

인천시 고잔동에서 제기된 유리섬유에 의한 건강피해 역학 조사*

조수현¹ · 주영수¹ · 김경렬² · 이강근³ · 홍국선⁴ · 은희철⁵ · 송동빈⁶
홍재웅⁷ · 권호장⁸ · 하미나⁸ · 한상환⁶ · 성주현¹ · 강종원¹

서울대학교 의과대학 예방의학교실¹, 피부과학교실⁵, 자연과학대학 해양학과², 지질과학과³,
공과대학 무기재료공학과⁴, 길병원 산업의학연구소⁶,
인하대학교 의과대학 예방의학교실⁷, 단국대학교 의과대학 예방의학교실⁸

= Abstract =

Health Assessment for Glass Fibre Landfill at Gozan-dong, Incheon

Soo-Hun Cho¹, Yeong-Su Ju¹, Kyung-Ryul Kim², Kang-Kun Lee³, Kug Sun Hong⁴,
Hee-Chul Eun⁵, Dong-Bin Song⁶, Jae Woong Hong⁷, Ho-Jang Kwon⁸, Mi-Na Ha⁸,
Sang-Hwan Han⁶, Joo-Heon Seong¹, Jong-Won Kang¹

*Department of Preventive Medicine¹, Department of Dermatology⁵, Seoul National University College of Medicine,
Department of Oceanography², Department of Geological Sciences³, College of Natural Science, SNU,
School of Materials Science & Engineering, SNU⁴,
Institute of Occupational Health, Gil Medical Center⁶,
Department of Social and Preventive Medicine, Inha University Medical College⁷,
Department of Preventive Medicine, Dankuk University College of Medicine⁸*

In September 1994, residents of Gozan-dong, Incheon City, made a petition to the government about their health problems which might be caused by previous glass fibre landfill nearby "H" company. In February 1995, at regular academic meeting of occupational and environmental medicine, a research team of "D" University presented that they had found glass fibres in groundwater of the area through their survey. They were suspicious of probable association between ingestion of groundwater contaminated with glass fibres and skin tumors among residents.

A joint research team was formed and carried out the survey of environment concerning groundwater and its glass fibre existence, and health assessment of residents

* 본 역학 조사는 1995년 5월 25일 국립환경연구원과의 연구용역 계약에 의한 연구비 지원에 의하여 이루어 졌음.

in the area and industrial workers of "H" company during May to November, 1995.

Analysis of groundwater flow system indicates that the flow lines from the glass fibre landfill pass through or terminate at the 6 houses around the landfill. This means that the groundwater of the 6 houses around the glass fibre landfill could be affected by some possible contaminants from the landfill, but the groundwater quality of the other houses was irrelevant to the landfill. The qualitative and quantitative analyses for glass fibres in 54 groundwater samples including those from the nearby 6 houses, were carried out using SEM equipped with EDS, resulting in no evidence for the presence of glass fibres in the waters. Major precipitates, formed in waters while boiling, were identified as calcium carbonates, in particular, aragonites in needle form.

The results of health assessments of 889 residents in Gozan-dong, participated in this study, showed statistically significant differences in past medical histories of skin tumor and respiratory disease between the exposed group (31 persons who inhabited in 6 houses around the landfill) and the control group, but no significant differences in past medical histories of other diseases, such as cancer mortality, current gastroscopic findings, current skin diseases and respiratory diseases, etc. Also, we could not prove any glass fibres in excised specimens of 9 skin tumors in both groups and there were no health problems possibly associated with glass fibres in employees of the "H" company.

After all, we could not authenticate the association, raised by prior investigators, between groundwater streams, assumedly contaminated with glass fibres or not, and specific disease morbidities or common disease/symptom prevalences. That is, we could not find any glass fibres in groundwater as the only exposure factor of this study hypothesis, and there were not enough certain evidences such as increasing disease prevalences, for examples, skin, respiratory and gastrointestinal diseases etc, possibly related to glass fibre exposure, in exposed group. As a matter of course, the conditions for confirming causal association, for example, strength of the association, consistency of the association, specificity of the association, temporality of the association and dose-response relationship etc, have not been satisfied.

In conclusion, we were not able to certify the hypothesis that contamination of groundwater with glass fibres might cause any hazardous health effects in residents who used it for drinking.

Key words : Glass fibre, Groundwater contamination, Ingestion, Gozan-dong

I. 서론

1. 역학 조사의 배경

1994년 9월 경 인천광역시 남동구 고잔동 일대에 거주하는 주민들은 그들이 거주하는 지역의 환경오염으로 인하여 건강피해를 입고 있다는 진정을 내게 되었다. 주민들의 주장에 의하면, 단열보온재인 유리短纖維(한국공업규격에 의하면 “유리綿 保溫材”)를 생산하는 ㅎ(주)(주소는 인천광역시 남동구 논현동 272의 9으로 되어 있으나, 공장 부지는 논현동과 고잔동 73-1, 77, 78, 80-3 에 걸쳐 있음)이 1974년에 설립, 가동되기 시작한 이후 자신들의 피부병과 호흡기계 질환 등이 공장에서 생산되고 있는 유리섬유와 관련되어 발생된다는 강한 의혹을 가지고 있었던 것으로 추측된다. 이러한 피해에 연유하여 1993년 3월 반사회에서 주민들은 동사무소에 그들이 사용하고 있는 지하수의 수질검사를 요구하였고, 1994년 6월에는 지역 주민 624명의 서명을 받아 동년 8월 인천직할시 남동구청 환경보호과와 환경처 한강관리청 산업과에 진정서를 제출하였다는 주민들의 주장을 감안하면 유리섬유에 의한 지하수 오염을 강하게 내포하고 있었던 것으로 추정된다.

ㅎ(주) 공장이 이 지역 주민들로 하여금 지하수와 저수지의 오염원으로 지목된 계기는 1975년 4월경 공장에서 새어 나온 경유가 마을의 공동우물을 오염시키는 사건이 발생하면서 부터이다. 이후에도 방진막 조차 씌워지지 않은 유리섬유 쓰레기가 야적되어, 유리섬유가루가 날리면서 주민들에게 가려움증과 피부염 등을 유발해 왔다는 주민들의 주장이 있어 왔다. 이러한 과정에서 1994년 9월 ㄴ자동차학원이 교사 신축을 위해 인근지역에서 기초공사를 하던 중 10여년 전 ㅎ(주)이 동 지역에 매립하였던 유리섬유 폐기물 등이 확인되었고, 동년 10월 21일 인천일보에 유리섬유 불법 매립으로 인한 피해와 수질오염으로 인한 각종 질병, 암, 종양 발생이라는 기사가 보도되면서 사회적인 관심을 유발하게 되었다. 이후 지역언론 뿐 아

니라 중앙 언론 매체에서도 최근 6~7년사이에 동일 가구에서의 가구원 3명을 포함하여 인근주민중 총 4명이 암으로 사망한 사례와 10여명에게서 이름 모를 피부종양이 발생된 사례 등이 보도되었다(중앙일보, 1995).

이후 관련 행정기관에서 수차례의 현지 출장조사가 수행되었으나 그 결과에 대하여 주민들로부터 호응을 받지 못하고 있던 차에 1995년 1월 동국대학교 의과대학 예방의학교실과 인천시 부평동 평화의원이 공동으로 역학 및 환경조사를 실시하였고, 이 결과가 대한산업의학회 1995년도 제14차 학술대회(1995. 2. 23, 서울 팔레스호텔)에서 발표되면서 그 파장은 증폭되었다. 즉 매립된 유리섬유로 인하여 오염된 지하수를 음용한 주민들에게 피부종양 등이 유발되었을 가능성이 강력하게 의심된다는 연구 결과(임현술 등, 1995)이었다. 그리고 이러한 결과는 언론매체를 통하여 널리 보도되었다.

이러한 과정에서, 학술대회의 성격에 익숙하지 않은 주민들에게는 그들의 문제가 학계에 보고되어 공식적으로 인정을 받았다는 주장을 펴는 계기가 되었고, 이는 곧 이어 중앙환경분쟁조정위원회 재정신청(1995. 3. 23)과 손해배상청구 민사소송 등으로 이어져 고잔동 문제를 다분히 학술적 관심 - 즉 과연 지하에 매립된 유리섬유가 지하수로 혼입되어 이를 음용한 사람들에게 피부종양 등이 유발될 수 있을까 하는 순수한 학술적 연구의 범주를 벗어나, 민원 및 분쟁 해결을 위한 행정적 목적의 역학연구 성격도 띄게 되었다.

2. 조사 목적 및 범위

본 역학 조사의 목표는 일차적으로 인천시 고잔동 주민들로부터 제기되고 있는 유리섬유 폭로에 따른 건강피해에 대하여, 현재 호소하고 있는 상병상태를 확인하고 원인물질로서 지목되고 있는 유리섬유와의 관련성을 파악하여 이의 원인적 연관성을 규명하는데 있다. 이러한 과정을 통하여 궁극적으로는 유리섬유와

관련되어 예상되는 건강위해에 대한 예방대책을 강구하여 주민건강을 보호함에 있다 할 것이다. 따라서 본 연구는 원인 요인에 의한 건강장해를 받았을 것으로 추정되는 지역주민과 ㅎ(주) 근로자에 대한 건강상태 평가와 건강장해의 원인 요인으로서의 유리섬유의 확인 그리고 이들간의 인과관계 분석으로 이루어 진다.

원인물질로서의 유리섬유에 대하여는 공기중에 비산되어 호흡기를 통하여 또는 직접 피부접촉을 통하여 인체에 피해를 줄 수 있는 가능성은 이미 잘 알려져 있기 때문에 우선적으로 고려해야 되는 부분이다. 그러나 본 연구에서는 공기중에 비산되는 유리섬유에 관하여는 조사 대상에서 차지하는 비중을 적게하였는데, 그 이유는 6년전인 1989년에 ㅎ(주)에서는 유리섬유 제조를 중단하고 임가공업으로 전환하여 더 이상 유리섬유 제조 및 야적에 따른 비산 유리섬유 문제를 현시점에서는 상정할 수 없었기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 비산 유리섬유에 의한 건강피해보다는 원인적 요인으로 지목되어 본 역학조사의 직접적인 계기가 되고 있는 '유리섬유로 오염된 지하수'와 '특정 상병상태 또는 일반적인 상병상태의 증감'간의 인과관계를 확인하고자 하는 것이다. 이와 동시에 만약 오염된 지하수가 원인 요인으로 확인되는 경우, 어떠한 물질/성분이 '특정 상병상태 또는 일반적인 상병상태의 증감'에 결정적인 영향을 주었는지를 규명하기 위하여 지하수에 함유되어 있는 물질들에 대한 세포독성검사와 유리섬유 경구투여에 의한 동물실험 등이 독립적으로 병행되었다.

즉, 고잔동 일대 지하수의 오염원으로 지적되고 있는 ㅎ(주)로부터 오염될 수 있는 지하수의 범위는 어느 지역까지인가? 오염 영향권에 있는 지하수에는 실제로 유리섬유가 포함되어 있는가? 고잔동 주민들에게 현재 그리고 과거에 어떠한 질병이 예외적으로 많이 발생되고 있(었)으며, 지하수오염 영향권내의 주민들과 오염가능 영향권외의 주민들에게 그러한 건강상태의 차이가 실재하는가? 유리섬유가 문제가 된다면, 유리섬유와의 접촉이 보다 많았을 ㅎ(주) 근로자들에게는 어떠한 건강상의 영향을 찾아 볼 수 있는가? 라

는 구체적인 의문점을 풀기 위하여 역학조사는 설계되었다.

II. 조사 대상 및 방법

본 역학 조사 연구의 목적에 따라 폭로(exposure) 변수로서 지하수 환경조사 및 유리섬유 분석을, 그리고 결과(effect) 변수로서 건강상태 평가를 시도하였다. 상호간에 편견을 주지 않기 위하여 폭로와 결과에 대한 연구는 처음부터 동시에 독립적으로 진행되도록 하였으며, 기본적인 자료 수집 단계를 지나 인과관계의 분석 시점을 기점으로 하여 그후부터 서로의 연구결과와 과정을 교류하도록 하였다. 동물실험을 제외한 역학조사는 1995년 5월 부터 11월까지 6개월에 걸쳐 수행되었다.

1. 지하수 환경 조사 및 유리섬유 분석

지하수 환경 조사는 고잔동 지역의 대수층(帶水層; 지하수 함양 지층)의 특성 파악과 지하수의 수질 및 토양 분석을 통하여 지하수 잠재 오염원의 위치와 흐름 상태를 추정하고, 대수층의 수위 변화에 따른 지하수 유동계 분석을 통하여 지하수 유동에 따른 유리섬유의 이동 가능성 및 오염 가능 범위를 추정하고자 실시되었다. 이러한 연구를 통하여 얻어진 결과는 유리섬유에 의한 지하수 오염 여부 판단과 지하수 오염의 원인을 규명함과 동시에 유리섬유에 의한 오염이 있을 경우 오염 확산 범위의 예측 및 대책 수립에 활용될 수 있으며, 건강상태 평가 및 비교에서 오염된 지하수에 폭로된 군집과 폭로되지 않은 군집을 분리하는데 필요한 자료로 제공된다. 따라서 본 연구는 유리섬유의 오염 가능성과 범위 조사를 위하여 지하수 환경조사, 지하수 및 부유 입자의 지화학특성 조사, 그리고 유리 섬유의 물리 화학적 특성 조사 등 크게 3부분으로 구분하여 수행되었다.

