여 연간 유효선량에 대한 조치준위로부터 유도되었다(평형상수는 라돈가스 농도와 그 딸핵종의 농도에 관련되는데 딸핵종의 농도가 방사선량을 좌우한다). 이로부터 장시간의 평균 라돈농도에 대한 조치준위로 500-1500Bqm-3의 범위를 얻는다. 그러나 광산에서 평형상수는 0.4와는 크게 다를 수 있다는 사실이 고려되어야 한다. 따라서, 광산에서는 라돈 농도로서의 조치준위로 다른 값을 적용하는 것이 적절할 지도 모른다. 선택된 조치준위 이하에서는 어떠한 완화대책의 시행이나 작업시 받은 선량의 평가가 필요하지 않다. 따라서, 규제기관에 의해 명시되지 않은 경우에는 조치준위 이하에서 작업으로 받은 라돈 피폭은 위원회의 방호체계를 적용할 목적으로 한 직업상피폭으로 취급되어서는 안된다. 규제기관은 자연방사선 선원(라돈, 토

34) ICRP 65의 제89항을 말한다.

론, 감마선, 광석 먼지 등)에 의한 피폭이 라돈 농도에 대한 어떠한 조치준위의 기준 없이 직업상 피폭으로 취급되어져하는 장소로 우라늄과 토륨 광산 구역의 명시를 요구할 것이다.

(157) 위원회의 방호체계를 적용할 것으로 정해진 작업장 구역의 지정에 관해 ICRP 65의 제98항은 다음과 같이 언급하고 있다.

라돈이 운전과 직접적인 관련이 없는 작업장의 구역은 라돈농도가 시간에 따라 증가하지 않음을 확인하기 위해 주기적 측정이 필요한 감시 구역으로 취급되어야 할 것이다. 예외적으로, 농도가 상당히 높아 특별 운영절차를 필요로 하고 관리구역으로 사용이 요구될 수도 있다. 만약 라돈 농도가 대체로 운영으로 인한 것이라면 라돈의 피폭을 제어하기 위한 특별한 작업절차와 함께 관리구역이 필요할 것 같다.

개인피폭 감시의 고려에서 ICRP 65의 제99항은 다음과 같이 기술하고 있다.

고용주는 관리구역내 종사자의 피폭이 체계적으로 감시됨을 보장할 필요가 있으며. . . 때로는 개인감시보다 작업장에 대한 감시로 충분할 수 있으며. . . 조치준위 이상의 순피폭량보다는 총피폭량을 구해야 한다.

5.1.2. 천연 방사성핵종의 준위가 높은 물질

(158) 일반적으로 방사성으로 간주되지는 않으나, 천연 방사성 핵종을 상당히 내포하고 있는 물질에는, 지르콘, 배델레이석(baddeleyite), 지르코니아, 회토류 광석, 그리고 인산염석과 그것을 다루는 공정에서 생겨나는 석고 폐기물 등이 있다. 또한, 이 물질들을 가공하는 과정에서, 가공시설의 어떤 부분에서는 이들의 모핵종과 딸핵종 사이의 영년평형을 깨고 천연 방사성핵종의 농도가 높아질 수도 있다. 광물

용해로, 인산 또는 비료 생산공정에서 칼슘 인산염을 다루는 시설, 그리고 오일 플랫폼의 파이프나 밸브, 정유시설 등에서 축적되는 방사성 찌꺼기들이 그 예이다. 이러한 물질들은 대량으로 존재할 때는 외부피폭을, 분진을 날리는 작업에서는 내부피폭을 주로 일으킨다[Dixon, 1984; Hewson, 1993; NCRP, 1993]. 관리방침은 그러한 물질의 방사능 농도에 기초하여 이루어지는 것이 바람직하다.

(159) 관심의 대상이 되는 주요 핵종은 우라늄-238과 토륨-232 붕괴계열에 속한 핵종들과 그 부(副)계열, 특히 라듐과 납-210으로 시작되는 부계열의 구성핵종들이다. 환경 내에서 이들 핵종의 준위는 일반적으로 대략 0.04Bqg-1이며 이 값의 10배 또는 그 이상까지의 정상 변동폭을 가지고 있다. 명백하게 이 정도의 정상 준위는 관리에서 제외되어야 하며, '지각 방사성 핵종'으로 분류되어야 한다.

