



비직업적 근접 노출에 의한 석면폐증 집단발생 사례

Asbestosis Epidemics Caused by Non-occupational Neighborhood Exposure

안 연 순 | 동국대 산업의학과 | Yeon-Soon Ahn, MD

Department of Occupational Medicine, Dongguk University College of Medicine

E-mail : ysahn@dongguk.ac.kr

김 형 열 | 가톨릭대 예방의학교실 | Hyoung-Ryoul Kim, MD

Department of Preventive Medicine, The Catholic University of Korea College of Medicine.

E-mail : cyclor@catholic.ac.kr

J Korean Med Assoc 2009; 52(5): 472 - 481

Abstract

Asbestos is a naturally occurring mineral in the Earth's crust, and it is not confined to the historic and current asbestos mining areas, but rather quite commonly encountered in certain geological environments across the world. The middle-west side of the Korean Peninsula (Chungnam province) has been composed of numerous talc and asbestos ore deposits derived from serpentine and dolomite. These areas have experienced epidemics of malignant mesothelioma and pleural plaques as a result of non-occupational "neighborhood" exposure and naturally occurring asbestos (NOA) exposure. However, asbestosis epidemics from environmental exposure were rare because asbestosis needs relatively high concentration of asbestos exposure. This review summarizes asbestosis epidemics which occurred in the residents who have lived past or current asbestos mining areas and natural in-place asbestos deposits (or asbestos-like mineral deposits) in the world, including Korean asbestosis endemics that occurred in Chungnam province, which has many historic asbestos mining. Also, this manuscript will describe effective public policies for managing NOA, minimizing potential hazards, and protecting public health from asbestos exposure.

Keywords: Asbestosis; Asbestos mining; Neighborhood exposure; Naturally occurring asbestos (NOA)

핵심용어: 석면폐증; 석면광산; 근접 노출; 자연발생석면

서론

석면은 자연에서 생성되는 석면형태(asbestiform) 광물군을 지칭하며 화학적으로는 다양한 양의 마그네슘을 함유하고 있는 함수규산염(含水硅酸鹽, hydrated silicates) 광물이다. 크게 사문석계(serpentine)의 백석면(Chrysotile)과 각섬석계(Amphibole)의 청석면(Croci-

dolite), 갈석면(Actinolite), 직섬석면(Anthrophyllite), 투각섬석면(Tremolite), 양기석면(Actinolite) 등으로 분류된다 (1). 사문석계 백석면이 단독으로 폐암, 중피종을 일으키는 지에 대하여 과거에는 논란이 있었지만 현재는 백석면이 각섬석계 석면에 비하여 독성은 약하지만 악성중피종, 폐암 등 석면관련 질환을 일으킨다는 것이 밝혀졌다(2~4).

석면 이외에 자연에서 생성되는 광물 중 석면관련 질환(홍

막반, 폐섬유화, 중피종 등)을 일으키는 광물질이 있는데 플루오로에테나이트(fluoroedenite)(5)와 에리오나이트(erionite)(6~8)가 그 예이다. 또, 질석(9~11), 활석(12, 13) 등의 광물은 석면이 많이 함유된 광물(석면이 오염된 광물)로 이들 광물에 포함된 석면이 석면폐증(석면증), 중피종 등 석면관련 질환을 일으켜 이들 광물에 대해서도 관심이 증가하고 있다.

석면광산 또는 공장 근로자에서 석면폐증, 중피종 및 흉막반을 포함한 석면관련 호흡기질환 발생이 증가하는 것에 대해서는 의심의 여지가 없다. 근로자가 아니고 단순히 석면취급 근로자와 살았거나(14), 석면광산 또는 공장 인근에 살고 있거나(15), 심지어 단순히 석면광맥 근처에 살고 있는 경우(16)에도 석면관련 질환이 발생한 것이 종종 보고되고 있다. 그러나 위의 예처럼 근로자가 아닌 경우에 발생한 석면관련 질환은 저농도의 석면 노출에서도 발생할 수 있는 흉막반과 중피종 등의 사례가 대부분이고, 다른 석면관련 질환에 비하여 상대적으로 고농도의 노출이 있어야 발생하는 석면폐증은 근로자가 아닌 경우에 집단 발생한 예가 흔하지 않다.

따라서 본 특집에서는 석면폐증의 환경의학적 고찰과 함께, 석면광산이나 공장의 근로자가 아니면서 석면광산 인근에 거주함으로써 석면 [또는 석면 유사광물(asbestos-like mineral) 및 석면함유 광물]에 노출되어 석면폐증에 이환된 국내·외 사례를 고찰하고 이들 집단에서 석면관련 질환을 예방하기 위한 대책을 제안하고자 한다.

석면폐증의 산업 및 환경의학적 고찰

석면폐증은 석면분진에 의해 발생하는 폐의 섬유화로, 석면노출과 폐섬유화는 양의 상관관계가 있다. 노출과 증상 사이의 잠복기는 일반적으로 15~30년(평균 20년 이상, 때로는 40년 이상)이지만, 지속적으로 강하게 노출된 경우에는 3년 이내에도 발생한 보고가 있다(17). 매우 예외적이지만 출입 1달 이내의 노출에서도 발생했다는 보고가 있다(18).

석면폐증의 발현은 개인의 폐의 석면분진 제거능력(clearance capacity)과 관계있다. 석면폐증은 누적 노출량이 증가할수록 발생이 증가하지만 석면관련 암(중피종, 폐

암)과는 달리 노출역치가 존재하여 저농도 노출이나 단기간의 고농도 노출(수 일~수 주)에서는 잘 발생하지 않는 것으로 알려져 있다(19). 그러나 Stayner 등(1997)은 South Carolina 석면 방직공장 근로자들을 대상으로 한 연구에서 폐암이나 석면폐증을 발생시키는데 노출 역치가 있다는 증거가 없다고도 하였다(20). 석면폐증을 유발하는 석면노출 농도는 일반적으로 25 fibers/ml-year로(21), 이 농도는 매년 평균 1 fiber/ml로 25년 누적 노출을 의미하는 것이다. 현재 근로자 직업적 노출 한계인 0.1 fiber/ml [1,000명당 2명의 석면폐증 초과 위험(excess lifetime risk) 및 1,000명당 5명의 폐암 초과 위험이 예측되는 노출량](19)를 적용할 경우 250년, 환경 노출 기준인 0.01 fiber/ml를 적용할 경우는 800년 이상(24시간 노출되므로)의 누적 노출이 있어야 석면폐증이 발생하는 것을 의미하므로 상당히 고농도 노출에 의해 석면폐증이 발생함을 알 수 있다.