가. 지하수 환경 조사

지하수 관정의 현황 및 수위 측정 등을 통하여 이 지역 지하수 유선망을 구성하여 지하수의 흐름을 파악하고, 지하수의 수질 분석을 통하여 대수층의 유리 섬유에 의한 지하수 오염 가능성을 파악하기 위하여 기존 가정용 및 산업용 지하수 관정의 이용 현황을 조사하여 일련번호를 붙여 관리하고 수위 측정이 가능한 지하수 관정을 분류하였다. 각 가정 및 공장을 방문하여 관정에 관련된 자료(착정년도, 수심, 수량 등)를 수집하고 조사된 관정에는 고잔동 1동 1~2반의 각 가구에 대해 총 54번까지의 일련번호를 붙였다(그림 1과 2 참조). 한편 지하수 유동 속도, 지하수 수위 변화, 지하수 흐름, 오염물질의 이송확산 과정을 파악하기 위하여 매립지와 마을의 중간 지점 등을 포함하여 지하수 흐름 파악에 결정적인 자료를 제공할 수 있다고 생각되는 지점에 관측정 총 8개를 새로 설치하였다. 관측정은 직경 50mm의 PVC 파이프를 밑에서부터 5~6m까지 스크린을 한 후 심도 9~10m로 설치하였

다. 관측공은 지하수 관측이 가능한 가정용 지하수 관정 3개와 ㅎ(주) 공장 내의 관정 4개와 더불어 총 18개의 관측정에서 지하수 수위의 지속적인 관찰과 정기적인 지하수 시료의 채취 및 분석을 통하여 대수층의 유동계와 지하수 오염 상황을 파악하는데 사용할 수 있도록 설치하였다. 가정용 지하수 관측공 중 고잔동 1동 1반의 민○○씨 맥의 관정(관정 No. 04)에는 자동 수위, 수온 관측기를 설치하여 수위와 온도의 무인 자동 관측을 장기적으로 수행함으로써 다른 관측정에서 측정된 정기 수위 변화, 수온 변화를 비교하여 자료의 검증을 실시할 수 있도록 하였다. 본 연구 지역인 고잔동은 해안가에서 약 1.0~1.5km 정도 밖에 떨어져 있지 않기 때문에 조석간만에 의한 지하수위의 영향을 받을 수 있다고 판단되었다. 따라서, 이러한 지하수위의 장기적인 수위 관측을 통하여 고잔동 지역 지하수계의 조수 간만과 대기압에 의한 영향도 조사 연구 하였다.

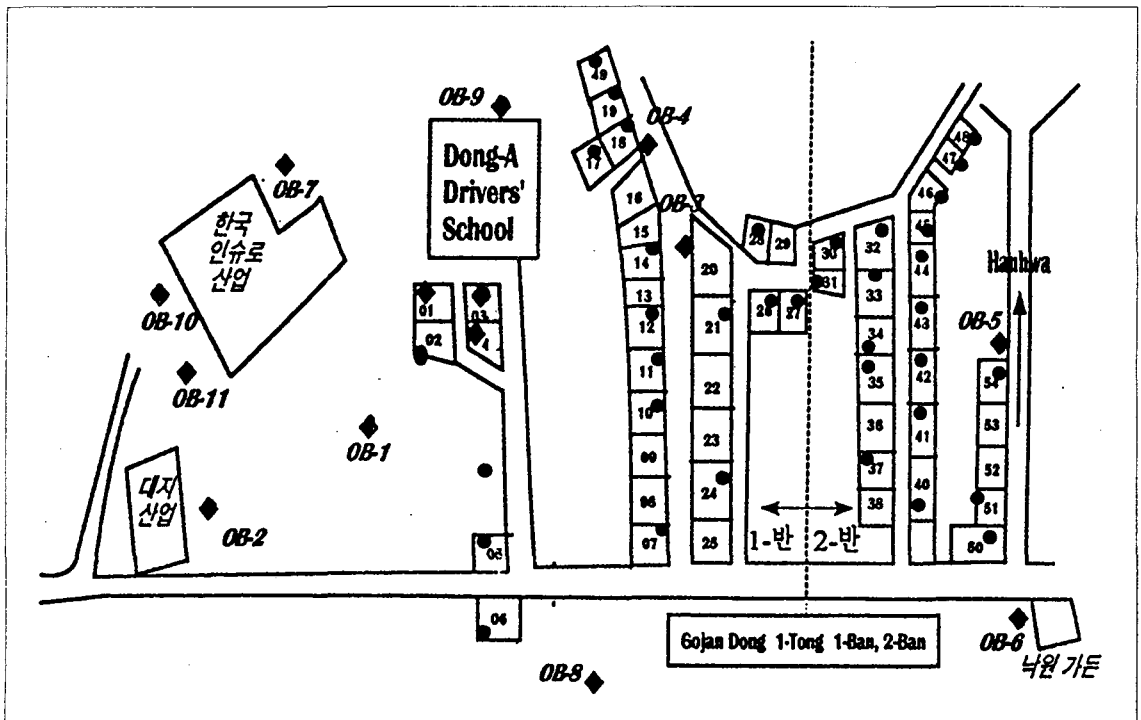


그림 1. 고잔동 각 가호의 관정 및 관측정의 위치.

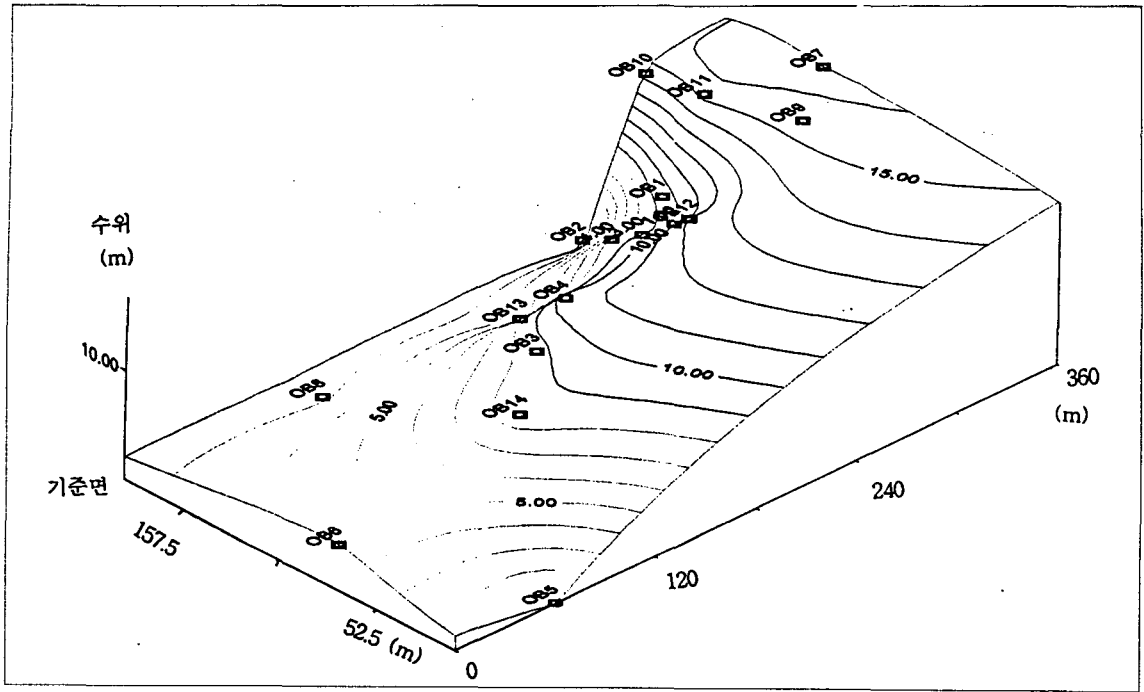


그림 2. 고잔동 지역 수위의 3차원 분포와 관측점의 위치.

나. 지하수 및 부유 입자의 지화학특성 조사

고잔동 일대 지하수의 계절에 따른 지화학 특징을 규명하고 이를 통하여 지하수 수리시스템 규명에 필요한 지화학 경계조건을 설정하고, 또한 지하수내에 포함되어 있는 부유입자들을 정성·정량적으로 규명하여 유리섬유의 존재 여부를 판정하며 이를 정량화하는 목적으로 수행되었다. 지하수의 이화학성분 특성규명을 위하여 수온, pH, 용존산소량 등 기초수리인자들과 주요이온들(Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-})을 분석하였다. 또한 지하수내 부유입자들의 특성규명을 위하여 여과지에 걸러진 입자들에 대하여 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy; SEM)을 이용하여 정성관측을 하였으며, 에너지회절분석(Energy Dispersive Spectroscopy; EDS)을 통하여 입자의 지화학특성을 조사하고 유리섬유

기원의 입자 존재의 가능성을 확인하였다.

시료채취는 지하수관에 정체되어 있었을 것으로 믿어지는 물들을 배제하기 위하여 100ℓ 이상의 지하수를 유출시킨 뒤 채취하였다.

다. 유리섬유의 물리 화학적 특성 조사

매립되어 있던 유리섬유¹⁾를 특성에 따라 분류하고 실험적인 고찰을 통하여 이들의 물리 화학적인 성질을 조사하였다. 이러한 연구들을 종합하여 유리섬유에 의한 지하수 및 토양 오염의 가능성과 지하수에 의한 이동 가능성을 추정하여 이들이 지역 주민의 생활 환경에 미치는 영향을 판단하도록 하였다. SEM으로 유리섬유의 형태를 관찰하였으며, EDS를 사용하여 유리섬유의 조성 분석을 실시하였다. 한편 임현술 등(1995)이 지하수를 가열하였을 때 다수 발견하였다는

1) 매립된 유리섬유는 1994. 11. 8 - 1995. 1. 31 사이에 36 트럭분(약 792 M³), 그리고 동국대 의대 역학 조사 발표 전후인 1995. 2. 19 - 3. 24 사이에 288트럭분(약 6,336 M³)이 처리되었으나, 본 역학조사가 수행되고 있는 기간 중인 1995. 5 부터 1995. 10 사이에도 125 트럭분(약 2,750 M³)이 폐기물 처리장으로 옮겨 졌다. (자료제공 : 한국인슈로(주))

침상형 결정체를 확인하기 위하여 침전물 생성 영향을 고찰하고, 탄산수소칼슘수용액의 제조 및 탄산칼슘 침전제조를 통해 지하수 침전물 생성 양상에 기여하는 주요인자를 찾기 위하여 모사 실험을 실시하였다.

2. 건강상태 평가

본 역학조사의 실제적인 목적은 학술적 흥미에서 계획되었다기 보다는 지역사회에서 제기된 분쟁을 해결함에 있어 행정관서에 필요한 자료를 제공하는데 있다 하여도 틀림이 없을 것이다.

따라서 '유리섬유 = 지하수 ⇒ 피하종양/악성 소화기계 종양'이라는 현시된 문제를 거론하기에 앞서, 우선 문제가 제기된 지역주민의 건강상태를 파악하여 무엇이 진정으로 문제가 되고 있는지를 정의하는 것이 제한된 시간내에 역학조사를 성공적으로 수행할 수 있는 관건이라고 생각되었다. 즉 "과연 고잔동 주민들의 전반적인 상병상태는 진정으로 유병률이 높은 상태인가?" "특별히 유병률이 높은 특정 질환(또는 질환군)이 있는가?" 라는 질문에 답하기 위하여 일차적으로 고잔동 지역주민 전체에 대한 건강상태 평가가 필요하였다. 그리고 지하수 환경 조사가 진행되면 지하수 유동계에 따라 유리섬유 매립지로부터 오염이 될 수 있는 영향권과 오염가능성이 없는(또는 상대적으로 희박한) 지하수역권이 구분되고, 또 각 지하수에서의 지화학 특성과 유리섬유 정성/정량 분석 결과가 집약되면, 각각의 지하수를 사용하는 주민들을 지하수 오염 여부에 따라 구분하여 오염지하수 이용이 전반적인 유병률의 증가 또는 특정 질환(질환군) 유병률에 영향을 주는지 여부를 다루기로 하였다.

문헌고찰을 통하여 보면 유리섬유에 의한 건강장해는 주로 부유상태의 유리섬유 입자가 피부, 점막 등에 직접 접촉하여 피부, 호흡기, 그리고 눈에 자극증상을

일으키는 것이 주종을 이룬다(Possick 등, 1970; Bignon 등, 1995; Lee 등, 1995). 그러나 고잔동의 경우에는 이와 같이 잘 알려진 건강장해 이외에 우리 주변에서 흔히 관찰되는 지방종 등 양성종양이 유리섬유에 의한 건강장해로 제기되었다. 이러한 질환들의 특성은 경과가 치명적이지 않기 때문에 비교적 흔하게 관찰되고 있으나, 발생률이나 유병률 등 역학적 자료들이 전무하다. 실제로 본 연구의 대상지역에서 유리섬유에 의한 건강장해라는 가정하에 가장 많이 보고된 질환은 피부질환으로 이미 동국의대 역학조사에서 보고된 바 있다(임현술 등, 1995). 따라서 이러한 질병을 접근하는데 가장 적절한 조사 방법으로, 먼저 조사 대상 질병을 확정하고 위험요인에의 폭로여부에 따른 유병률을 산출함으로써 관련성의 정도를 분석할 수 있는 단면조사(Cross-sectional Study, Prevalence Study)를 선택하였다.