(160) 우라늄과 토륨 광물 및 라듐 미광(尾鑛)의 호흡을 통한 단위 섭취당 유효선량은 모핵종의 Bq 당 0.03에서 0.09mSv 정도이며 이 값은 핵종과 입자의 크기에 따라 다르다[Silk 등, 1995]. 만일 평균 5mg m⁻³의 먼지가 존재하며, 연평균 2000시간동안 직업상 피폭이 계속된다고 비관적으로 가정한다면, 1~10Bq g⁻¹의 농도가 연간 약 1~2mSv의 유효선량을 초래할 수 있다. 이와 비슷한 정도의 방사능 농도는 대량의 이러한 방사성물질에서 나오는 감마선에 계속해서 직업상 피폭을 고려할 때에도 얻어진다[Dixon, 1984]. 약 1.5Bq g⁻¹의 우라늄을 포함하는 침전 인산염 광물에 대한 지표채광 및 정광에서 나오는 먼지와 감마선에 대한 종사자 피폭 관련 실험 자료들은 이러한 평가를 뒷

받침해준다(UNSCEAR,1993).

(161) 결론적으로, 규제기관은 이러한 물질에 대한 피폭이 직업상피폭인지의 여부를 결정하기 위해서 모핵종 방사능 농도를 1에서 10Bq g-1사이에서 선택하도록 권고된다. 이와 비슷한 정도의 방사능 농도가 면제준위 계산에서 얻어졌다는 사실에 주목해야 한다(CEC,1993). 포괄적인 단일 값이나 또는 특정 핵종에 대한 값들이 선택될 수 있다. 이 선택된 준위를 넘어설 경우, 피폭과 작업 조건에 대한 평가는, 종사자 피폭을 제한하기 위해 예방조치가 필요한지를 결정하는 관점에서 수행되어야 한다.

(162) 대량의 물질이나 먼지가 많은 공정이 이루어지는 장소는, 피폭이 비용효율 측면에서 감소될 수 있는지 관심을 가질 필요가 있다. 이것은 개선된 밀봉이나 환기, 그리고 작업 행위의 변화를 통해 달성될 수 있다. 또한 작업조건이 계속해서 검토될 필요가 있는 감시구역을 설정하는 것도 적절할 것이다. 때로는 종사자의 피폭을 합리적으로 달성 가능한 한 낮게 유지하기 위해서 호흡방호장비의 사용과 같이 종사자가 따를 특별 운전절차를 정의하는 것이 필요할 수도 있다. 그럴 경우, 관리구역을 설정하는 것이 필요하다. 그러한 구역 내의 종사자와 작업 환경에 대한 감시는 제6절에서 논의된다.

5.1.3. 제트 항공기에서의 우주선(宇宙線)

(163) 항공승무원의 피폭에 관한 검토 정보(EURADOS, 1996)는 온대지역의 고도 8km에서의 유효선량률은 대체로 약 3 μ Sv/h에 이르는 것으로 알려졌다. 장거리 비행의 전형적 고도인 12km에서는 유효선량률이 대략 이 값의 두 배 정도이다. 그래서, 연간 약 200시간동

안 일반 제트 항공기로 여행하는 승객은 약 1mSv의 연간 유효선량을 받을 것으로 보인다. 위원회는 승객의 피폭을 직업상의 피폭으로 다를 필요성은 고려하지 않는다. 인상된 우주선 준위에서 피폭하는 주요 직업상 피폭 그룹은 항공승무원들이다.

(164) 제트기 항공승무원들의 피폭은 직업상 피폭으로 간주되어야 한다. 연간 유효선량은 비행시간과 해당 비행경로의 전형적인 유효선량률로부터 도출되어야 한다. 달리 실질적인 관리수단이 없으므로 지정구역의 적용을 고려할 필요는 없다. 항공승무원들에 대한 기존의 비행시간 제한이 충분한 피폭관리를 제공할 수 있을 것 같다. 임신한 항공승무원은 통상 만삭 훨씬 이전에 비행직무에서 면제되고 있다. 위원회는 이러한 관행으로 제3.3.6절에 주어진 목적이 적합하게 성취될 것이라고 믿으며 따라서 태아에 대한 추가적인 보호조치를 실시할 이유가 없다고 본다.

5.1.4. 감마선

(165) 기존의 작업장에서 지면과 건축자재 중의 천연 방사선원으로부터의 감마선량률을 운영자의 책임으로 간주하는 것은 합리적이지 못하다. 그러나 감마선량률 준위가 환경선량률과 건축자재의 방사능 농도의 지식으로부터의 계산될 수 있기 때문에 조치준위는 새로운 작업장의 위치, 설계와 건설에서 유용할 것이다. 또, 조치준위는 라듐-226을 포함한 도료에 의한 야광이나 광산과 같은 과거 행위들의 결과로 천연 방사성핵종 오염이 관련된 기존상황에 적용될 수 있다. 이러한 경우에는 피폭원제거와 같은 개입이 실행 가능할 것이다. **KRIIA**