석면폐증이 다른 석면관련 질환에 비하여 상대적으로 고농도의 석면에 노출되어야만 발생하는 것은 폐의 석면섬유 농도로도 알 수 있다. 부검 폐조직을 투과전자현미경(transmission electron microscopy, TEM) 검사시 석면에 직업적, 환경적으로 노출되지 않은 일반인구집단이 1,000 fibers/mg(건조폐) '미만(평균 2~300 fibers/mg(건조폐), 길이 5 μ m 미만이 90%) 또는 100 fibers/mg(건조폐) 미만(5 μ m 이상)이라면, 석면관련 질환이 없는 광산지역 주민은 일반 인구집단의 10배 정도이고, 흉막반이 있는 경우는 100~5,000 fibers/mg(건조폐) 미만, 석면폐증 의심인 경우는 2,000~19,000 fibers/mg(건조폐), 2형은 약 1,370,000 fibers/mg(건조폐)이고, 중피종 환자는 정상범위로부터 석면폐증 환자의 폐 석면농도까지 다양하다(22).

석면폐증을 일으키는 성분의 역할에 대해서는 구체적으로 알려져 있지 않다. 단지 공기 중의 부유물질 중 직경이 5 μ m 이상인 것은 폐의 점막 등 보호작용에 의하여 폐포까지 도달하지 못하나 석면의 직경은 0.02~0.03 μ m 정도이며 길이는 상대적으로 길어서(1~40 μ m) 호흡기에 직접 영향을 줄 수 있는 것으로 알려져 있다. Lippmann (1989)은 석면관련 질환의 종류에 따라 석면 크기에 특징이 있다고 주장하는 바, 석면폐증을 잘 일으키는 섬유 크기는 길이 2 μ m

이상, 직경 0.15 μm 이상; 악성중피종은 길이 5 μm 이상, 직경 0.1 μm 미만의 가는 섬유; 폐암은 길이 10 μm 이상, 직경 0.15 이상의 상대적으로 굵은 것이라고 하였다(23).

석면폐증은 폐암, 중피종 및 다른 암 발생 위험 증가와 관련이 있는데 1,376명의 석면폐증을 가진 핀란드 남성에서 폐암은 6배(SIR=6.7; 95% CI 5.6~7.9), 중피종은 32배(SIR=32; 95% CI 14~60) 증가하였다(24). 이 코호트에서 석면폐증이 방사선사진상 진행한 경우 폐암의 위험이 37배(SIR=37; 95% CI 18~66) 증가하였다(25). 그러나 석면폐증이 없는 석면노출자에서도 폐암이 유의하게 증가한다는 다수의 연구결과가 있다. 석면폐증은 비가역적으로 근본적인 치료가 불가능하며 예후가 좋지 않는데 의학적으로 확인된 석면폐증에서 석면관련 사망이 증가하여 기대수명이 유의하게 감소하는데, 38%가 폐암, 8%가 중피종, 20%가 석면폐증으로 사망한다(26).

석면광산 인근주민에서 발생한 석면폐증 집단발생 사례

1. 석면노출 형태

석면노출은 크게 5가지 유형으로 분류할 수 있다(27). ① 직업적 노출(occupational exposure): 석면광산 또는 공장 등에 종사하는 근로자의 석면노출 형태이다. ② 준직업적 가정적 노출(para-occupational domestic exposure): 석면 취급 근로자의 옷에 붙은 석면분진에 근로자의 가족이 노출되는 경우로 상당히 고농도 노출을 일으킬 수 있다. ③ 준직업적/근접 노출(para-occupational/neighborhood exposure): 석면광산 또는 공장으로부터 수 km 떨어진 곳에 거주함으로써 석면에 노출되는 경우이다. ④ 준직업적/거시적 환경노출(para-occupational/macro-environmental exposure): 석면에 노출되지 않는 일반 인구집단에서 백만명 당 1명의 중피종이 발생한다. 그러나 석면공장이나 석면광산이 있는 국가들에서 일반 환경노출(macro-environmental exposure)에 의해 중피종이 증가한다는 증거는 없다. ⑤ 비직업적, 가정적 노출(Non-occupational, domestic exposure): 직업적으로 직간접 노출

이 없고, 가정에서 사용되는 석면에 노출되는 경우로 석면이 함유된 벽으로부터 지속적으로 분진이 발생하는 경우와 석면함유 물질의 처리 등에 의해 노출될 수 있다.

최근에는 이런 5가지 유형의 석면 노출 이외에 자연발생 석면(naturally occurring asbestos, NOA) 노출에 의한 건강장해가 큰 쟁점이다. NOA는 석면을 의도적으로 채광하거나 사용하지 않는 상태에서 자연에 존재하는 석면 및 석면 유사광물이 우연한 사람의 활동에 의해(incidental human activities) 환경에서 교란(disturbance)을 일으켜 사람에게 노출을 일으키는 것으로 정의된다(28). NOA는 준직업적/근접 노출의 한 형태로 볼 수도 있으나 석면광산이나 공장의 가동기간 중에는 의도적으로 석면을 채광하거나 생산하는 것이므로 석면광산이나 공장이 가동기간 중 근로자 이외의 인접 주민이 노출되는 것을 엄밀한 의미의 NOA에 의한 노출로 볼 수는 없다. NOA에 노출되는 경로는 경제성이 없는 이유로 채광되지 않은 석면광산(또는 석면 유사광산 및 석면함유 광산)이나, 채광 중 비산된 석면분진이 토양이나 대기를 오염시킨 상태에서 이 지역에 도로포장(road surfacing), 건설(construction), 자연 작용(natural process), 토양과 관계된 활동(human activity with soils), 여가 활동(recreational exposures) 등이 이루어질 때이다(28).

과거 채광이 이루어졌던 석면광산 인근주민이 석면관련 질환이 집단 발생했다면 준직업적/근접 노출에 의해 채광 중에 발생하였거나, 가능성이 전자보다 낮지만 폐광 후 NOA에 의해 발생하였을 수 있다. NOA 중 과거 생산이나 채광으로 인한 토양 및 공기 오염 등에 의한 것은 복구나 개선의 문제를 결정할 때 고려되어야 하지만, 미량의 석면이 발생하는 토양이나 광석이 있는 지형에 거주하는 사람들에게 대한 건강위험에 대해서는 아직까지 논란이 많다. 특히 석면폐증은 위에서 설명한 것처럼 중피종, 폐암 등 석면에 의해 발생하는 악성 질환에 비하여 상대적으로 고농도의 석면 노출이 있어야 발생하므로 저농도의 석면분진 노출 원인 NOA에 의한 집단 발생은 매우 드물다.

