

# 허베이 스피리트호 유류유출사고 지역주민의 급성건강영향

이철현<sup>1</sup>, 강영아<sup>1</sup>, 장규진<sup>1</sup>, 김창훈<sup>1</sup>, 허종일<sup>2</sup>, 김재연<sup>3</sup>, 이종구<sup>1</sup>

<sup>1</sup>질병관리본부; <sup>2</sup>태안군보건의료원; <sup>3</sup>서천군보건소

## Acute Health Effects of the Hebei Oil Spill on the Residents of Taean, Korea

Cheol-Heon Lee<sup>1</sup>, Young-A Kang<sup>1</sup>, Kyu-Jin Chang<sup>1</sup>, Chang-Hoon Kim<sup>1</sup>,  
Jong-Il Hur<sup>2</sup>, Jae-Youn Kim<sup>3</sup>, Jong-Koo Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Korea Centers for Disease Control and Prevention; <sup>2</sup>Taean-gun Health Center; <sup>3</sup>Seocheon-gun Health Center

**Objectives:** On December 7, 2007, the Hebei Spirit oil tanker spilled out 12,547 kl of crude oil on the Yellow Sea 10 km away from the coast of Taean Province, Korea. As the coastline has been contaminated, local residents have been exposed to crude oil. Because the residents were showing many symptoms, we investigated the acute health effects of this oil spill on them.

**Methods:** We conducted a cross-sectional study consisting of the heavy and moderately oil soaked area in Taean and the lightly oil soaked area in Seocheon. Ten seashore villages were selected from each area, and 10 male and female adults were selected from each village. We interviewed the subjects using a structured questionnaire on the characteristics of residents, the cleanup activities, the perception of oil hazard, depression and anxiety, and the physical symptoms. The odds ratios and 95% confidence intervals were analyzed using logistic regression analysis. The logistic regression model was adjusted for age, gender, education, smoking, the perception of oil hazard and anxiousness.

**Results:** The more highly contaminated the area, the more likely it was for residents to be engaged in cleanup activities and have a greater chance of exposure to oil. The indexes of anxiety and depression were higher in the heavy and moderately oil soaked areas. The increased risks of headache, nausea, dizziness, fatigue, tingling of limb, hot flushing, sore throat, cough, runny nose, shortness of breath, itchy skin, rash, and sore eyes were significant.

**Conclusions:** The results suggest that exposure to crude oil is associated with various acute physical symptoms. Long-term investigation is required to monitor the residents' health.

**Key words:** Crude oil, Oil spill health effect, Oil tanker  
*J Prev Med Public Health* 2010;43(2):166-173

## 서론

2007년 12월 7일 오전 7시경, 유조선 허베이 스피리트(Hebei Spirit)호와 크레인선 삼성1호가 충청남도 태안군 만리포 북서쪽 10 km 해상에서 충돌하였다. 이 사고로 허베이 스피리트호에 실려있던 원유 263000 kL 중 12547 kL (약 10900 t)가 바다로 유출되었으며, 14시간 만에 해안에 도달하였다.

원유는 주로 지방족(aliphatic), 지방족 고리(alicyclic), 방향족(aromatic) 탄화수소의 혼합물로, 질소와 산소, 황의 화합물과 미량의 니켈, 바나듐, 철 등 금속화합물을 함유하고

있다 [1]. 그 중 휘발성유기화합물(volatile organic compounds, VOCs)과 다환방향족탄화수소(poly-cyclic aromatic hydrocarbons, PAHs), 중금속 등이 인체에 많은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. VOCs는 증기압이 높아 대기 중으로 쉽게 휘발되고 광화학스모그를 유발하는 물질로, 주로 호흡기를 통해 인체에 흡수되어 호흡기 자극증상, 중추 및 말초신경계 영향 등을 일으킬 수 있으며, PAHs는 호흡기, 피부 등을 통해 잘 흡수되어 두통, 구역, 피부염 등을 유발할 수 있다 [2]. 또한 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)는 원유의 성분 중에서 벤젠 등 일부가 인체에 암을 일으키거나 일으킬 가능성