가. 지역주민에 대한 역학조사

1) 조사대상 선정

주민들의 주장을 그대로 반영한다면, 주민들이 건강장해의 원인으로 주장하는 유리섬유에 의한 폭로는 최근에 일어난 일은 아니고 이미 오래전(1974년의 ㅎ(주) 설립)부터 이루어진 일이므로 본 역학조사의 연구대상을 선정하는 것은 쉬운 일이 아니었다. 이론상으로는 고잔동에 거주하였다가 다른 지역으로 진출된 사람들도 연구대상에 포함시켜야 하기 때문이다. 그러나 현실적으로 1974년 이래로 고잔동에 거주하였던 모든 사람들을 대상으로 한다는 것은 쉬운 일이 아닐 뿐만 아니라, 어느 면에서는 원인물질로 지목되고 있는 유리섬유의 확인을 포함한 지하수 환경조사 등 여러 조사들이 동시에 시작되어야 되는 본 역학조사의 초기 단계에 이러한 과정이 필수적이라고 단언할 수도 없다.²⁾

2) 이번엔 제기된 고잔동 문제는 유리섬유 전반에 걸친 문제라기 보다는 매립된 유리섬유가 인근 지하수를 오염시켜, 이를 음용한 주민들에게 피하 양성종양 내지는 소화기계 종양을 유발하였다는 주장에 입각하여 설계되었기 때문에 지하수 유동계에 따른 오염 범위가 구분되면 조사 대상자의 범위(예컨대 폭로군과 대조군)는 구체화될 수 있어, 역학조사 초기에 대두되었던 진출자 포함 여부는 전체적인 조사의 흐름에 큰 영향을 주지 않을 것으로 생각하였다.

따라서 본 역학조사에서는 1995년 현재 인천시 남동구 고잔동에 거주하는 주민전체를 기본 연구대상으로 하였으며, 여기에 덧붙여 고잔동 거주자는 아니지만 고잔동 거주력이 있으면서 “고잔동 문제”에 관심을 가지고 건강검진에 참여한 사람들과 그리고 논현동 주민 중 ㅎ(주) 인근에 거주하는 주민을 연구대상에 추가로 포함시켰다.

이러한 연구대상자를 선정하는 과정에서 다음 사항들이 고려되었다.

① 연구 지역에서 건강장애에 관한 문제가 발생한 시기가 1994년이라는 사실을 고려하여 연구대상은 1995년 1월 1일 현재 고잔동에 거주하고 있는 사람으로 하였으며, 이에 따라 1995년 1월 1일 이후로 전입한 주민은 조사대상에서 제외하였다.

② 고잔동 지역내 주민 구성을 검토한 결과, 특히 고잔동 3통 4반에 거주하고 있는 431명의 주민 대다수는 해당지역 사업체에 고용된 타지역 출신의 근로자들로서, 대부분 고잔동 거주력이 짧고, 회사 기숙사 등에서 생활하고 있으며, 근무지의 이동으로 전출입이 빈번하여 지역주민이라고 분류하기에는 무리가 큰 인구집단으로 판단되어 이들을 연구대상에서 제외하였다.

③ 논현동 주민 대상자는 논현동 거주 주민 중 ‘논현국민학교와 소래를 잇는 도로’의 서쪽편(고잔동쪽) 거주자 중 역학조사에 호응한 사람으로 한정하였다. 따라서 2회에 걸친 가구방문조사를 통해, 60여가구 방문중 면접에 응한 47가구 188명을 조사대상인구에 포함시켰다.

2) 조사내용

가) 면접 설문조사 : 매립된 유리섬유가 지하수에 흘러 들어와 건강장애를 유발하였다는 주장에 근거하여 거주력 및 지하수 음용력을 조사하였다. 거주력의 경우 인천시 고잔동에 거주한 총 기간과 ㅎ(주) 공장이

준공되어 가동을 시작한 1974년 이후의 거주기간을 동시에 조사하였으며, 지하수 음용에 대한 조사는 지하수 사용 기간, 지하수 사용 범위에 대한 조사 등을 실시하였다. 유리섬유에 의한 건강장애로 알려진 피부 질환, 호흡기계 질환과 피부 피하 종양 및 위장관계 질환에 대하여 최근 5년 이내에 이환된 과거력을 조사하였는데, 조사 대상자의 기억력에 의한 비뚤림 등을 최소화하기 위하여 병원 등 의료기관에서 진료받은 경우만을 과거 질병력으로 정의하고 정보를 수집하였다. 한편 조사 대상 가구에 대하여 최근 10년 이내에 사망한 가족원에 대한 사망원인 조사를 실시하였으며, 사망원인 중 악성종양에 대해서는 표준화사망률(SMR)을 산출하였다.

나) 건강검진 : 건강검진은 근로자 또는 공무원을 대상으로 실시하는 일반건강진단 항목에 준하여 흉부방사선 검사 및 임상병리검사(혈색소, 혈당, 총콜레스테롤, AST, ALT, γ -GTP, 요당, 요단백, 요잠혈)를 포함하여 이학적 검사를 실시하였다. 특히 피부과적 진찰을 위하여 피부과전문의가 참여하였다. 건강검진에서 위장관계 증상을 호소하거나 관련 증후를 보이는 사람에 대해서는 검진의사의 판단에 의하여 위내시경 검사를 의뢰하였다. 위내시경 검사는 인천시 중앙길병원에서 소화기내과 전문의에 의하여 시행되었다.

다) 피부 피하 종양 절제 및 조직검사 : 지역 주민 중 피부 피하 종양이 있는 사람에 대하여 본인의 승락을 받아 종양을 절제하여 조직검사를 실시하였다. 종양절제는 성형외과 전문의가 시술하였고, 조직검사는 서울대학교병원 해부병리과에서 수행되었는데, 대외적 공정성을 확보하기 위하여 동국대 의대 등에도 조직 표본을 제공하였다.

나. ㅎ(주) 근무 근로자에 대한 역학조사

1995년 7월 현재 ㅎ(주)에 근무하고 있는 근로자를 대상으로 피부 질환, 호흡기 질환, 안과 질환, 피하 종

3) ㅎ(주)는 인천시 고잔동과 논현동 경계부문에 위치하고 있으므로 ㅎ(주)와 인접한 지역에 거주하는 논현동 주민을 연구대상으로 포함하였다.

양, 소화기계 악성종양 등의 발생여부를 확인하고자 면접조사와 건강검진을 시행하였다. 면접조사와 건강검진의 항목은 지역주민에 대한 조사와 동일한 내용으로 실시되었다. 한편 기존의 작업환경측정자료를 검토하여 사업장 내 유리섬유 폭로수준을 평가하였다.

III. 조사결과

1. 지하수 환경 조사 및 유리섬유 분석

가. 지하수 환경조사

연구대상 지역인 인천광역시 남동구 고잔동은 대략

위도 37°24', 경도 126°43'인 곳으로서 해안에서 약 0~1.5km 정도 떨어진 곳에 위치한다. 지형은 구릉지대로서 동(東)에서 서(西)로 완만한 경사를 가지고 있으며 최고 약 30m의 고도 차이를 보인다. 고잔동 주변 해안의 염전은 1988년을 전후로 매립되어 도로 및 공장 부지로 사용되고 있다. 유리섬유의 매립지는 그림 3에 나타나 있듯이 ㅎ(주) 부지의 경계 부분으로 고잔동 1통 1번에 바로 인접해 있는 곳이다.

고잔동 지역 지하수의 일반적인 음용수 기준에 따른 적합 여부를 살펴보기 위해 1995년 10월 8일에 시료를 채취하여 국립환경연구원에 분석을 의뢰하였다. 시료는 대부분 1통 1번 지역의 가정용 지하수와 수위

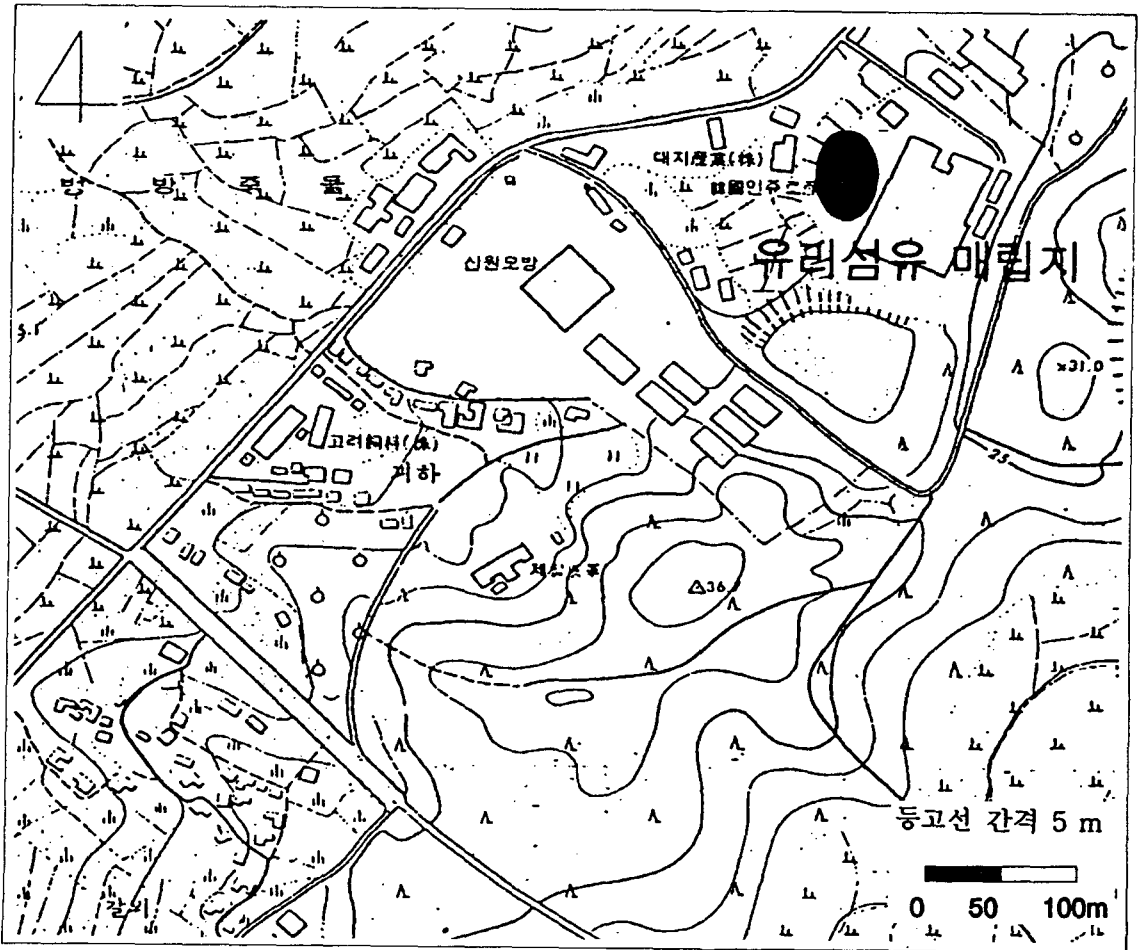


그림 3. 인천광역시 남동구 고잔동 일대의 지형도.

관측을 위해 설치한 관측정에서 채취하여 먹는물 수질 검사 방법에 의해 분석되었는데, 중금속이나 무기음이온 성분에는 모두 기준치를 넘는 항목은 나타나지 않았으나, 몇 개의 관측정에서 대장균이 양성 반응을 나타내었고, 일반세균에 있어서도 기준치를 초과하였으며, 관측정 한군데에서는 trichloroethylene 이 기준치를 넘는 양이 검출되었다. 따라서 수질검사에 사용된 고잔동 1반 지역의 지하수는 식수용으로는 부적절한 성분들을 포함하며, 이러한 성분들인 대장균, 일반세균 및 독성 유기물질의 원인에 대해 더 정확한 조사를 실시하여 지하수질을 검사할 필요가 있다고 생각된다.

고잔동 지역 지하수 수위 변동과 그 수위 변동과 관계될 수 있는 외부환경과의 관계를 살펴 보기 위하여 대기압과 조석간만 영향에 의한 지하수 수위 측정, 지하수 수위의 일일 변동 측정, 그리고 지하수 수위의 장기 변동을 측정하였다. 그 결과 고잔동의 가정용 지하수 관정과 주변의 산업용, 관개용 관정에서의 양수에 따라 지하수 흐름 방향과 수위가 변하므로 지하수 흐름 경로를 따라 이동하는 유리섬유 거동에 영향을 미쳤을 것으로 보고 몇 가지 상황을 설정하여 유리섬유로 오염 가능한 범위를 분석하였다. 분석결과 유리섬유 매립지의 유리 섬유가 지하수로 유입되어 고잔동 일대의 지하수를 오염시켰다면, 그 지하수의 오염 범위는 고잔동 1통 1반 지역의 47가구를 포함해서 대지 산업에 이르는 지역에 한정되는 것으로 추정되었다.

나. 지하수 및 부유입자의 지화학 특성

1) 기본수리인자의 분포 특성 및 주성분원소들의 분포 특성

6월 및 10월 두 시기에 각각의 정점별로 채수하여 측정된 수온, 용존산소량, pH 등 기본수리인자의 분포를 볼 때, 지역적으로 고잔동 1반중 유리섬유 매립지였던 곳에 인접한 6개 정점과 그 이외의 두 지역으로 나눌 수 있었다.

고잔동일대 조사지역의 지하수에 용존되어 있는 주성분이온들을 정량한 결과, 양이온의 경우 Ca^{2+} ,

Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , 음이온은 HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 등의 이온이 용존총량의 99% 이상이었다. 또한 양이온과 음이온은 약 10% 오차범위내에서 서로 전하균형(charge balance)을 이루고 있었다. 특히 칼슘이온은 이 지역 지하수의 주요 양이온중 가장 높은 농도를 보였는데 6월에는 지역차가 크지 않은 분포였으나 10월에는 유리섬유 매립지였던 곳의 인근지역이 다른 곳에 비해 대체로 높은 분포를 보였다. 이는 우기시에 빗물과 함께 칼슘이 유입되었거나 암석내에서의 용해작용 등으로 칼슘이 지하수로 공급되었을 가능성을 나타내는 것이다. 그밖에 마그네슘이온, 나트륨이온, 칼륨이온 농도분포는 전반적으로 유사하여 지역별, 계절별 농도분포가 다르지 않았다. 결과적으로 기본수리인자의 분포처럼 지역간의 특성은 크게 고잔동 1반의 유리섬유 매립지였던 곳에 근접한 정점과 그 이외의 정점으로 나눌 수 있었으며 계절적으로도 10월에 전반적으로 증가한 경향이였다. 특히 칼슘이온과 염소이온의 증가도는 뚜렷하였다.