2. 외국의 석면광산 인근주민 석면폐증 집단발생 사례

석면 또는 석면 함유 광상(ore deposits)이 있어 환경성

석면노출에 의해 흉막반이 발생한 보고는 많은데 노출된 석면의 종류도 다양하다. 터키(트레몰라이트와 에리오나이트), 그리스(트레몰라이트), 사이프러스(백석면과 트레몰라이트), 오스트리아(트레몰라이트), 코르시카(트레몰라이트와 백석면), 아프가니스탄(트레몰라이트), 시실리(플루오로에테나이트), 뉴칼레도니아(트레몰라이트), 중국(청석면), 일본(안트로필라이트, 트레몰라이트 및 백석면), 불가리아(안트로필라이트, 트레몰라이트 및 세피오라이트), 핀란드(안트로필라이트) 등이 그 예이다(29). 이들 지역에서 주민들에게 중피종 발생이 높다는 역학적 연구결과는 1960년대 말부터 보고되기 시작하여(30) 다수의 보고가 있으나(6, 8, 31~41) 상대적으로 고농도 석면노출 후 발병하는 석면폐증의 집단 발생은 아래 몇몇 사례를 제외하고는 세계적으로도 드물다.

이 장에서는 청석면 광상이 있는 중국 다야오(Dayao) 지방, 트레몰라이트 함량이 높은 지형인 터키 아나토리아(Anatolia) 지역, 석면 유사 광상이 있는 터키 카파도키아(Cappadocia) 지역, 석면이 함유된 질석 광산이 있는 미국 몬태나주 리비(Libby Montana) 지역 주민에서 발생한 석면폐증을 포함한 석면관련 질환 집단 발생 사례를 소개하고자 한다.

(1) 중국 다야오 지방 사례

다야오 지방은 중국 남서부 최단의 산악지역인 윈난성(Yunnan province)에 위치하는 인구 약 28만명의 농촌지역으로 연중 기후가 봄이고 주업이 농업이며, 담배가 주 생산품으로 남성 흡연율이 80%로 매우 높다. 열악한 도로 사정, 빈곤, 도시로부터 원거리에 위치한 지형적 이유 등으로 외부로부터 고립되어 있어 인구 이동이 거의 없다. 다야오 지방에 속하는 Jin-bi, Huang-hai-tun 및 Shi-yang 등 3개 마을은 인구가 약 6만 8천명, 면적이 약 200 km인데 청토(blue clay)로 불리는 청석면 광상이 반을 형성하여 세 개 마을 면적의 20%를 덮고 있다. 이 청토는 청석면을 함유하고 있고 약해서 손으로 만져도 부서지기 쉽고, 미세분진으로 기중에 날린다. 남녀노소 주민 모두가 청석면 분진에 노출되는데 특히 어린이들은 등·하교길에 비포장도로를 지나거나 석면광석 위에 앉아 놀면서 고농도의 청석면 분진에

노출된다. 이 지역에서는 이 청토를 주택의 회반죽이나 벽을 칠하는데 사용하여 976가구 중 60%가 주택을 짓는데 사용하였다(42).

이 지방의 청석면은 섬유 길이가 짧고, 단단해서 상업용으로는 매우 제한적으로만 사용되는데 스토브 생산에 주로 사용하였다. 따라서 이 지역에서는 환경노출 이외에, 직업적 노출도 있는데 농부 중 일부는 청토를 기계 또는 수작업으로 분쇄하여 청석면을 생산하거나, 난로 또는 난로 튜브를 생산하는데 종사하여 청석면에 노출되었다. 난로 생산이 최대에 이르렀던 1980년대 초기에 약 30만대를 생산하여 대부분을 외지로 팔고 이 지역에서 일부를 소비하였다. 1983년 서부중국대학 의학부(West China University of Medical Science, WCUMS)가 석면에 의한 건강 장애를 발표한 이후 1984년부터 공식적으로 이 작업을 금지하였지만, 여전히 사용되던 것이 남아 있고 아직도 암암리에 생산되고 있다(42).

환경적 석면노출은 전형적 NOA 노출로 자연의 풍화작용, 토양을 파는 작업 중 석면분진이 대기중으로 비산되어 노출되며, 상업적 또는 개인적으로 청토를 파헤치면서 대지를 덮고 있는 나무나 풀이 훼손되어 청토가 드러나면서 노출이 더욱 심해졌다. 또 준직업적 가정 노출(Non-occupational, domestic exposure)이 흔한데, 청토를 주택의 회반죽이나 벽칠에 이용하였고, 가정마다 한 두 개의 석면 난로를 사용하고 있으며, 이 난로를 수리하면서 석면에 노출되게 되고, 수명이 다한 것은 아무렇게나 버리면서 석면 오염을 가중시킨다(42). 직업적으로 난로 생산을 위한 광석을 분쇄시 수작업과 기계작업이 각각 40%, 60% 정도이었는데 이때 구름먼지가 발생되고 노출이 심하여 1985년 측정시 석면 섬유 농도가 평균 6.6 fiber/cm³ (최고 25.4 fiber/cm³) 이었다(43).

WCUMS가 이 지역 Jin-bi 및 Hung-hai-tun 2개 마을에서 몇몇 흉막반과 중피종 사례를 발표한 이후 이 지역 주민을 대상으로 지속적인 역학적 연구가 수행되고 있다. 1984년 이 지역 Jin-bi 및 Hung-hai-tun 2개 마을에서 이 마을에서 태어나서 성장한 20세 이상 성인 2,175명(남성 996명, 여성 1,179명)을 대상으로 흉부방사선 검사를 수행한 결과

11%(40세 이상은 20%)에서 흉막반이, 16명(1.4%, 모두 40세 이상)에서 석면폐증이 확인되었다. 대조군으로 이 지역에서 230 km 떨어진, 석면섭유가 측정되지 않는 마을 주민 1,330명을 검사하였는데 대조군에서는 흉막반과 석면폐증이 발견되지 않았다(43). 이후 이 지역 주민을 대상으로 한 후향성코호트 연구가 3회 수행되었는데 악성 종양, 중피종, 폐암 등은 표준화사망비나 상대위험도가 높았으나 호흡기질환(석면폐증을 분류하여 분석하지는 않음)은 대조군에 비하여 낮았다(43~45).