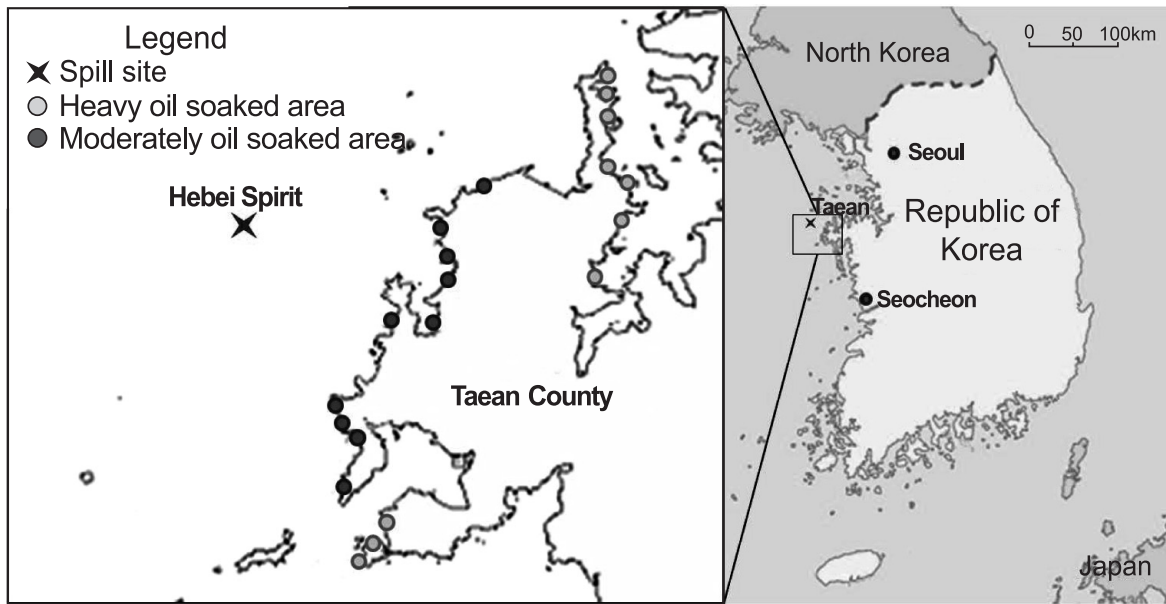


Figure 1. Map showing the geographic location of the studied villages according to the degree of oil soaking.

이 있는 것으로 분류하고 있다 [3]. 대규모 유류유출로 인한 건강영향을 연구한 해외의 논문에서도 지역주민들과 방제 작업자들 사이에 다양한 신체적, 정신적 증상이 발생하고 있음을 밝히고 있다 [4,6].

해외의 대규모 유류유출사고 사례에서와는 달리, 태안 지역주민들은 어업, 펜손어업, 관광산업 등 해안을 삶의 터전으로 삼고 있다. 또한 이들은 사고초기 원유가 해안으로 밀려오는 긴급한 상황에서 유류의 건강영향 문제를 인식하지 못한 채 보호복이나 마스크 등의 보호장구 없이 방제작업에 뛰어들었다. 뿐만 아니라 바다와 해안이 오염됨으로써 발생한 수입감소를 보충하기 위해 방제작업을 지속하였다. 이러한 상황에서 질병관리본부는 사고발생 5일 후 실시한 현장조사에서 지역주민들과 방제작업자들이 두통과 메스꺼움 등 건강문제를 호소하고 있음을 파악하였다. 이에 유류노출로 인한 지역주민들의 급성 건강영향을 평가하기 위하여 이 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

유류유출 지역 주민의 급성 건강영향을 평가하기 위해, 서해지방해양경찰청 태안해양경찰서 항공감시자료를 참고로 하여 지역별 유류 해안오염 정도 및 시기에 따라 고·중·저오염지역으로 구분하였다. 고오염지역은 사고 다음 날인 12월 8일부터 오염이 시작되었던 지역인 원북면과 소

원면으로, 중오염지역은 사고 후 2-3일 사이에 오염이 시작된 지역인 근흥면과 이원면으로 정하였다. 저오염지역은 고·중오염지역의 비교군으로 사용하기 위해 같은 충청남도에서 태안군과 가장 멀리(약 100 km) 떨어져 있고, 타르블이 해안에 밀려오는 정도의 오염이 발생한 서천군의 해안인접 지역으로 정했다. 고·중오염지역에서는 2개 면에서 각각 5개 마을을 선택하였으며, 저오염지역에서는 5개 면에서 각각 2개 마을을 선택하였다 (Figure 1). 각 마을별로 성별과 연령을 짝짓기(matching)하여 20세 이상 주민 10명씩을 조사하였다. 조사마을은 가능한 해안과 가까운 지역을 선택하기 위해 지역 보건기관의 협조를 받아 편의추출하였다. 조사대상자 수는 고오염지역에서 조사된 대상자들에 맞춰 중·저오염지역의 대상자를 제한하였다. 고오염지역에서 분석에 적합하지 않은 남성 1명을 제외하고, 고오염지역 주민(이하 고오염지역군) 99명, 중오염지역 주민(이하 중오염지역군) 100명, 저오염지역 주민(이하 저오염지역군) 100명, 총 299명의 결과를 분석하였다.