이상의 결과를 종합하면, 고잔동 지하수계는 유리섬유 매립지 주변의 정점과 그 이외의 두지역으로 명확히 구분되는 지화학특성을 보이고 있으면서 양지역간 교류는 매우 적으며, 유리섬유 매립지였던 곳 주변은 특히나 고립된 지하수계의 특성을 나타내고 있는 것으로 판단되었다.

2) Fibre의 농도와 지화학 특성

길이 대 폭의 비가 3:1 이상인 것을 fibre로 정의하여 이들 중 크기가 $5\mu m$ 이상인 것들을 25개 정점에서 채취하여 SEM으로 2,000배 배율에서 계수하였고, 대표적인 것들은 EDS를 통해 화학조성을 정량분석하였다.

관측된 fibre에 대한 EDS 분석 결과, SiO_2 , Al_2O_3 등이 가장 중요한 성분원소로 나타났으며, Na_2O , K_2O , CaO 등이 그외의 주요한 부분을 구성하고 있는 것으로 나타났다. 관찰된 fibre들은 SiO_2 의 함량과 Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O 등의 화학조성비에 따라서 다음과 같이 7개 유형으로 나눌 수 있었으며, 이들의 주

표 1. Fiber의 유형별 구성 원소 특성

화학조성(%)		SiO ₂	CaO	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	K ₂ O	비 고
유형 1	우점원소 없음	0 - 10	0 - 20	0 - 20	< 2	< 2	< 2	유기물?
유형 2	Si-Ca-Na-Al-K	30 - 45	5 - 10	10 - 15	0 - 10	15- 30	0- 10	풍화생성물
유형 3	Si-Al-K	35 - 50	0 - 5	0 - 15	0 - 5	30 - 40	5 - 30	풍화생성물
유형 4	Si-Al	45 - 60	0 - 5	0 - 15	0 - 5	30 - 40	0 - 5	풍화생성물
유형 5	Si-Na	60 - 70	0 - 5	10 - 15	0 - 5	0 - 5	0 - 5	규조류
유형 6	Si-Ca-Na	75 - 77	5 - 10	10 - 15	0 - 5	< 2	< 2	유리섬유
유형 7	Si	> 90	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	풍화생성물
유리섬유	Si-Ca-Na	75 - 77	5 - 10	10 - 15	0 - 5	< 2	< 2	

요특성은 표 1과 같다. 이들은 기원면에서 자연산(유형 1~5, 유형 7)과 인공의 기원(유형 6)으로 크게 둘로 나뉘며, 자연산은 생물기원(유형 1, 5)과 풍화생성기원(유형 2, 3, 4)으로 분류할 수 있었다. 유리섬유군인 유형 6은 유일하게 정점07-2(8(주) 공장 구내식당)의 지하수에서만 관측되었으며 대기상에서는 전혀 관측되지 않았다. 관측된 유리섬유는 침상의 원통형으로 100 μ m가 넘는 크기였다. 이는 유리섬유의 전형적인 형태로서 그 화학성분을 정량분석한 결과, SiO₂:CaO:Na₂O:MgO:Al₂O₃:K₂O = 76.2:7.0:10.2:2.0:1.1:0.9으로서 본 연구과정에서 인위적으로 유리섬유를 분쇄한 뒤 지하수에 넣고 여과하여 분석한 조성비 SiO₂:CaO:Na₂O:MgO:Al₂O₃:K₂O = 75.6:6.5:13.4:1.6:1.8:1.1와 분석 오차범위내에서 정확히 일치하는 값을 보였다. 유리섬유의 지하수에서의 기준치는 현재 설정된 것이 없기 때문에 직접 비교는 어려우나 미국 NIOSH에서 설정한 작업장내 권장치가 3개/cc인 것으로 미루어 정점07-2에서 관측된 1.4개/cc의 농도는 유의할 만한 수준이 아닌 것으로 판단된다. 또한 다른 정점에서는 전혀 관측되지 않은 것을 볼 때, 이들이 지하수내에 체류하고 있었던 것이라기 보다는 공정중에서 발생하였거나 유리섬유 폐기물을 매립하거나 혹은 파내는 과정에서 분진의 형태로 식당에서 사용중인 물탱크나 펌프 등으로 유입된 것으로 추정된다.

3) 지하수에서의 침전물 생성 가능성

지하수내에 용존되어 있는 여러 원소들이 환경의 변화에 따라 석출될 수 있는 가능성을 규명하기 위하여 수온, pH, 용존산소, 주요 양이온 및 음이온의 농도, 알칼리도 등의 지화학인자를, 지화학반응의 결과로서 생성가능 침전물의 포화지수(saturation index)를 예측케 하는 지화학반응모델인 NETPATH(An interactive code for modeling net geochemical reactions along a flow path)에 적용하여 생성가능 침전물의 포화지수를 구하였다. NETPATH는 흐름경로를 따라서 처음 수괴와 나중 수괴사이의 알짜 지화학질량균형 반응을 해석하는 것으로서 수리화학계로부터 얻어진 지화학자료를 기본자료로 이용하는 컴퓨터 프로그램이다.

주요 양이온과 음이온중 가장 비중이 큰 칼슘과 마그네슘 그리고 염소, 황산염 등을 구성원으로 하는 방해석(CaCO₃), 아라고나이트(CaCO₃, 방해석의 동질이상체), 고회암(Ca(Mg,Fe,Mn)(CO₃)), 석회석(CaSO₄ · 2H₂O), 암염(NaCl), 마그네사이트(Mg(CO₃)) 등의 포화지수를 구한 결과, 포화지수는 6월과 10월 양 계절 공히 전 정점에서 음의 값으로 나타나 주어진 환경에서의 침전생성 가능성은 없는 것으로 나타났다. 이중 주성분이 칼슘인 방해석과 아라고나이트의 포화지수는 비교적 다른 것에 비해 크기 때문에 침전이 형성된다면 이들의 형태가 우선될 것으로 보이며 특히 10월의

정점2에서는 약 80℃부터 과포화되는 것이 모델결과에 의해 밝혀져 이 지역 지하수를 끓일 때 형성되는 침전물의 주성분이 아라고나이트(고온에서는 방해석에 우선하여 아라고나이트가 형성됨)가 될 것임을 예측케 한다. 모델 결과는 100℃에서 정점2에서만 유일하게 과포화되어 침전이 석출될 가능성을 보인 반면 여타 지역에서의 아라고나이트 포화지수는 불포화상태를 나타내었다. 그러나 지역적으로 유리섬유 매립지 부근의 정점들에서는 비교적 높은 값을 보임으로써 주변 수리시스템이나 온도의 변화에 따라서는 침전이 석출될 가능성이 다른 지역에 비해 높은 가능성을 제시한다.

다. 유리섬유의 물리 화학적 특성 조사

매립지에서 채취한 유리섬유와 표준 유리섬유에 대한 EDS 분석 결과, 매립된 유리섬유는 나트륨-칼슘-실리케이트(Soda-Lime-Silicate) 유리로서 표준 유리섬유와 비슷한 조성을 가지고 있으며, 두 섬유간에는 알칼리함량에 약간의 차이가 있으나 전형적인 A-Glass의 조성과 유사하였다. 따라서 매립된 유리섬유는 조성이 보통의 창유리나 병유리의 조성과 거의 비슷하며, A-Glass형 유리섬유의 일종임을 확인할 수 있었다. 내화학성 측정 결과 유리섬유의 내화학적 특성에 기인한 부식이나 용출 현상은 수개월 정도의 실험기간 동안에는 전자현미경을 통한 관찰로는 뚜렷한 변화를 보이지 않으며, 특히 작은 섬유로의 분리 또는 부식에 의한 섬유상의 크기 감소는 확인할 수 없었다.

지하수를 열처리할 때 생성되는 침전물의 주요상은 탄산칼슘(CaCO₃)으로서, 이 상의 생성이 지하수 침전물의 형태를 좌우하는 가장 중요한 변수로 판단되었다. 이것은 지하수 내 이온 중 가장 많은 양을 차지하는 Ca²⁺이온의 농도에 의해 침전 생성여부 및 생성속도가 결정되는 양상을 나타내고, 또한 탄산칼슘 침전에 관한 모사실험 결과와 매우 유사한 점을 가지는 것으로 보아 알 수 있었다. 지하수 열처리조건과 동일한 조건의 모사실험을 비교할 때 온도 및 농도에 따른 변화양상 특히 형상의 유사성으로부터 지하수침전물 중

에서 관찰되는 대부분의 침상은 aragonite상이며 유리섬유는 전자현미경 관찰 및 조성분석결과로는 그 존재가 확인되지 않았다. 여기서 고려되어야 할 점은 열처리전부터 존재하는 아주 미세한 유리섬유상—이것은 투명한 상태처럼 보이는 용액에 존재할 수 있는 아주 미세한 입자—에 의한 불균일핵생성가능성인데, 이 점은 모사실험에서 검증된 바와 같이 아주 작은 입자들이 존재할 경우 이것은 불균일 핵생성자리로 기여할 수는 있으나, 탄산칼슘 침전 형성의 전반적인 핵생성속도는 균일 핵생성에 의해 지배되는 것으로 판단되었다. 즉 지하수 침전물의 주요상이 탄산칼슘이며, 지하수 내 Ca²⁺이온의 양이 침전 양상을 좌우하는 가장 중요한 인자임을 확인할 수 있었다.

2. 건강상태 평가

가. 지역주민 건강상태 평가

1) 분석 대상자수

1995년 3월 말 기준으로 고잔동 주민수는 1,826명이었다. 이 중 1995년 1월 1일 이후 전입된 81명과 남동공단내 사업체 기숙사의 근로자가 대부분인 고잔동 3동 4반 주민 425명 등 506명을 제외하면 1,320명이 산술적인 조사대상인구가 된다. 여기에 논현동 주민 188명이 추가로 조사되었으나 고잔동 주민 중에는 다음과 같은 이유로 인하여 미조사자가 있었다.

① 미조사자 '갑': 고잔동 거주력이 1995년 1월 1일 현재, 1년이 채 못되는 주민은 총 80세대 193명이었다. 또 지역주민들중에서 10여회의 가구방문조사 및 건강검진을 통하여서도 접촉할 수 없었거나, 또는 설문문항에 대해서 충분한 응답을 할 수 없었던 주민은 165명으로서 대개 이들은 단독세대주이면서 실제로 지역내에서 거주하지 않거나, 혹은 이웃 사람들도 잘 알지 못하는 단독거주자들이어서 만나기가 어렵거나 설문조사에 응답하기를 기피하였던 사람들이다.

② 미조사자 '을': 우연히도 지방자치제 선거시기와 맞물리면서, 선거때문에 형성된 지역내 씨족중심의 파벌들과 본 역학조사가 수행되게 된 '분쟁'의 이해당사

자인 주민대표가 경합을 벌이게 되었고 결국 주민대표가 기초의원예 당선이 되면서, 고잔동 1통 3, 4, 5, 6반과 2, 3통 일부에서는 지지하는 후보가 달랐던 주민들의 역학조사에 대한 광범위한 거부가 있었다. 또한 주민등록상에는 거주하는 인구로 기록되어 있으나 실제로 지역내에 현재 살고 있지 않는 주민들도 일부 조사과정에서 파악되었으며 대략 이들 두가지 부류의 인구수가 454명 정도(거의 대부분은 선거와 관련하여 조사를 거부한 경우임) 되는 것으로 추정된다.

가구방문조사 총 9회, 주민건강검진 총 7회, 위내시경 검사 총 4회, 종양절제 총 2회, 근로자 건강검진 총 1회, 지역의료기관 방문 총 2회, 지역답사 및 행정기관 방문 총 10회등 집중적인 역학조사 활동을 수행하였음에도 불구하고 이렇듯 전체 고잔동지역 주민들의 협조를 충분히 구할 수는 없었다. 그러므로 역학조사가 수행된 총 대상자수는 실제로 연구가 수행가능했던 '전수'인 고잔동 701명과 ㅎ(주) 공장에 인접한 일부 논현동 지역주민 188명을 합한 889명이 되었다.

2) 조사대상자의 일반적 특성

검진 및 방문설문조사를 통하여 직접 혹은 가족을 통해 정보를 입수할 수 있었던 889명에 대한 일반적인 특성은 다음과 같다.

조사 대상 지역에 거주한 기간은 20년 이상 거주자가 절반에 가까운 46.6%를 차지하며, 대상자의 200명이 19세 이하인 점을 고려한다면 조사된 성인 인구의 60% 가까이가 20년 이상 거주한 것을 알 수 있었다.

성별-연령별 분포에서는 전반적으로 각 연령층이 비슷한 분포를 보였으며 200명이 19세 이하였고, 70세 이상도 6.9%이었다. 또한 전체적으로 여성이 53.5%로 남성보다 약간 많았고, 30대를 제외한 대부분의 연령층에서 여성이 남성보다 많았으나 전반적으로 남녀의 비율이 비슷하며 어떠한 뚜렷한 차이를 나타내고 있지 않았다.