(2) 터키의 아나토리아 지방 사례

터키의 아나토리아 지역은 그리스, 사이프러스, 일본, 중국, 뉴칼레도니아 지역과 같이 토양 중 석면이 함유된 지형인데, 이 지역에는 백토(white soil)인 “ktoprak” 과 많은 섬유상 광물이 곳곳에 산재해 있다(46). 이 지역 석면 섬유는 주로 트레몰라이트, 액티노라이트 또는 트레몰라이트/액티노라이트-백석면의 혼합 성분이다(41, 47, 48, 49). 이 지역주민들의 연간 중피종 발생은 10만명당 남성 114.8명, 여성 159.8명으로 직업적으로 고농도의 석면에 노출된 근로자집단과 비슷하다(41).

환경적으로 백토에 노출되는 이 지역 67개 마을 중 11개 마을 923명의 주민을 무작위 추출하여 흉부방사선 촬영을 한 결과 흉막반 14.4%, 미만성 흉막 섬유화(diffuse pleural fibrosis) 10.4%, 석면폐증 0.4% (4명)로 나타났다. 석면은 주로 트레몰라이트로 노출 농도는 실내가 평균 0.089 fiber/ml (0.009~0.28), 실외가 0.013 fiber/ml (0.004~0.030)이었고, 마을 주민의 누적 노출량은 0.19~14.61 fiber/ml-yrs로 다양하였다. 석면폐증이 발생한 4명은 누적 노출량 14 fiber/ml-yrs 이상에서 발생하였다(50).

(3) 터키 카파도키아 지방 사례

석면섬유로 분류되지 않지만 석면섬유와 같이 중피종, 폐 섬유화 등을 일으키는 섬유상 광물이 에리오나이트로 국제 암연구소도 이 물질을 중피종을 일으키는 그룹1 발암물질로 분류하고 있다(51). 터키의 카파도키아 지역은 에리오나이트 지형으로 이루어져 있는데 이 지역에 속하는 Karain, Tuzky 및 Sarihidir 마을을 대상으로 중피종 및 폐섬유화 등 비악성질환에 대한 역학적 연구가 이루어졌다. 이중

Karain 지역에서 다수의 중피종이 발생한 것이 1978년 밝혀지면서(32), 동일한 현상이 Tuzkoy와 Sarihidir 지역에서도 확인되었다(6). 이 세 마을의 인구가 약 5,000명인데 Karain의 중피종 사망률이 1,000명당 8명이고(6), 1970년부터 1994년까지 이 지방 사망자의 52%가 중피종이었다(6). 또 1980년부터 1994년까지 Tuzkoy와 Sarihidir 마을의 사망자 중 36%가 중피종이었다(52). 중피종 이외에 이 지역 주민을 대상으로 한 역학적 연구에서 석면폐증과 유사한 다수의 폐섬유증 환자가 발생한 것도 확인되었다(53).

(4) 미국 리비 지역 사례

석면을 함유한 광물에 의해 환경오염의 일어난 대표적인 지역이 미국의 몬태나주 리비이다. 리비는 1920년대부터 1990년대까지 70년 동안 세계 최대 규모의 질석(vermiculate) 채광지역이었다(54). 이 지역 질석은 각섬석계 석면으로 오염되어 있는데 석면의 성분은 트레몰라이트, 액티노라이트, 리히터라이트(richterite) 및 윈차이트(winchite) 등이다(54). 따라서 질석을 채광, 가공 및 개인적 또는 상업적으로 이용하는 과정에서 리비지역은 석면에 오염된 질석에 의해 광범위하게 오염되었다(54). 이 지역 주민에 대한 관심은 근로자와 접촉하는 가족에서 석면관련 질환이 보고되기 시작하면서 가족 중 근로자가 없는 거주자로 확대되었다. Peipins 등(2003)이 이 지역 성인 6,668명(근로자도 포함)을 단면조사를 실시하였을 때 17.8%에서 단순흉부방사선 사진에서 흉막 변화가 있었으나 석면폐증 등 폐실질 변화는 1% 미만에서만 있었다. 이중 직업적 노출이나 근로자의 가족이 아닌 단순 거주자의 경우는 6%만이 방사선학적으로 흉막반 등 석면관련 병변을 보였다(54).

이 지역을 대상으로 한 사망연구도 이루어졌는데, 미국 독성물질 및 질병등록청(Agency for Toxic Substances and Disease Registry, ATSDR)이 2002년 이 지역의 광산 및 가공공장 근로자, 근로자의 가족 및 지역 거주민에 대한 석면폐증, 폐암 및 중피종 사망위험을 조사하여 보고하였다. 조사 결과 리비지역의 석면폐증 사망률이 기대치보다 40~80배 높았고, 폐암은 20~30% 더 증가해 있었다. 그러나 석면폐증에 이환된 사람의 대부분이 광산 및 가공공장 근로자 또는 그 가족으로 환경적으로 노출되어 석면폐증에

이환된 사례는 매우 드물었다(55). 결론적으로 리비지방의 석면폐증은 환경적 노출에 의한 것은 무시할 정도라고 할 수 있다.

3. 우리나라 석면광산 인근주민 석면폐증 집단발생 사례

(1) 우리나라 석면광산 실태

우리나라 석면광산은 과거 1900년도 초기부터 군수용으로 일제에 의해 주로 개발되어 채광되었으나 해방되면서 석면 생산이 급격히 감소한 후 거의 폐광되었다. 해방 당시 전국에 총 28개의 광산이 있었으며, 남한에는 16곳(충북 제천 7, 충주 2, 충남 서산 2, 당진 1, 광천 1, 강원 김화 2, 영월 1)에서 석면을 생산한 적이 있다고 알려져 있다. 해방 직후에는 수요가 없어 채광이 일시 중단되었다가 경제 발전, 특히 새마을운동으로 슬레이트 등의 사용이 증가함에 따라 석면을 다시 채광하였다. 해방 후 국내 석면광산은 등록일자가 1970년 12월 30일(충남 홍성 등)에서 1988년 12월 1일에 등록된 광산(충남 보령 등)까지 총 21개소였다. 충남 서부지역이 15개소로 가장 많았으며, 주요 소재지는 충남 홍성, 보령, 서산 등이었다. 이 기간 중인 1978년부터 1983년까지는 연간 1만 톤 이상을 생산하기도 하였지만, 빈약한 광맥과 인건비 상승 등의 경제적인 요인으로 생산이 중단되었다(56). 1944년부터 1990년까지 국내 석면의 총 채광량은 약 145,000톤이었다(57).

(2) 충청남도 석면광산 인근주민 석면폐증 집단발생 사례

1) 조사대상 광산 개요

2008년 환경부 산하 연구원인 국립환경과학원의 역학조사를 통해 석면광산 주민에서 석면폐증 및 흉막반의 집단발생이 확인된 곳은 광천읍 광천광산, 보령시 오천면 중앙광산, 청소면 대보석산광산 인근 마을이다.

광천광산은 지질학적으로 선캄브리아기의 월헌리층과 이를 관입한 덕정리 편마암 및 백악기의 장곡섬록암으로 구성되어 있다. 월헌리층은 각섬석편마암과 흑운모-각섬석편암으로 구성되며 이중에는 사문암, 사문암질편암이 협재되어 있다. 광천광산은 사문암대의 백색면 광상으로 광산의 경사는 거의 수직이다. 기록을 보면 광체는 연장 70~100 m, 최대폭 25 m 정도의 규모를 갖는 편도상의 것이 4~5개

가 부존되고 있다. 이들 광체는 과거 노천굴에 의하여 지표에서 20~30 m 하부까지 채굴되었으며, 이 중 일부 광체는 심도가 노두부터 최고 90 m까지 확인되었다. 광천광산의 정확한 연혁과 석면 채광량, 근무한 근로자 등에 대한 자료는 확인할 수 없으나, 인근 지역주민의 진술에 의하면 1900년대 초반(일제시대)때부터 1983년까지 채광활동을 하였다고 한다. 채광활동을 위해 1,000여명이 넘는 근로자가 고용되기도 하였으며(징용을 대신하여 전국 각지에서 근로자가 이주해 옴), 1983년 폐광직전엔 근로자 수가 100여명으로 축소되었다고 한다(56).

광천광산 채광시의 작업환경측정기록에 대한 것은 문영한(1979)의 연구가 유일한데 석면광산 갱내의 석면분진 농도가 0.092~0.385 fiber/cm³ 이었으며 광산 부속공장의 분쇄공장은 2,671~5,966 fiber/cm³ 이었고, 사무실로부터 2 m 떨어진 곳에서의 측정값은 3,882 fiber/cm³ 로 갱내보다 부속공장이나 광산 및 부속공장 주변에서의 석면농도가 더 높았다(58).

보령시 오천면에 소재한 광산은 월 정광 500여 톤을 노천 채광으로 생산하던 우리나라 유수의 석면광산으로, 선광시설 및 본 공장은 약 4 km 떨어진 청소면에 위치하고 있다. 광산부근의 지질은 변성퇴적암이 넓게 분포하고 있으며 광상은 변성 퇴적암중에 협재된 백운암질 석회암이 열수변질 작용에 따라 형성된 투회석계의 석면광산으로 다년간 노천 채광으로 연장 150 m, 심도 1~15 m 굴하되어 있다. 이 광산의 석면농도에 대한 과거 작업환경 측정자료는 없다.

2) 석면광산 인근주민 석면폐증 집단발생 사례(56)

광천광산, 중앙광산, 대보석산광산을 중심으로 대략 반경 약 2 km 이내(마을단위로 역학조사 대상자를 정하였고, 광산이 한 지점이 아니고 수 백 미터 길이어서 정확한 거리 산출은 어려움)에 있는 5개 마을 주민 중 40세 이상, 석면광산 가동기간 동안 이 지역 1년 이상 거주자 중 원하는 사람을 대상으로 단순홍부방사선 촬영과 석면노출력 등에 대한 면접조사를 실시하였다.

역학조사 대상자는 215명(남성 97명, 여성 118명)이었고, 평균연령은 69.1세(남성 68.0세, 여성 69.9세), 이 지역 거주기간은 53.6년으로 광산이 1980년대 중반 폐광된 것을

고려하면 광산 가동기간 동안 거주기간은 약 30년이였다. 215명 중 40.5%인 87명(남성 54명, 여성 33명)은 1개월 이상의 광산 및 부속공장 근무력이 있었고, 128명은 단순 거주자였다. 종사경력에 있는 주민의 광산 종사기간은 9.3년이였다. 215명 중 51.2%인 110명(남성 56명, 여성 54명/종사자 56명, 비종사자 54명)이 흉막비후나 폐실질 이상음영 등 석면관련 질환이 의심되어 흉부 computed tomography (CT) 촬영 대상으로 선별되었다. 이중 95명(종사자 54명, 비종사자 41명)이 CT를 촬영하였다. 판독가능한 흉부CT 사진을 기준으로 광산 종사자의 경우 49명 중 32명(65.3%)이, 비종사자는 37명 중 23명(62.2%)이 석면폐증이 관찰되었고, 흉막반은 종사자는 54명 중 50명(92.6%)이 비종사자는 41명 중 37명(90.3%)이 관찰되어 CT 촬영자의 경우 석면폐증과 흉막반 모두 석면광산 및 부속공장 종사력이 없는 단순거주자의 유병률이 종사자와 차이가 없었다.

국립환경과학원의 조사는 석면폐증이 다른 석면관련 질환에 비하여 고농도 노출이 있는 경우에 발생하는 것을 고려할 때 근로자가 아닌 인접노출에 의한 것으로는 유병률의 크기에 있어 이례적인 결과이다. 즉, 석면광산 및 부속공장 인근 거주자들이 과거 석면 채광기간 동안 고농도 노출이 있었음을 짐작할 수 있다. 과거 채광기간 중 석면농도를 측정한 문영한(1979)의 연구에서 석면광산 사무실로부터 2 m 떨어진 곳에서 측정한 값이 3.88 fiber/ml로 과거 고농도 노출되었음을 확인할 수 있다(58). 한 가지 고려해야 할 것은 석면광산이 폐광된 후에도 NOA 형태의 노출이 주민의 석면폐증 발현에 영향을 주었는가인데 이번 국립환경과학원의 역학조사에서 대기 중 석면이 거의 검출되지 않았고, 석면폐증은 고농도 노출에서만 발하므로 채광이 끝난 후 NOA에 의해 석면폐증이 발생하였다고 판단하는 것은 무리가 있다.