지역별 조사 응답률을 비교하였을 때, 고잔동 1통 1, 2반 지역은 주민등록상 주민수를 기준으로 80% 이상이 검진에 참가하여 실제 거주자는 사실상 거의 전

부 참가한 반면 나머지 지역들은 15%~50% 정도만이 참가하여 심한 참가율의 차이를 보였다. 이는 각 지역에 따른 본 조사에 대한 관심의 차이, 특히 보상 문제를 둘러싼 이해관계의 차이, 기초의원 선거 지지자의 차이 등이 반영된 결과로 판단된다.

3) 폭로군과 비폭로군의 선정

고잔동 및 논현동 일부 지역의 지하수 환경 조사 결과, ㅎ(주) 유리섬유 매립지와 동일한 지하수 유동체인 지하수(비록 지하수내에서는 유리섬유가 확인되지 않았으나)를 사용하는 고잔동 1통 1반 6가구 거주 주민을 유리섬유에 의한 폭로군으로 선정하였고, 이들을 제외한 조사대상인구를 비폭로군으로 선정하였다.

그러나 폭로군을 제외한 나머지 조사대상인구를 비폭로군으로 선정하였을 때에는 많은 문제가 있을 수 있음을 예측할 수 있었다. 왜냐하면 1통 1, 2반 사람들이 유리섬유문제에 대해 재정신청중인 분쟁관련 이해당사자들이기 때문에 정보를 수집하는 과정이나 조사연구에 임하는 과정에서 많은 비뚤림이 개입되었을 소지가 있기 때문이다. 즉 폭로군이 고도로 선택적이고, 정보수집과정의 비뚤림이 클 수 있는 집단인데 반하여 대조군이 그렇지 못하다면 통상적인 방식에 따른 비폭로군 설정은 결과적으로 진실을 과장되게 보여 줄 수 있다. 따라서 비폭로군 선정에 있어 통상적인 비폭로군

표 2. 폭로-비폭로군의 성별, 연령별 분포

구분	폭로여부		비폭로	계
	폭로	비폭로		
		31	857	888
성별	남성	12 (38.7)	401 (46.8)	413 (46.5)
	여성	19 (61.3)	456 (53.2)	475 (53.5)
연령	< 9	2 (6.5)	76 (8.9)	78 (8.8)
	10~19	7 (22.6)	121 (14.1)	128 (14.4)
	20~29	5 (16.1)	152 (17.7)	157 (17.7)
	30~39	4 (12.9)	130 (15.1)	134 (15.1)
	40~49	6 (19.4)	116 (13.5)	122 (13.7)
	50~59	4 (12.9)	132 (15.4)	136 (15.3)
	60~69	2 (6.5)	76 (8.9)	78 (8.8)
	> 70	1 (3.2)	55 (6.4)	56 (6.3)

(): % to total

선정 방식(조사대상자 전원에서 폭로군을 제외한 경우)에 따른 비교군을 대조군(I)로, 그리고 또다른 비교군으로서 고잔동 1통 1, 2반 주민 중 폭로군을 제외한 나머지 주민들을 대조군(II)로 정하여 분석에 임하였다.

폭로군으로 선정된 6가구 중 한 가구는 조사를 거부하였기 때문에 실제 자료를 얻을 수 있었던 폭로군은 5가구 31명이었다. 전체 조사대상자로 볼 때 폭로군은 3.5%에 불과하였다.

폭로군과 나머지 전체 대조군의 성별, 연령별 분포는 표 2와 같다.

4) 폭로군/대조군 항목별 분석 결과

가) 폭로군, 대조군(I) 및 대조군(II)의 일반적 특성
 전술한 바와 같이 자료의 동질성에는 문제가 있을 수 있지만 전반적인 상황을 파악하기 위해 우선 폭로군과 조사대상자 중 폭로군을 제외한 나머지 전체를 대조군(I)로 하여 특성파악 및 분석을 실시하였다. 두군간의 흡연력과 흡연량에서는 별다른 차이가 없었고(p-value = 0.54, 0.49), 음주력에서도 차이는 없었다(p-value = 0.12). 폭로군과 대조군(II)의 비교는 전체대상자에서 선정된 대조군(I)에서의 동질성에 관한 의문을 해결하기 위해 같은 수준의 선택적 오류를

표 3. 폭로 여부에 따른 과거 질병력 및 현재 증상

	폭로군; E				대조군(I); C1				대조군(II); C2			
	대상자	있음 (유소견율)	없음		대상자	있음 (유소견율)	없음		대상자	있음 (유소견율)	없음	
과거력												
피부질환	31	3 (9.68)	28		849	92 (10.84)	757		215	35 (16.28)	180	
호흡기질환*	31	5 (16.13)	26		849	42 (4.95)	807		215	16 (7.44)	199	
소화기질환	30	7 (23.33)	23		849	111 (13.07)	738		215	32 (14.88)	183	
기타 질환**	31	11 (35.48)	20		849	126 (14.84)	723		213	17 (7.98)	196	
피하종양 †	31	4 (12.90)	27		842	16 (1.90)	826		212	4 (1.89)	208	
현재의 증상												
심와부동통	31	8 (25.81)	23		816	168 (20.59)	648		198	58 (29.29)	140	
흑혈변	27	1 (3.70)	26		798	11 (1.38)	787		187	2 (1.07)	185	
식용부진	28	2 (7.14)	26		809	19 (2.35)	790		195	5 (2.56)	190	
오심 ‡	28	4 (14.29)	24		808	43 (5.32)	765		194	6 (3.09)	188	
구토	28	0 (0.00)	28		810	4 (0.49)	806		195	2 (1.03)	193	
설사	28	1 (3.57)	27		806	23 (2.85)	783		194	4 (2.06)	190	
변비	28	2 (7.14)	26		809	42 (5.19)	767		195	9 (4.62)	186	
심와부압통	30	2 (6.67)	28		808	49 (6.06)	759		198	18 (9.09)	180	
피부증상	30	4 (13.33)	26		789	61 (7.73)	728		192	15 (7.81)	177	
피하종양	30	1 (3.33)	29		812	22 (2.71)	790		198	4 (2.02)	194	

* : PR(Prevalence Ratio) = 3.41, p < 0.05 (by Fisher's Exact test) btw E and C1
 ** : PR(Prevalence Ratio) = 2.98, 95% C.I. (1.46, 6.08) btw E and C1,
 PR(Prevalence Ratio) = 4.24, 95% C.I. (2.28, 7.90) btw E and C2
 † : PR(Prevalence Ratio) = 6.32, p < 0.01 (by Fisher's Exact test) btw E and C1,
 PR(Prevalence Ratio) = 4.35, p < 0.01 (by Fisher's Exact test) btw E and C2
 ‡ : PR(Prevalence Ratio) = 2.80, p = 0.06 (by Fisher's Exact test) btw E and C1,
 PR(Prevalence Ratio) = 3.53, p < 0.05 (by Fisher's Exact test) btw E and C2

감수할 수 있는 즉, 이해관계의 측면이나 ㅎ(주)에 대한 근접성 등 거의 모든 요인들이 동일하다고 가정할 수 있는 1통 1, 2반주민 중 폭로군을 제외한 주민들을 대조군(II)로 설정하여 분석한 것이다. 따라서 실제로는 이것이 대조군(I)과의 비교에서 유추된 결론보다 더욱 정확(valid)하다고 말할 수 있다. 흡연력과 흡연량에 있어서는 두군간에 차이가 없었고(p-value = 0.56, 0.57), 음주력에서도 별다른 차이는 관찰되지 않았다(p-value = 0.20).

나) 폭로여부에 따른 각 군별 과거 질병력과 현재 증상

표 3에서 호흡기질환의 과거력에서는 폭로군이 대조군(I)보다 3.41배의 유소견율을 보이고 있으나 대조군(II)와의 비교에서는 별다른 차이를 보이고 있지 않으므로 여기서의 결과는 선택적인 비뚤림이나 정보수집과정의 비뚤림 등에 의해서 발생했을 가능성이 크다고 할 수 있다.

그러나 피하종양의 과거력의 경우에는 대조군(I)뿐만 아니라 대조군(II)에서도 각각 유의한 차이가 관찰되고 있으므로 두군간에는 피하종양에 있어서 서로 다른 유병상황이 존재함을 알 수 있다. 실제로 폭로군 중 한가구에서 피하종양이 집중적으로 확인된 바가 있고, 이들이 두군간의 차이에 상당히 기여했으리라 보여진다. 반면에 기타질환(= 유리섬유에 기인되어 발생 가능한 건강피해인 피부질환, 호흡기질환, 위장관질환, 피하종양 등을 제외한 질환들)이나 오심의 경우는 통계적으로는 유의한 차이가 관찰되었으나 실제로 다른 해석을 내리는 것이 의미가 없다고 생각된다.

본래 ㅎ(주)의 유리섬유와 관련된 분정에서는 ㅎ(주)와 가장 가까운 고잔동 1통 1, 2반 주민들이 실제적인 이해당사자이다. 앞서 언급한 바 있듯이 이 이해당사자들에게서 나온 정보와 그렇지 않은 사람들에게서 나온 정보에는 차이가 있을 수 있다고 생각된다. 물론 실제로 이해당사자와 아닌 사람들 간에는 어느 부분에 한해서는 명확한 위험요인의 차이로 인해 건강상의 실태가 다를 수도 있는데, 본 연구에서는 위험

요인을 ㅎ(주)와 관련된 지하수(실제로는 지하수내 유리섬유가 문제가 되나, 현 단계에서는 유리섬유의 확인 여부를 불문하고 지하수역권으로 구분)만으로 보았기 때문에 해당 지하수에 직접 폭로되지 않은 사람들간에는 적어도 해당 지하수로 인한 건강상의 차이는 없어야 할 것으로 가정할 수 있겠다.

따라서 이러한 가정을 전제로 폭로군 이외의 피조사자들을 두군으로 나누어 이들간에 실제로 차이가 있는지 관찰하고자 하며, 만약 두군간에 차이가 발견된다면 이는 우선 선택적 비뚤림(Selection bias)이거나 정보를 얻는 과정에서 발생한 비뚤림(Information bias), 혹은 우리가 모르는 제 3의 요인에 의한 것이라는 가정이 어렵지 않을 것이다. 표 4는 전체대상자중 폭로군(31명)을 일단 제외하고 나머지 사람들중에서 고잔동 1통 1, 2반 주민들(= 대조군(II); 216명)과 그외 주민들, 즉 대조군(I)에서 대조군(II)을 뺀 642명을 비교하여 표시한 것이다.

폭로군을 ㅎ(주)의 지하수흐름과 관련되어 있는 6가구에 한정할 경우, 대조군 내부의 두군간의 비교는 폭로요인으로 부터는 두군 모두가 자유롭다. 즉 폭로요인의 영향은 동일하다라는 가정을 전제할 수 있다.

두군간의 차이는 과거의 피부질환력 및 호흡기질환력과 현재의 심와부동통 및 압통에서 관찰되고 있다. 각 항목의 차이들이 모두 동일한 원인에 의해서 발생했을 것으로 생각되지는 않으나 만약에 동일한 원인에 의한 것이라고 가정한다면, 이러한 차이는 첫째로 1통 1, 2반주민에게 독특하게 있는 어떤 이유로 인하여 발생한 선택적인 비뚤림이나 정보수집과정에서의 비뚤림으로 설명하거나, 둘째로 지하수에 포함되어 있는 유리섬유에 대한 폭로가 원인이 아닌, 우리가 모르는 제3의 요인의 영향 가능성으로 생각할 수 있을 것이다.

만약에 유리섬유에 초점을 맞추어서 생각한다면, 지하수속에 유리섬유가 있어서 그로 인해 질병력이나 현증의 차이가 발생했다기보다는 오히려 지하수가 아닌 다른 매개 방식(예를 들어 바람에 날려서)이 있어 영향을 미쳤을 가능성을 시사한다고 할 수 있을 것이다.

표 4. 대조군 내부의 두 군간 질병력과 현재증상 비교

	1통 1, 2반 대조군지역			그외 전체지역			비 고 유병비(PR**)
	대상자	있음(유소견율)	없음	대상자	있음(유소견율)	없음	
과거력							
피부질환 *	215	35 (16.28)	180	634	57 (8.99)	577	PR=1.60, (1.20, 2.14)
호흡기질환 *	215	16 (7.44)	199	634	26 (4.10)	608	PR=1.54, (1.03, 2.31)
소화기질환	215	32 (14.88)	183	636	79 (12.42)	555	
기타질환	213	17 (7.99)	196	630	109 (17.30)	527	
피하종양	212	4 (1.89)	208	618	12 (1.94)	618	
현재의 증상							
심와부동통 *	198	58 (29.29)	140	618	110 (17.80)	508	PR=1.60 (1.24, 2.06)
흑혈변	187	2 (1.07)	185	611	9 (1.47)	602	
식용부진	195	5 (2.56)	190	614	14 (2.28)	600	
오심	194	6 (3.09)	188	614	37 (6.03)	577	
구토	195	2 (1.03)	193	615	2 (0.33)	613	
설사	194	4 (2.06)	190	612	19 (3.10)	593	
변비	195	9 (4.62)	186	614	33 (5.37)	581	
심와부압통 *	198	18 (9.09)	180	610	31 (5.08)	579	PR=1.55 (1.05, 2.29)
피부증상	192	15 (7.81)	177	597	46 (7.71)	551	
피하종양	198	4 (2.02)	194	614	18 (2.93)	596	

* : p < 0.05

** : PR(Prevalence Ratio) = 1통1,2반 대조군지역 유소견율 / 그외 전체지역 유소견율

표 5. 고잔동 1,2반 주민과 함안지역 주민의 질병력 비교

구분	과거 호흡기질환		과거 소화기질환	
	고잔동	함안	고잔동	함안
있음	21 (8.5 %)	89 (5.2 %)	39 (15.9 %)	175 (10.4 %)
없음	225 (91.5 %)	1,609 (94.8 %)	206 (84.1 %)	1,510 (89.6 %)
계	246 (100.0)	1,698 (100.0)	245 (100.0)	1,698 (100.0)

고잔동 지역내 폭로군과 비폭로군사이의 건강이상 등을 비교해 보는 것 외에 고잔동 1통 1, 2반 주민(폭로군과 대조군이 가장 동질성을 가질 것이라고 생각되는 대상자들의 과거 질환력을 이용하여 다른 지역 주민의 그것과 차이가 있는가 알아보기 위하여 고잔동과 멀리 떨어진 지역 주민을 외부 대조군으로 사용하여 분석을 실시하였다. 외부 대조군으로는 서울대

학교 의과대학에서 수행하였던 '원자력발전소 지역주민 건강영향평가'에서 일반 대조군으로 설정된 경상남도 함안군 자료를 이용하였다. 실제로 이 지역의 경우는 사회경제적 수준과 같은 건강-질병에 중요한 요인이 고잔동지역과 크게 다르지 않은 것으로 판단되었고, 지역내에 특이한 건강문제 등은 없는 것으로 파악되었다. 따라서 이지역과 고잔동 일부지역(특히, 1통

1, 2)간에 조사분석된 자료사이에 특별한 차이가 없다고 한다면 해당 고잔동지역내에는 특별한 건강상의 문제가 없을 가능성이 크다고 말할 수 있을 것이다.