비직업적 환경적 석면노출에서도 지역주민에서 석면폐증 유병률이 높은 이유는 고농도 노출 이외에 몇 가지 원인이 있다. 첫째, 면접조사 결과 파악된 이 지역주민들의 증언을 고려할 때 직업적으로 채광이나 석면가공에 종사하지는 않았지만 유년시절 광산 가까이에서 가서 놀거나 석면을 가지고 놀이(석면을 손바닥으로 문질러 섬유를 크게 부풀리는

놀이)를 한 경험이 많은 것으로 미루어 단순거주보다는 일상 활동에 의해 노출이 있었던 것을 배제할 수 없다. 또, 본인은 광산 직업력이 없어도 가족 종사자가 있어 노출된 경우가 있다. 이 조사에서 비종사자 128명 중 44명이 가족 종사자가 있었다. 이 중 흉부 CT 촬영 대상자가 16명이었고 13명이 판독이 적절하였는데 10명(판독가능한 사진의 76.9%가 석면폐증)이 석면폐증이 있어 일반 비노출자 62.2%에 비하여 높아 가족에 의한 석면노출도 일정부분 기여하였을 것이다. Anderson 등(1979)은 석면취급 근로자와 접촉한 가족에서 폐실질 및 흉막병변이 대조군에 비하여 유의하게 높아 35%가 흉막 변화가 있었고, 17%가 폐실질 변화가 있었다고 하였다(59). 둘째, 석면폐증 진단방법의 문제로 이제까지 국외에서 이루어진 석면광산이나 석면을 함유한 광상이 있는 지형 주민에 대한 연구는 대부분이 단순흉부방사선촬영을 통하여 유병률을 산출한데 비하여 충남조사에서는 CT로 최종진단을 했기 때문이다. 연구결과 석면폐증의 영상의학적 진단은 high resolution computed tomography (HRCT)가 유용한데, HRCT는 단순흉부 사진에서 병변이 의심되는 경우에 대한 확진뿐만 아니라 단순흉부사진에서 보이지 않는 석면폐증을 발견하는데 유용하다. Aberle 등(1988)은 증상은 있지만 HRCT를 이용하여 단순흉부사진상 석면폐증이 보이지 않는 환자 중 80%에서, 임상 증상과 단순흉부사진상에서 석면폐증의 증거가 없는 환자의 1/3에서 석면폐증을 보고하였다. 또, 석면폐증 환자의 80%에서 단순흉부사진상 흉막질환이 있고 HRCT 결과 거의 100% 흉막소견이 있는 것을 확인하였다(60, 61). 이번 조사에서도 흉부 CT 정밀 대상으로 선별된 110명 중 20.9%인 23명만이(215명 기준으로는 10.7%) 석면폐증이 의심되었으나, 흉부 CT에서 86명 중 55명이 석면폐증으로 진단되어 Aberle 등(1988)의 연구결과와 차이가 없었다. 따라서 이번 석면폐증의 집단발생이 외국의 사례에 비추어 이례적인 것은 진단도구의 차이에 의한 부분도 매우 크게 기여하였다.

(3) 주민 석면관련 질환 예방을 위한 관리 대책

충청남도 석면광산이 모암인 사문석이나, 석회석 등의 채광 시기까지를 고려하여도 폐장 후 10년 이상의 세월이 흘

렸지만 폐광산이 미치는 환경영향이나 종사자 및 인근주민의 건강영향에 대한 평가가 이루어지지 못하였다. 2008년 국립환경과학원의 석면광산 인근주민에 대한 역학조사를 계기로 일부 실태가 파악된 만큼 종합적인 관리대책 수립이 필요하다. 관리대책은 폐광산 및 주변 환경에 대한 대책, 종사자 및 노출 주민에 대한 대책, 기타 석면관련 연구 지원 등의 차원에서 광범위하게 수립되어야 할 것이다.

결론

석면폐증은 중피종, 폐암 등 저농도의 석면노출 후에도 발생할 수 있는 다른 석면관련 질환과는 달리 일반적으로 25 fibers/ml-year 이상의 고농도 석면 누적 노출이 있어야 발생하는 질환이다. 따라서 석면을 직접 생산하거나 채광한 근로자에서 발생률이 높은 것은 다수의 역학적 연구 결과를 통해 확인되었으나 석면광산이나 공장 주변에 거주하는 것만으로 집단 발생하는 것은 드물다.

2008년 국립환경과학원의 역학조사를 통해 충청남도 일부 석면광산 인근 거주민에서 높은 석면폐증 유병률이 확인된 것은 과거 이들 주민이 고농도의 석면에 노출되었음을 보여주는 증거이다. 이 역학조사가 우리나라 석면광산 인근에 거주하여 석면에 노출된 주민 중 극히 일부를 대상으로 한 제한적인 조사인 만큼 향후 이들 지역 거주민의 2세를 포함한 거주력이 있는 사람에 대한 건강영향 평가가 필요하다. 아울러 NOA 노출에 의한 석면관련 질환 예방을 위한 폐광산 및 오염지역 복구, 피해자 구제법 제정, 석면관련 질환을 감시하고 건강영향 평가를 수행할 석면 환경성질환센터의 추가 설립 및 석면관련 연구의 확대 등 종합적인 석면 관리대책이 수립되어야 한다.

참고문헌

- De Vuyst P, Karjalainen A, Dumortier P, Pairon JC, Mons E, Brochard P, Teschler H, Tossavainen A, Gibbs A. Guidelines for mineral fibre analyses in biological samples: Report of the ERS Working Group. *European Respiratory Society. Eur Respir J* 1998; 11: 1416-1426.
- Yano E, Wang ZM, Wang XR, Wang MZ, Lan YJ. Cancer mortality among workers exposed to amphibole-free chrysotile asbestos. *Am J Epidemiol* 2001; 154: 538-543.
- Li L, Sun TD, Zhang X, Lai RN, Li XY, Fan XJ, Morinaga K. Cohort studies on cancer mortality among workers exposed only to chrysotile asbestos: a meta-analysis. *Biomed Environ Sci* 2004; 17: 459-468.
- Hein MJ, Stayner LT, Lehman E, Dement JM. Follow-up study of chrysotile textile workers: cohort mortality and exposure-response. *Occup Environ Med* 2007; 64: 616-625.
- Comba P, Gianfagna A, Paoletti L. Pleural mesothelioma cases in Biancavilla are related to a new fluoro-edenite fibrous amphibole. *Arch Environ Health* 2003; 58: 229-232.
- Baris I, Simonato L, Artvinli M, Pooley F, Saracci R, Skidmore J, Wagner C. Epidemiological and environmental evidence of the health effects of exposure to erionite fibres: a four-year study in the Cappadocian region of Turkey. *Int J Cancer* 1987; 39: 10-17.
- Emri S, Demir A, Dogan M, Akay H, Bozkurt B, Carbone M, Baris I. Lung diseases due to environmental exposures to erionite and asbestos in Turkey. *Toxicol Lett* 2002; 127: 251-257.
- Baris YI, Grandjean P. Prospective study of mesothelioma mortality in Turkish villages with exposure to fibrous zeolite. *J Natl Cancer Inst* 2006; 98: 414-417.
- McDonald JC, McDonald AD, Armstrong B, Sebastien P. Cohort study of mortality of vermiculite miners exposed to tremolite. *Br J Ind Med* 1986; 43: 436-444.
- McDonald JC, Harris J, Armstrong B. Mortality in a cohort of vermiculite miners exposed to fibrous amphibole in Libby, Montana. *Occup Environ Med* 2004; 61: 363-366.
- Horton DK, Bove F, Kapil V. Select mortality and cancer incidence among residents in various U.S. communities that received asbestos-contaminated vermiculite ore from Libby, Montana. *Inhal Toxicol* 2008; 20: 767-775.
- Merchant JA. Human epidemiology: a review of fiber type and characteristics in the development of malignant and non-malignant disease. *Environ Health Perspect* 1990; 88: 287-293.
- Fitzgerald EF, Stark AD, Vianna N, Hwang SA. Exposure to asbestiform minerals and radiographic chest abnormalities in a talc mining region of upstate New York. *Arch Environ Health* 1991; 46: 151-154.
- Miller A. Mesothelioma in household members of asbestos-exposed workers: 32 United States cases since 1990. *Am J Ind Med* 2005; 47: 458-462.
- Magnani C, Ivaldi C, Botta M, Terracini B. Pleural malignant mesothelioma and environmental asbestos exposure in Casale Monferrato, Piedmont. Preliminary analysis of a case-control study. *Med Lav* 1997; 88: 302-309.

16. Pasetto R, Comba P, Marconi A. Mesothelioma associated with environmental exposures. *Med Lav* 2005; 96: 330-337.
17. Dee P. Inhalational lung diseases. In: Armstrong P, Wilson AG, Dee P, Hansell DM, eds. *Imaging of diseases of the chest*. 3rd ed. London: Mosby, 2000: 485.
18. Seidman H, Selikoff IJ, Hammond EC. Short-term asbestos work exposure and long-term observation. *Ann N Y Acad Sci* 1979; 330: 61-89.
19. Brodtkin CA, Rosenstock L. Asbestosis and asbestos-related pleural disease. In: Rosenstock L, Cullen MR, Brodtkin CA, Redlich CA, eds. *Textbook of clinical occupational and environmental medicine*. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier, 2005: 365.
20. Stayner L, Smith R, Bailer J, Gilbert S, Steenland K, Dement J, Brown D, Lemen R. Exposure-response analysis of risk of respiratory disease associated with occupational exposure to chrysotile asbestos. *Occup Environ Med* 1997; 54: 646-652.
21. Koskinen K, Rinne JP, Zitting A, Tossavainen A, Kivekäs J, Reijula K, Roto P, Huuskonen MS. Asbestos, asbestosis, and cancer: the Helsinki criteria for diagnosis and attribution. *Scand J Work Environ Health* 1997; 23: 311-316.
22. Begin R, Samet JM, Shaikh RA. Asbestos. In: Harber P, Schenker MB, Balmes JR, eds. *Occupational and environmental respiratory disease*. St Louis: Mosby, 1997: 298.
23. Lippmann M. Effects of fiber characteristics on lung deposition, retention, and disease. *Environ Health Perspect* 1990; 88: 311-317.
24. Karjalainen A, Pukkala E, Kauppinen T, Partanen T. Incidence of cancer among Finnish patients with asbestos-related pulmonary or pleural fibrosis. *Cancer Causes Control* 1999; 10: 51-57.
25. Oksa P, Klockars M, Karjalainen A, Huuskonen MS, Vattulainen K, Pukkala E, Nordman H. Progression of asbestosis predicts lung cancer. *Chest* 1998; 113: 1517-1521.
26. Berry G. Mortality of workers certified by pneumoconiosis medical panels as having asbestosis. *Br J Ind Med* 1981; 38: 130-137.
27. Peters GA, Peters BJ. Pathology, immunology and gene therapy. In: Neuberger M ed. *Sourcebook on asbestos diseases*. New-York: Lexis Law, 1998.
28. Dyken JJ, Wheeler JA. ATSDR's experience with community exposure to "naturally occurring asbestos". *J Environ Health* 2008; 70: 74-76.
29. Harper M. 10th Anniversary Critical Review: Naturally occurring asbestos. *J Environ Monit* 2008; 10: 1394-1408.
30. Wagner JC, Sleggs CA, Marchand P. Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure in the North Western Cape Province. *Br J Ind Med* 1960; 17: 260-271.
31. Yazicioglu S. Pleural calcification associated with exposure to chrysotile asbestos in southeast Turkey. *Chest* 1976; 70: 43-47.
32. Baris YI, Sahin AA, Ozesmi M, Kerse I, Ozen E, Kolacan B, Altinörs M, Göktepeli A. An outbreak of pleural mesothelioma and chronic fibrosing pleurisy in the village of Karain/Urgüp in Anatolia. *Thorax* 1978; 33: 181-192.
33. McConnochie K, Simonato L, Mavrides P, Christofides P, Pooley FD, Wagner JC. Mesothelioma in Cyprus: the role of tremolite. *Thorax* 1987; 42: 342-347.
34. Constantopoulos SH, Theodoropoulos P, Dascalopoulos G, Saratzis N, Sideris K. Metsovo lung outside Metsovo. Endemic pleural calcifications in the ophiolite belts of Greece. *Chest* 1991; 99: 1158-1161.
35. Goldberg P, Goldberg M, Marne MJ, Hirsch A, Tredaniel J. Incidence of pleural mesothelioma in New Caledonia: a 10-year survey (1978-1987). *Arch Environ Health* 1991; 46: 306-309.
36. Viallat JR, Boutin C, Steinbauer J, Gaudichet A, Dufour G. Pleural effects of environmental asbestos pollution in Corsica. *Ann N Y Acad Sci* 1991; 643: 438-443.
37. Sichletidis L, Daskalopoulou E, Tsarou V, Pnevmatikos I, Chloros D, Vamvalis C. Five cases of pleural mesothelioma with endemic pleural calcifications in a rural area in Greece. *Med Lav* 1992; 83: 326-329.
38. Paoletti L, Batisti D, Bruno C, Di Paola M, Gianfagna A, Mastrantonio M, Nesti M, Comba P. Unusually high incidence of malignant pleural mesothelioma in a town of eastern Sicily: an epidemiological and environmental study. *Arch Environ Health* 2000; 55: 392-398.
39. Zeren EH, Gümürdülü D, Roggli VL, Zorludemir S, Erkisi M, Tuncer I. Environmental malignant mesothelioma in southern Anatolia: a study of fifty cases. *Environ Health Perspect* 2000; 108: 1047-1050.
40. Magnani C, Dalmasso P, Biggeri A, Ivaldi C, Mirabelli D, Terracini B. Increased risk of malignant mesothelioma of the pleura after residential or domestic exposure to asbestos: a case-control study in Casale Monferrato, Italy. *Environ Health Perspect* 2001; 109: 915-919.
41. Metintas S, Metintas M, Ucgun I, Oner U. Malignant mesothelioma due to environmental exposure to asbestos: follow-up of a Turkish cohort living in a rural area. *Chest* 2002; 122: 2224-2229.
42. Luo S, Liu X, Mu S, Tsai SP, Wen CP. Asbestos related diseases from environmental exposure to crocidolite in Da-yao, China. I. Review of exposure and epidemiological data. *Occup Environ Med* 2003; 60: 35-41.
43. Liu XZ, Luo SQ, Wang ZM, Wang MZ, Zhan CL. An investigation of crocidolite contamination and mesothelioma in a rural area of China. *Biomed Environ Sci* 1990; 3: 156-165.
44. Luo S, Mu S, Zhan C. A retrospective cohort study[1987-1995] of malignant neoplasm in a country contaminated with crocidolite. *Chin J Ind Hyg Occup Dis* 1997; 15: 272-276.
45. Mu S, Luo S, Yang H. A retrospective cohort study on the mortality of rural area in Da-yao county. *Modern Prev Med* 1998; 25: 63-65.