대조군으로 조사된 함안군 대상자는 1,698명이었고 이들에 대한 기존의 광범위한 설문조사 자료가 이용되었다. 고잔동 1통 1, 2반 주민은 10~50세의 각 연령층에서 인구 비율이 15-20%정도로 비교적 일정한 반면에 함안군 주민은 10~19세의 연령층이 전체의 44.4%를 차지하는 등 연령구조가 다소 달랐기 때문에 과거 호흡기질환과 소화기질환에 대해서는 연령, 성별을 보정한 Common Relative Risk를 산출하여 비교하였다. 연령을 고려하지 않은 상황에서 과거 호흡기질환과 소화기질환에 대하여 고잔동 1통 1, 2반 지역 주민과 함안지역 주민을 비교한 것이 다음 표 5이다. 이를 연령과 성에 따른 층화분석을 시행하여 산출된 Mantel-Haenszel Common RR이 0.976으로서 함안지역에 비해 고잔동 지역의 과거 호흡기 질환이 오히려

적은 것으로 보였으나, 95% 신뢰구간은 (0.940, 1.014)으로서 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 검정되었다. 과거 소화기 질환에 대해서도 동일한 검정을 실시하여 Mantel-Haenszel Common RR 및 신뢰구간이 각각 0.960(0.908, 1.015)이어서 역시 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

다) 피부과 검진 결과

피부과적 검진을 받은 680명 중 피부질환 유소견자는 113명(질병 건수로는 123건)이었다. 폭로군의 피부질환으로는 습진, 작은 종기종, 여드름, 노인성 피부염, 사마귀, 어루러기, 연부조직 종양, 한냉담마진이 각각 1인(총 8명)으로 확인되었고, 이들을 제외하고는 폭로군중 나머지 23명 모두에게서 피부과적 이상 소견은 발견되지 않았다. 피부과적 진찰 결과 대조군을 포함한 조사대상자들에게서 다양한 피부질환은 관찰되었으나, 유리섬유와 연관된 것으로 생각되는 피부질

표 6. 피하종양의 조직병리 검사 결과

이름	나이/성	통·반	부 위	크 기	진 단 명
민 ○○	43/남	1-1	우측 전박부	강낭콩	지방종(Lipoma)
민 ○○	37/남	1-1	이마	작은 달걀	지방종(Lipoma)
민 ○○	40/남	1-1	우측 전박부	달걀	지방종(Lipoma)
공 ○○	53/여	1-1	우상 전흉부	달걀	지방종(Lipoma)
전 ○○	30/여	1-2	우측 발 등	5×2.5 cm	결절종(Ganglion)
전 ○○	71/여	1-3	좌측 후두부	팔알	석회화된 표피낭종
방 ○○	57/여	1-4	후두부	메추리알	혼합종(Mixed tumor)
이 ○○	37/남	2-1	후두부	달걀	지방종(Lipoma)
신 ○○	25/여	2-2	좌측 발목	3×2 cm	결절종(Ganglion)

표 7. 고잔동 지역의 통/반 별 건강검진 결과상 일반질환 분포

(단위:명)

통/반	폭로군	1/1*	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	3/1	3/2	3/3	3/4	논현동	계
당뇨병	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
고혈압	2	1	3	1	3	1	1	2	0	0	0	1	2	2	0	0	1	20
폐결핵	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
빈혈	3	0	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
고콜레스테롤혈증	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
기관지확장증	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
감상선기능항진증	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
계	7	5	8	4	3	1	1	6	0	0	0	1	2	2	1	0	1	42

*: 1통 1반 주민 중 폭로군을 제외한 주민들의 질환분포임.

환은 관찰되지 않았다.

이 중 피하 종양이 관찰된 주민들 중 9명이 절제에 동의하여, 종양절제술을 시행하였고 병리조직학적 진단은 표 6과 같다. 9명 중 거주지역으로 폭로군에 속하는 경우는 3명이었는데, 이들 3인을 포함하여 광학현미경 및 SEM 검사에서 조직내에 유리섬유가 관찰된 예는 없었다.

라) 피부 질환 이외의 질환 분포

건강검진 수검자 432명을 대상으로 본 연구에 연구진으로 참가한 의사 4인이 체중, 혈압, 소변검사, 일반혈액검사, 흉부촬영 등 검진 결과와 진찰기록을 검토하여 최종적으로 확정된 진단을 내렸는데 지역별 분포는 표 7과 같다. 고혈압은 비교적 지역별로 고른 분포를 보이고 있으며, 폐결핵은 1통 1, 2, 3반에서 자주 관찰되고 있으나 질환분포상 특이한 소견은 관찰되지 않았다.

마) 위내시경 검사 결과

지하수 음용에 따른 '위'의 이상 소견을 관찰하고자, 검진장소에서 위장관계 증상을 호소하는 사람 중 진찰의사의 의학적 판단에 따라 선정된 대상자에게 인천시 중앙질병원 소화기내과 전문의에 의해 실시되었다. 검사결과 각 군별로 검사자의 55~83% 정도에서 위염소견을 보였는데, 진단명은 표재성 위염을 포함한 위염이 가장 많은 분율을 차지하고 있었다(표 8).

일반적으로 '환자가 위장관계 증상을 호소하지만, 내시경 검사 소견에서 특별한 이상이 발견되지 않을

표 8. 위내시경 검사 결과

	폭로군	1통 1, 2반*	그외 지역
표재성 위염	7 (58.3 %)	26 (51.0 %)	14 (29.8 %)
위염, 기타	3 (25.0 %)	16 (31.4 %)	12 (25.5 %)
위 궤양	-	1	1
십이지장궤양	-	2	2
식도궤양	-	-	1
위 암	-	1	-
기타 위장질환	2	3	3
정상	0	2	14
계	12	51	47

*: 1통 1, 2반 조사대상자중 폭로군을 제외한 나머지 인원

때' 표재성 위염을 검사 소견으로 제출하는 경우가 많으므로, 표재성 위염을 제외할 경우에 위염을 가진 수검자의 수는 대폭 감소되며, 이렇게 할 경우 세 군간의 소견에는 별다른 차이를 관찰할 수 없게 된다. 즉 전체 위염소견에 대한 비교에서는 폭로군이 가장 높은 위염 소견율(83.3%)을 보였으나, 표재성 위염을 정상에 포함시켰을 경우에는 대조군(II)인 1통 1, 2반 주민의 위염 소견율이 가장 높았다. 한편 '위장관계 이상'에 대한 각군간의 비교에서는 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 관찰할 수 없었다.

바) 거주력에 따른 상병양상

조사 대상자 전체 889명에 대하여 과거 호흡기 질환 및 과거 피부 질환에 대하여 거주력에 따른 질병양상을 분석하였다(표 9). 거주기간 5년미만인 사람들을 기준으로 하여 거주력이 길수록 해당 질병의 발생이 증가하는지에 대한 검정을 시행하였는데, 거주력이라

표 9. 거주기간별 질병발생 양상 (전체 조사대상자)

질 환	대상 자수	지역내 거주기간별 Odds Ratio (95% C.I.) **				
		<5년	5-9년	10-14년	15-19년	19년<
과거 호흡기 질환	721	1.0	0.35(0.06, 1.98)	0.28(0.04, 1.71)	1.00(0.13, 7.76)	0.53(0.11, 2.52)
과거 피부과 질환	721	1.0	1.38(0.44, 4.37)	0.43(0.14, 1.35)	1.87(0.48, 7.33)	0.54(0.21, 1.40)

* : all trends are not statistically significant

† : multiple logistic regression모형을 이용한 분석임

표 10. 거주기간별 질병발생 양상 (폭로군을 제외한 조사대상자)

질 환	대상 자수	지역내 거주기간별 Odds Ratio (95% C.I.)**				
		<5년	5-9년	10-14년	15-19년	19년<
과거 호흡기 질환	712	1.0	0.35(0.06, 2.00)	0.29(0.05, 1.78)	1.03(0.13, 8.04)	0.55(0.12, 2.63)
과거 피부과 질환	712	1.0	1.38(0.44, 4.35)	0.44(0.14, 1.39)	1.89(0.48, 7.42)	0.55(0.22, 1.41)
현재 심와부 동통	682	1.0	0.66(0.08, 5.70)	2.17(0.93, 5.08)	0.95(0.32, 2.80)	1.14(0.48, 2.71)
현재 오심	678	1.0	1.73(0.30, 10.05)	2.80(0.28, 27.53)	0.39(0.10, 1.56)	1.03(0.31, 3.47)
현재 피부과 증상	679	1.0	4.03(0.83, 19.67)	4.35(0.85, 22.21)	2.84(0.77, 10.45)	1.51(0.63, 3.59)

* : all trends are not statistically significant

† : multiple logistic regression모형을 이용한 분석임

는 변수에 따라서 과거 피부 질환의 양상이 유의한 영향을 받는 것으로 파악되었으나 기간의 증가에 따른 질병발생의 증가(경향)에 관한 통계학적인 유의성은 없었다.

표 10은 표 9에서 폭로군(n=31)을 제외한 대상자들을 거주기간별로 분석한 것인데, 이는 혹시 폭로군에 대한 폭로요인의 작용 가능성을 배제하고 순수히 지역내의 고유한 요인에 의한 시계열적 질병발생 증가의 가능성을 확인하고자 한 것이다. 거주력이라는 변수에 따라서 과거 피부 질환은 유의한 영향을 받는 것으로는 파악되었으나 기간의 증가에 따른 질병발생의 증가(경향)에 관한 통계학적인 유의성은 없었다.

따라서 제 3의 요인이 지역내에 존재하고 지속적으로 그 폭로량이 누적되어 결과적으로 거주기간이 주민들의 건강에 영향(질병발생)을 미치는 것으로는 판단되지 않는다.

사) 암사망자 분석 및 표준화 사망비 산출

조사대상자들에게 가족중에서 암으로 사망(생존)한 사람이 있는지의 설문결과를 토대로 암사망(생존)자를 파악하였으며, 암사망자는 사망시기를, 생존자는 진단시기를 기록하였다. 가구별 조사를 통하여 집계된 암사망자와 암발생자를 대상으로 조사대상지역의 '암으로 인한 사망자' 확인과 지역내 거주인구조사를 통해서 암으로 인한 사망수준이 어느 정도인지를 산

출하여 표준인구의 값과 비교하고자 하였다.

우선 우리나라의 전국민을 표준인구로 하고 사망원인에 관련된 통계자료에서 얻어진 연간 암사망자수를 이용하여 표준인구 암사망율을 계산할 수 있었으며, 역학조사결과 파악된 지역주민 연령별분포와 최근 10년간의 암사망자의 연령별 분포를 이용하여 간접표준화 사망율을 계산하기 위한 기본 자료를 얻었다. 표준인구는 의료보험 관리공단에서 발간하는 의료보험 통계연보의 1994년도 인구변동추이 산출값을 이용하였고, 이는 가능한한 '전체주민 예상 암사망자수(expected value)'를 적게하여 지역내 암사망비가 과소평가됨을 방지하고자 하였다. 또한 표준인구의 암사망자수는 통계청에서 나오는 사망원인 통계연보(1992)를 이용하였으며, 그중에서 '분류가능(classifiable)'한 암사망자수를 이용하였다. 보통 '분류가능'한 암사망자수는 실제 암사망자수보다 적게 잡히는 것으로 알려져 있으며, 따라서 이도 또한 '전체주민 예상 암사망자수(expected value)'를 적게하여 지역내 암사망비가 과소평가됨을 방지케 하였다.

표준화 사망비를 구하는데에는 조사 지역내의 암사망자중에서 다음 몇가지의 기준에 합당한 대상자만을 선정하였다.

첫째로, 1985년부터 1994년까지의 암사망자만을 선정하였다. 이는 최근 10년간의 암사망자를 선택하고자 하여 선정된 기준으로서, 1974년도에 \bar{h} (주)가 설

립된 후 10년이 경과된 싯점을 관찰시작 싯점으로 보는 것이기도 하다. 만약에 ㅎ(주)의 유리섬유가 암을 유발했다면 대략 최소한의 잠복기로 10년은 가정함이 타당할 것으로 생각되며 이러한 이유로도 합당한 기간기준이라 판단된다.

둘째로, 지역내에서 거주한 기록이 있는 사람만을 선정하였다.

셋째로, 암에 걸렸더라도 생존하고 있는 사람은 제외하였다. 본래 여기서 구하고자 하는 것이 사망비이므로 생존자를 제외함은 타당하다 하겠다.