46. Baris YI, Bilir N, Artvinli M, Sahin AA, Kalyoncu F, Sebastien P. An epidemiological study in an Anatolian village environmentally exposed to tremolite asbestos. *Br J Ind Med* 1988; 45: 838-840.
47. Yazicioglu S, Ilçayto R, Balci K, Sayli BS, Yorulmaz B. Pleural calcification, pleural mesotheliomas, and bronchial cancers caused by tremolite dust. *Thorax* 1980; 35: 564-569.
48. Metintas M, Ozdemir N, Hillerdal G, Uçgun I, Metintas S, Baykul C, Elbek O, Mutlu S, Kolsuz M. Environmental asbestos exposure and malignant pleural mesothelioma. *Respir Med* 1999; 93: 349-355.
49. Karakoca Y, Emri S, Cangir AK, Baris YI. Environmental pleural plaques asbestos and fibrous zeolite exposure in Turkey. *Indoor Built Environ* 1997; 6: 100-105.
50. Metintas M, Metintas S, Hillerdal G, Uçgun I, Erginel S, Alatas F, Yildirim H. Nonmalignant pleural lesions due to environmental exposure to asbestos: a field-based, cross-sectional study. *Eur Respir J* 2005; 26: 875-880.
51. Siemiatycki J, Richardson L, Straif K, Latreille B, Lakhani R, Campbell S, Rousseau MC, Boffetta P. Listing occupational carcinogens. *Environ Health Perspect* 2004; 112: 1447-1459.
52. Baris B, Demir AU, Shehu V, Karakoca Y, Kisacik G, Baris YI. Environmental fibrous zeolite (erionite) exposure and malignant tumors other than mesothelioma. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 1996; 15: 183-189.
53. Baris YI, Artvinli M, Sahin AA, Sebastien P, Gaudichet A. Diffuse lung fibrosis due to fibrous zeolite (erionite) exposure. *Eur J Respir Dis* 1987; 70: 122-125.
54. Peipins LA, Lewin M, Campolucci S, Lybarger JA, Miller A, Middleton D, Weis C, Spence M, Black B, Kapil. Radiographic abnormalities and exposure to asbestos-contaminated vermiculite in the community of Libby, Montana, USA. *Environ Health Perspect* 2003; 111: 1753-1759.
55. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Mortality in Libby, Montana 1979-1998. In: ATSDR, ed. Toxicological profile for asbestos. Atlanta GA: ATSDR, 2002.
56. National Institute of Environmental Research (NIER). Health risk assessment due to neighborhood asbestos exposure for residents have lived near asbestos mining and factory area. Incheon: NIER, 2009 (in press).
57. Ahn YS, Kim HU, Kim CY, Park JS, Kim JS, Kang DR, Kim HR, Kim HS. The prevalence of asbestos-related pleural thickness and the estimation of asbestos-related mesothelioma in Korea. Research results report (2007-123-1054) of Occupational Safety and Health Agency (OSHR). Incheon: OSHRI, 2007.
58. Moon YH. Epidemiological survey of asbestosis in asbestos miners and the inhabitants. *The Korean Central Journal of Medicine* 1979; 37: 169-178.
59. Anderson HA, Lilis R, Daum SM, Selikoff IJ. Asbestosis among household contacts of asbestos factory workers. *Ann N Y Acad Sci* 1979; 330: 387-399.
60. Aberle DR, Gamsu G, Ray CS, Feuerstein IM. Asbestos-related pleural and parenchymal fibrosis: detection with high-resolution CT. *Radiology* 1988; 166: 729-734.
61. Aberle DR, Gamsu G, Ray CS. High-resolution CT of benign asbestos-related diseases: clinical and radiographic correlation. *Am J Roentgenol* 1988; 151: 883-891.



Peer Reviewers' Commentary

이 논문은 최근 문제가 되는 환경에 의한 석면노출을 다루고 있다. 논문에서는 석면폐증이 발생하는 일반적인 상황을 설명한 후, 구체적으로 직업적 석면노출과 별도로 환경적 석면노출에 의한 석면폐증 사례군 연구를 소개하였다. 외국의 사례로 중국 다야오 지방, 터키 아나토리아 및 카파도키아 지방, 미국 리비 지역 등 4가지 집단발생한 사례들을 소개하였고, 우리나라에서 석면광산 인근주민에서 석면폐증이 집단발생한 사례들에 대해 설명하였다. 뒤이어 석면관련 질환을 예방하기 위한 우리나라 관리대책까지 제시하여 해당 분야에 대한 관심과 지식을 깊게 해주기에 충분하다. 향후 유병률에 대한 검토와 석면노출과 석면폐증의 인과관계에 대한 심도 있는 고찰이 이루어지기를 기대한다.

[정리: 편집위원회]