넷째로, 사망(진단)시기, 연령, 고잔동 거주력, 생존 여부 등의 자료에서 하나라도 미응답한 경우는 대상에서 제외하였다. 이런 경우는 사망비를 구하는 과정에서 계산이 불가능하였기 때문이다.

다섯째로, 암종을 구분하지 않고 어떤 암이든 '암'으로 인한 사망자는 모두 '암사망자'로 하였다.

암사망자에 대한 표준화 암사망비를 구하여 본 결과, '폭로군'에서의 표준화 사망비(SMR)는 1.2819로서 표준인구에서 보다 약간 높은 것으로 나타났으나 95% 신뢰구간이 0.1562에서 4.7480까지로 넓어 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다. 아마도 이는 표본수가 적어서 생긴 오차로 설명하는 것이 타당할 것이다. 반면에 대조군(II)와 조사대상 전체인구에서의 표준화 사망비(SMR)는 각각 0.6039와 0.3380으로 오히려 표준인구에서 보다 작은 것으로 나타났으나 통계적 유의성을 없었다. 이 것도 역시 표본수의 문제와 또 다른 측면으로는 암사망자에 대한 지역내의 낮은 보고율에 기인하는 것이 아닌가 생각된다. 결과적으로 암사망자는 표준인구보다 많지 않다고 결론지을 수 있었다.

나. 유리섬유 근로자 건강상태 평가

ㅎ(주)에서는 1974년 11월 7일 설립된 후 1994년 4월까지의 직접 유리섬유를 생산하였으나 현재는 필요한 유리섬유 모두를 외부에서 구입, 가공하여 단열내장재를 생산하고 있다.

1995년 2월 산업보건연구원에서 실시한 사업장의

총분진 농도는 허용기준인 10 mg/m³의 1/10 이하이고, 공기 중 섬유 농도도 최고 0.15 f/cc로 권고 기준치 1 f/cc에 훨씬 못 미치는 수준이었다. 절단 작업을 제외하고는 분진의 비산과 관련된 작업 행위가 많지 않기 때문으로 생각되었다.

현재 근무하고 있는 근로자는 23명(남자가 22명)으로, 30대가 5명, 40대가 6명, 그리고 50대가 7명으로 평균연령은 45세이고, 평균 근무기간은 9.5년이었다. 이들을 대상으로 설문조사 및 건강검진을 실시하였는데 피부 질환력, 호흡기 질환력, 위장관계 질환력, 피부 종양 과거력 등에 관하여 대상 근로자 전수에서 과거 병력이 있는 근로자는 없었다. 현재의 피부 질환 관련 증상 유무에 대한 문진에서는 특별히 문제가 있다고 응답한 근로자가 없었으나, 위장관계 압통과 피부 종양에 관한 검진결과에서는 각각 1인의 이상소견자가 있었다. 피부 종양이 있는 근로자의 경우는 우측 눈썹부분에서 관찰되었다. 기타 질환으로는 고혈압 1례가 진단되었다.

IV. 고 찰

1995년 3월 정부는 경제성장 위주의 정책을 탈피하여, 국민의 삶의 질에 우선하는 합리적 복지정책을 펴 나가겠다고 밝힌 바 있다. 이른바 '삶의 질 세계화' 전략이다. 이러한 삶의 질을 향상시키는 방안의 하나로서 환경적으로 건전한 청정기술을 중점 개발하여 쾌적한 생활공간을 확충하고 환경용량의 범위내에서 보전과 개발의 조화를 추구하는 것을 21세기 환경정책의 주요 목표로 설정하고 있다(한국환경기술개발원, 1995). 환경의 질적 수준이 곧 삶의 질에 연관되어 있다는 의미에서 궁극적인 국가환경과학기술의 목표는 인간의 최대목표인 행복한 삶을 누릴 수 있는 필수조건, 즉 건강을 증진시키는 환경을 조성하는데 두어야 한다는 것은 자명한 이치이다.

역학조사의 원인을 제공한 ㅎ(주) 공장은 인천시 고잔동에 1974년에 설립되어 유리섬유를 제조하여 왔으나, 1989년 이후로는 유리섬유 생산을 중단하고 현재

는 유리섬유를 구입하여 단열판을 제조하고 있다. 고잔동 문제의 직접적인 동기가 되었던 유리섬유 폐기물은 언제부터 그리고 언제까지 매립되었는지 미상이나, 1994년 11월부터 파내어져서 1995년 10월까지 계속되고 있었다. 이는 곧 본 역학조사가 수행되고 있었던 1995년 5월 - 11월간의 기간에 비산 분진에 의한 유리섬유의 영향은 재현되고 있지 않지만, 역학조사의 직접적인 동기가 되었던 매립된 유리섬유에 의한 지하수 오염 가능성은 상존하고 있다는 사실을 전제하고 있다. 따라서 문제의 초점을 매립된 유리섬유에 의하여 오염된 지하수 사용이라는 '원인'에 맞추어 지하수 환경조사, 지하수 및 부유입자의 지화학 특성 조사, 그리고 유리섬유 및 침전물 분석 조사 등 일련의 분석 자료들을 '원인'이 작용할 수 있는 범위를 결정하는 방법으로 채택하였다.

건강상태평가는 먼저 조사된 전수에 대하여 각각의 변수별 빈도수를 제시하고자 하였다. 이는 조사된 지역주민의 일반적인 특성을 파악하고 지역과 관련된 고유한 요인을 파악하고자 함이다. 이어 지하수 환경조사 연구로부터 얻어진 정보를 기초로 '지하수 유동계'별로 오염원(유리섬유 매립지)으로부터 오염가능 지하수역권 가구와 오염가능성이 희박한 지하수역권 가구로 전체를 두군으로 나누고 각각의 변수를 비교 분석 하였다. 여기서는 일부 군의 선택적 비뚤림에 의한 영향을 배제할 수 없기 때문에 결과를 일반화하는데 무리가 따를 수 있다. 따라서 선택적 비뚤림이 동일하다고 가정할 수 있는 1통 1, 2반내에서 '지하수 흐름'으로 두 군을 나누어 비교한 결과를 같이 제시하였다. 마지막으로 고잔동지역에 거주한 기간을 독립변수로 하여 연령, 성, 흡연력, 음주력을 보정한 상태에서 질병력과 건강이상을 비교하여 보았다. 또한 암사망자에 대한 자료를 이용하여 표준화 사망비도 계산하여 보았다. 이는 지역에 오랫동안 거주하였던 사람들에게서 특별히 건상상의 이상이 많이 발생하는지에 대한 검정과 다른지역보다 특별히 암사망자가 많은지에 대한 검정으로서 지역내에 다른 곳과는 다른 고유한 미지의 위험요인이 계속적으로 영향을 미치는 지역의

부와 발암과 관련된 요인의 존재가능성 여부를 확인하고자 함이었다.

실제 고잔동에 거주하고 있는 전체 주민중에서 역학조사를 수행할 수 있었던 889명 모두를 조사하였으나, 때마침 지방자치선거(1995년 6월 27일) 등의 정치적인 이유로 인하여 조사를 거부한 상당수의 주민들 때문에 본 역학조사에서 얻어진 결과를 일반화하는데는 다소의 무리가 있을 수 있다. 또한 1통 1, 2반 주민들의 경우와 나머지 주민들에서는 조사에 응하는 정도와 응답의 성실도에서 상당한 차이가 있었는데, 이는 1통 1, 2반 주민의 경우 '유리섬유 관련 소송에서의 경제적 이득'이라는 요인이 작용할 수 있었기 때문이다. 따라서 먼저 폭로군 이외의 주민들을 이용하여 두 개의 대조군을 설정하였는데 첫 번째는 조사대상자 전체중에서 폭로군을 제외한 나머지 전부를 대조군으로 설정한 것이고, 두 번째는 비교의 동질성을 보장하기 위하여 고잔동 1통 1, 2반 전체 주민중 폭로군을 제외한 나머지를 대조군으로 설정한 것이다. 즉, 고잔동 1통 1, 2반 주민들이 '유리섬유 분쟁'과 관련한 법적, 경제적 이해관계에서 선택적인 비뚤림의 가능성을 가지고 있기 때문에, 폭로군과 폭로군을 제외한 나머지 전부를 대조군(이를 대조군(I)으로 칭하였다)으로 설정하여 비교할 경우 유의한 차이를 낼 우려가 높아지므로 이러한 비뚤림을 보정하고자 같은 이해관계를 가지고 있는 두 번째 대조군 즉, 폭로군을 제외한 고잔동 1통 1, 2반 주민전체를 또 다른 대조군(이를 대조군(II)으로 칭함)으로 선정하여 분석하고자 한 것이다.

지하수 환경조사에서 수행된 지하수 유동계 분석 결과, ㅎ(주) 공장 부지내에 매립된 유리섬유가 혼입될 수 있는 범위는 ㅎ(주)에 인접하여 있는 고잔동 1통 1반의 6체의 가옥에 국한되었다. 또한 역학조사기간 동안에 채수된 지하수에서 임현술 등(1995)이 사용한 위상차현미경보다도 정밀한 주사전자현미경(SEM)을 사용하여 계수하였으나 유리섬유는 관찰되지 않았으며, 지하수를 끓였을 때에 생성되는 침전물은 지하수의 칼슘이온이 탄산칼슘으로 석출되는 자연현상적

산물이라는 분석 결과이었다. 따라서 확인된 오염원인 물질의 존재 여부로 폭로군 설정을 할 수는 없었으나, 지하수에서의 유리섬유 검출 여부를 떠나 ㅎ(주)에 인접하여 있는 5 가옥(실체는 6 가옥이나 1 가옥은 조사를 완강하게 거부하여 제외되었습)에 거주하는 31명을 유리섬유 오염가능성이 있는 지하수역권에 있는 폭로군으로 설정하고, 그 밖의 주민들을 대조군으로 설정하여 역학적 분석을 시행한 것은 타당한 조치로 생각되었다.

직접 면담식 설문조사를 통하여 조사한 과거질병력(최근 5년 이내에 병원 등 의료기관에서 진료 받은 경우)에 있어서는 피하종양, 피부질환 그리고 호흡기계 질환에 있어서 상대적으로 높은 응답률을 보였다. 이러한 결과에 대하여 ㅎ(주)에서 유리섬유를 직접 생산할 당시에는 비산된 유리섬유 분진으로 주민들이 피부 및 호흡기계 자극증상을 많이 경험하였으나, 유리섬유 생산을 중단한 최근에 와서는 원인 물질의 감소로 인하여 그 결과도 상대적으로 감소되었다는 전형적인 양-반응 관계로 설명할 수도 있으나, 한편으로는 실제 응답한 '과거질병'이라는 증상의 범주는 의학적으로 보아서 어떠한 질병으로 분류될 수 있는 정도에 못 미치는 것일 수도 있다는 해석도 가능하다. 왜냐하면 유리섬유 생산을 중단한 1989년 이후로는 비산된 유리섬유에 의한 영향은 현재와 유사한 상황일 것이라고 할 수 있어 결과적으로 최근 6년 사이에는 전반적인 폭로 상황의 변화가 없다고 한다면, 1995년 6월-8월에 실시된 본 역학조사의 피부과 전문의에 의하여 시행된 피부과적 진찰 소견이 보다 신뢰성을 가질 수 있기 때문이다. 이러한 견지에서 식수 뿐 아니라 세탁 등 광범위한 생활용수로 사용되어 왔던 지하수의 유리섬유 오염이 목욕, 세탁 등을 통해 피부에 접촉성 피부질환내지는 피하 종양을 유발할 수 있을 것이라는 가정도 그 근거에 설득력을 갖지 못한 것으로 생각된다. 호흡기질환의 과거력에서는 폭로군이 대조군(Ⅱ)보다 3.41배의 유소견율을 보이고 있으나 대조군(Ⅲ)과의 비교에서는 별다른 차이를 보이고 있지 않다. 그러나 피하종양의 과거력의 경우에는 대조군(Ⅱ)뿐만

아니라 대조군(Ⅲ)에서도 각각 유의한 차이가 관찰되고 있으므로 두 군간에는 피하종양에 있어서 서로 다른 유병상황이 존재함을 알 수 있다. 실제로 폭로군 중 한 가구에서 지방종으로 확인된 피하종양이 집중적으로 확인된 바가 있고, 이들이 두 군간의 차이에 상당히 기여했으리라 보여 진다. 피하종양(지방종)의 과거력 차이는 폭로군(지역) 주민 중 한 가계에서의 가족집적적 발생의 성격을 띠는 것으로 설명함이 우선 타당할 것으로 생각되며, 아직까지 '유리섬유' 혹은 어떤 제 3의 요인과 지방종에 관한 어떠한 의학적내의 이용가능한 증거도 없으므로 둘간의 원인-결과적 관계를 직접 설명하기는 어렵다. 그러나 가족집적성을 보인 가구의 가구원 2명을 포함하여 고잔동 주민들로부터 적출된 지방종 등 양성 피하종양의 조직검사에서 유리섬유는 발견되지 않았다. 다른 질병력의 경우는 별다른 소견을 보이지 않으며, 다만 기타질환(유리섬유와 관련이 있을만한 피부질환, 소화기질환, 호흡기질환, 피하종양등을 제외한 질병)과 오십에서만 두 대조군 모두에서 유의한 차이를 보이고 있으나 이에 대한 항목별 해석은 설문조사의 목적상 적절치 못하다고 판단되었다.

또한 거주력에 따라서 유병양상에 변화가 있는지 확인하여 보았으나 거주력의 길고 짧음에 따라서 일치하는 유병경향을 보이는 질병은 없어, 지역내 고유하게 존재하고 있는 다른 건강위해요인의 가능성은 없는 것으로 생각된다. 또한 고잔동 지역내 폭로군과 대조군사이의 건강이상에 대한 비교에 추가하여 고잔동 1통 1, 2반주민과 다른 일반지역주민의 건강이상에 있어서의 차이를 비교하여 보았다. 이는 기존에 구축되어 있던 '원자력발전소 지역주민 건강영향평가' 자료를 이용하였고, 이 중에서 비교가 가능하였던 소화기 질환력과 호흡기질환력을 가지고 분석을 수행하였다. 이 비교 결과에서도 두군간에는 차이가 없는 것으로 분석되었다.

이밖에 건강검진을 통하여 ㅎ(주) 인근 지역에 거주하는 주민들의 전반적인 건강상태를 파악하였을 때, 특별히 유소견율이 높은 질병은 관찰되지 않았다. 특

히 피부과 전문의에 의한 피부과 진찰에서 피검자 680명 중 유소견자는 113명(습진 및 습진 관련 질환 40례; 감염증 45례; 알레르기 반응 12례; 종양류 11례; 기타 15례)으로 다양한 피부질환이 관찰되었으나 유리섬유와 연관된 것으로 생각되는 피부질환은 확인되지 않았다. 그리고 위내시경 등을 이용한 소화기계 질환 조사에서도 특이한 양상은 관찰되지 않았다.

유리섬유와 관련된 건강피해에 대하여 연구 보고된 몇몇 역학적 문헌들은 다음과 같이 요약할 수 있다. 몇몇 연구들에서 발암성 증가의 가능성이 제기되었으나, 타당한 결론으로 통계적인 검증력을 가지고 제시되지는 못했다(Lockey와 Wiese, 1992; Infante 등, 1994; Lee 등, 1995). 또한 IARC의 분류에서 유리면(短纖維)과 암면은 Group II B(동물실험에서의 증거는 있으나, 역학적 연구에서 발암성의 증거가 불충분한 경우)에 속하고 유리長纖維는 Group III(사람에게 암을 일으키는 발암물질로서 증거가 부적절한 경우)에 속해 있다(IARC, 1988). 이는 기존의 연구들에서 발암성의 증거로 가장 중요한 역학연구 결과가 충분한 인과관계를 입증하고 있지 못함을 뜻한다고 할 수 있다. 그리고 모두가 근로자들을 대상으로 한 연구이며 지역주민들을 대상으로 한 연구는 아직 보고된 것이 없다(Lee 등, 1995). 이는 폭로 정도가 가장 심할 것으로 생각되는 근로자들을 우선적으로 연구대상으로 하였다고 할 수 있고, 아울러 이러한 근로자들을 대상으로 한 연구에서도 아직까지 양-반응 관계를 유추할 수 있는 단계에 이르지 못하였다는 사실도 내포하고 있다. 주된 건강위해의 내용으로 호흡기계 악성종양을 포함한 호흡기질환에 초점이 맞추어 졌는데, 이는 유리섬유와 형태적으로 유사한 석면의 건강영향에서와 같은 양상이 유리섬유에서도 나타나는가를 검증하는 것이 중요한 관심사였다는 데에 기인된다(이세휘 등, 1996; Lee 등, 1995).

이상에서도 알 수 있듯이, 기존의 역학연구 결과들은 이번의 역학조사에 많은 시사점을 주기도 하지만, '땅속에 매립된 유리섬유가 지하수를 오염시키고, 이러한 지하수를 음용한 지역주민들의 소화기를 통한 폭

로'라는 전혀 새로운 상황 설정에 대한 예단의 근거가 되기는 어렵다고 생각된다. 한편 국내 의학계에서 유리섬유에 관련되어 건강피해 사례가 학회에 공식 보고된 것은 1994년에 자동차 내장재로 사용하였던 유리장(長)섬유로 인한 피부 및 호흡기계 자극 증상을 주로 한 증례이지만(임현술 등, 1994), 실제로는 그 이전에도 '민원' 혹은 '단체행동'의 양상으로 유리섬유와 관련된 건강피해 사례들이 전국 각지에서 산발적으로 있어 왔는데, 이러한 사례들은 비산된 유리섬유에 의한 자극이 주증상이었다(조수현 등, 1995). 이외에 유리섬유가 포함된 지하수를 이용하여 목욕 또는 세탁한 옷을 착용하였을 때, 유리섬유가 피부를 투과하여 피하종양을 유발할 수 있는가에 대해서는 Cleland 등(1984)이 보고한 예를 참조할 수 있다. 즉 유리섬유를 이용한 강화프라스틱(FRP) 보트 제조 공장에 근무하는 종업원의 손목 관절의 배측 신근 힘줄집의 만성 활막염(chronic synovitis of dorsal extensor sheath of the hand) 진단을 받는 과정에서 관절의 활액(synovial fluid)에서 유리장섬유가 관찰되어 유리섬유가 작업과 관련되어 활액에 들어간 것으로 추정하고 있다. 그러나 들어간 기전에 대해서는 저자 등은 마무리 작업으로 고속 그라인다를 사용할 때 작게 분쇄된 유리장섬유 파편이 빠른 속도로 비산되면서 인접해 있는 손등의 피부를 관통하여 활액낭으로 들어 갔을 것으로 추정하고 있어, 단순 마찰에 의한 피부 투과로 피하 종양이 유발될 가능성은 희박하다고 할 수 있다.

따라서 역학조사 결과와 기존 문헌을 통찰하였을 때, 지하수에 혼입된 유리섬유에 의하여 피하 종양이 발생했다고 할 수 있는 근거를 찾을 수 없었다. 다만, 추후로 가족집적적 피하종양의 발생이나 호흡기계 이상, 그리고 토양중 잔류물(특히, 바람에 날려서 쌓여 있을 수 있는 유리섬유 등)에 관한 추구연구가 수행된다면 보다 많은 설명을 할 수 있으리라 생각된다.

환경의 폐폐로 인한 건강상의 피해는 객관적으로 그리고 학리적으로 입증되어야 하고, 그러한 바탕에서 정당한 요구와 보상이 이루어 져야 한다는 것도 환경문제를 슬기롭게 풀어 가는데 있어 중요한 요소이다

(조수현 등, 1993; 조수현 1995). 이러한 관점에서, ㄷ일보 1면(1988년 5월 26일자)에 대서특필되었던 “카드뭉스重患者 국내 첫발생”이 추구 역학조사에서 카드뭉스에 폭로되었을 가능성은 희박할 것으로 생각된다는 조수현 등(1991)의 보고, 그리고 1993년 9월 17일자 ㄷ일보 23면의 기사 “癌 공포에 빠진 濟州 한마을”이 역학조사팀의 현지 조사 결과, 암발생 및 사망에서 유의한 차이를 보이지 않았고, 하수 및 해수에서 발암물질이 검출되지 않아 이 지역의 암발생을 음용수와 관련지어 논할 근거가 매우 희박한 것으로 판단되어 무책임한 언론보도에 대하여 철저히 그 책임을 묻는 제도 정착을 주장한 안윤옥 등(1993)의 보고가 연상되었던 것도 우리의 슬픈 현실이다. 그러나 본 역학조사를 통하여 쟁점이 되고 있는 환경오염에 연유된 건강피해 사안에 대하여 비교적 빠른 시일에 본격적인 역학조사를 결정할 행정부와 학술적으로 대기관 공동역학 조사가 가능한 현실을 확인할 수 있었다는 것은 우리 나라 환경정책 및 환경의학 분야에 커다란 진보라고 생각된다.

V. 결 론

1994년 9월 경 인천광역시 남동구 고잔동 지역 주민들이 지역내의 ㅎ(주) 공장에서 매립한 유리섬유로 인하여 건강에 중대한 피해가 있다는 진정을 낸 후, 1995년 2월 오염된 지하수에서 유리섬유를 확인하고 이를 음용한 주민들에게 피하종양 등이 유발되었을 것이라는 모 대학 연구 결과가 발표되었다. 이에 대하여, 정부는 조사의 객관성과 투명성 확보를 위해 역학조사의 용역을 제안하였고, 이에 지하수 환경조사 및 유리섬유 분석, 지역주민 및 근로자의 건강상태 평가 등 광범위한 대기관 조사팀이 구성되어 1995년 5월부터 동년 11월에 걸쳐 역학조사가 수행되었다.

지하수 유동계 분석 결과 오염원에서 오염 가능 범위는 ㅎ(주) 공장에 인접한 6호의 집에 국한되었다. 인접 6호를 포함하여 지역내 54개 지하수의 부유입자에 대하여는 주사전자현미경을 이용한 정성 및 정량 분

석과 에너지회절분석을 통한 입자의 지화학 특성을 조사하였으나 유리섬유의 존재를 확인할 수 없었다. 그리고 이 지역의 지하수를 끓일 때 생성되는 침전물의 주요상은 탄산칼슘으로서, 침상(針狀) 아라고나이트(aragonite)이었다.

역학조사에 응하였던 주민 889명에 대한 건강상태 평가 결과, 설문에서 의한 과거 질병력에서는 피하종양과 호흡기계 질환에서 폭로군(오염원으로부터 지하수 오염이 가능한 범위에 거주하는 주민 31명)과 대조군 간에 유의한 차이가 있었으나, 건강검진 및 암사망자료의 비교에서는 피부질환, 위내시경 검진, 일반질환, 암사망비 모두에서 폭로군과 대조군 간에 차이가 관찰되지 않았다. 또한 폭로군 및 대조군에서 절제된 9예의 피하종양에서도 유리섬유가 관찰된 예는 없었다. 23명의 ㅎ(주) 근로자들에 대한 건강검진에서도 유리섬유와 관련된 상병상태는 관찰되지 않았다.

이상의 역학조사를 통하여 원인적 요인으로 지목되고 있는 ‘유리섬유로 오염된 지하수’와 ‘특정 상병상태 또는 일반적인 상병상태의 증감’간의 인과관계를 만족시키기 위한 조건 중 중요한 부분들이 입증될 수 없었다. 즉 처음부터 가정하였던 폭로요인으로 지하수에서의 유리섬유를 확인할 수 없었으며, 가능한 건강피해양상 예컨대 피부질환, 소화기질환, 호흡기질환 등의 발생이 폭로군에서 증가하였다는 가설을 입증할 수 있는 증거가 미약하였으며, 또한 폭로요인과 결과간의 필요한 인과적 조건인 시간적 선후관계, 관련성의 강도, 양-반응관계, 기준연구와의 일치성 등이 만족될 수 없었다. 따라서 매립된 유리섬유에 의한 지하수 오염이 이를 음용수로 사용한 주민들에게 어떠한 경우의 건강위해를 가져 왔을 것이라는 가설을 확인할 수 없었다.

참 고 문 헌

안윤옥, 박병주, 배종면, 이덕형, 김동진, 김준환, 강종원, 정용진, 이동모. 북제주군 판포리 지역 암발생에 관한 역학 기초조사. 한국역학회지 1993;

- 15(2):185-195.
- 이세희, 김규상, 최정근, 김양호, 강성규, 최경숙, 문영한. 유리섬유 제조업체 근로자의 건강장해. 예방의학회지 1996; 29(2):187-198.
- 임현술, 정해관, 김지용, 정희경, 성열오, 백남원. 승용차 내장재에 의해 발생한 유리섬유에 의한 건강장해. 대한산업의학회지 1994; 6(2):439-446.
- 임현술, 정해관, 김지용, 정희경, 김정란, 홍윤철, 임종한, 백남원. 유리섬유에 장기간 폭로된 지역 주민의 양성 피하 종양 발생에 관한 역학조사. 한국역학회지 1995; 17(1):76-93.
- 조수현. 환경오염에 의한 건강피해. 예방의학회지 1995; 28(2):245-258.
- 조수현, 김선민, 조성일. 환경오염에 의한 건강피해 보도사례. 예방의학회지 1993; 26(1):126-146.
- 조수현, 김현, 김선민. 아연 용융 도금 작업 근로자의 카드뮴 폭로 가능성에 관한 조사 연구. 대한산업의학회지 1991; 3(2):153-164.
- 조수현, 홍재용, 권호장, 김경렬, 송동빈, 유근영, 은희철, 이강근, 장자준, 홍국선, 홍윤철. 인천시 고잔동 주민의 유리섬유 건강피해에 관한 역학조사. 학술연구용역 최종보고서, 국립환경연구원, 1995.
- 중앙환경분쟁조정위원회, 인천시 고잔동 주민 김선배 외 209명의 재정신청서. 1995
- 한국환경기술개발원. 환경비전 21. 1995. 쪽 8-9
- Bignon J, Brochard P, Brown R, Davis JMG, Vu v, Gibbs G, Greim M et al. Assessment of the toxicity of a man-made fibers; A final report of a workshop held in Paris, France, 3-4 February 1994. Ann Occup Hyg 1995; 39(1):89-106.
- Cleland LG, Vernon-Roberts B, Smith K. Fibre glass induced synovitis. Ann Rheum Dis 1984; 43:530-534.
- IARC. Man-made mineral fibers and radon. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 43, 1988.
- Infante PF, Schuman LD, Dement J, Huff J. Fibrous glass and cancer. Am J Indus Med 1994; 26:559-584.
- Lee IM, Henneekens CH, Trichopoulos D, Buring JE. Man-made vitreous fibers and risk of respiratory system cancer: a review of the epidemiologic evidence. JOEM 1995; 37(6):725-738.
- Lockey JE, Wiese NK. Health effects of synthetic vitreous fibers. Clinics Chest Med 1992; 13(2):329-339.
- Possick PA, Gellin GA, Key MM. Fibrous galss dermatitis. Am Indust Hyg Assoc J 1970; Jan-Feb:12-15.