설문조사 전에 조사목적과 내용, 향후 추적조사를 위한 개인정보 활용, 수집된 개인 정보에 대한 비밀 보장을 설명하였으며, 이에 동의서를 작성한 대상자만을 조사하였다. 이 연구는 질병관리본부 연구윤리심의위원회의 사전 심의를 통과하였다.

### 2. 조사방법

2008년 1월 19일부터 2월 14일까지 설문조사를 실시하였다. 설문 항목은 인구학적 특성, 흡연력, 계통별 질병력, 유

류노출에 대한 건강영향 인지도, 방제작업력 및 보호장구 착용 정도, 불안 및 우울 정도, 급성자각증상이었다. 인구학적 특성으로 성별, 연령, 주소, 교육 정도, 결혼상태, 동거인 유무, 종교 유무를 조사하였다. 흡연력은 현재 흡연을 하고 있는지, 과거에는 했으나 끊었는지, 흡연한 적이 없는지를 질문하였다. 계통별 질병과거력은 각 신체기관별로 과거에 의사 진단을 받은 질병이 있는지 물어보았다. 방제작업력에서는 방제작업에 참여했는지, 참여했다면 실제로 며칠이나 작업했는지, 하루 평균 작업시간은 얼마였는지, 작업 도중 옷·얼굴·사지에 기름이 얼마나 묻었는지, 작업 후에 샤워를 얼마나 자주하는지를 파악하였다. 보호장구 착용 정도에서는 작업 중 마스크, 고무장갑, 면장갑, 고무장화, 보호복을 얼마나 자주 착용했는지를 조사하였다. 건강영향 인지도는 유류노출이 사람들에게 위험하다고 생각하는지 안전하다고 생각하는지를 질문하였다. 불안 정도는 Spielberger 등 [7]이 개발한, 성인에서 상황에 따른 개인의 긴장과 염려에 대한 주관적이고 의식적인 느낌을 반영하는 척도인 State-Trait Anxiety Inventory(STAI-X-1)로 조사하였다. STAI-X-1은 20문항의 4점 척도로 구성되어 있어 총 점수 범위는 20-80점이며 점수가 높을수록 불안 정도가 높음을 의미한다. 우울 정도는 Radloff [8]가 개발하여 지역사회 우울증 역학조사에 널리 사용하는 the Center for Epidemiologic Studies-Depression scale(CES-D)을 이용하였다. CES-D는 20문항의 4점 척도이며 총 점수 범위는 0-60점으로 점수가 높을수록 우울 정도가 심하다고 본다. 급성 자각증상의 발생을 묻는 문항은 대규모 해외 유류유출사고와 관련하여 기존에 시행되었던 급성건강영향조사 [3-5]에서 조사되었던 신체증상들을 포함하였으며, 해당 증상의 평상시 발생 여부와 방제기간 중 발생 여부, 현재 지속 여부를 조사하였다.

설문조사는 사전에 설문지와 설문방법에 대해 훈련을 받은 역학조사관 및 의학과 4학년 학생들이 일대일 면접 설문 조사를 시행하였다. 조사장소는 지역주민들이 모이는 방제작업 현장이나 마을회관, 보건지소 등이었다.

### 3. 자료처리 및 통계분석

고·중·저오염지역군별로 인구학적 특성, 흡연력, 질병력, 위험인지 정도, 방제작업력, 보호장구 착용 정도, 급성 자각증상, 불안 및 우울의 정도를 분석하기 위해 카이제곱 검정 또는 선형성 검정을 하였다. 그리고 로지스틱 회귀분석을 이용하여 저오염지역군과 중·고오염지역군 사이의 급성자각증상 교차비(odds ratio)와 95% 신뢰구간(confidence interval)을 분석하였다. 보정변수는 p값이 0.20

**Table 1.** Characteristics of study participants according to areas

	Lightly oil soaked area n (%)	Moderately oil soaked area n (%)	Heavy oil soaked area n (%)	p*
Gender				
Male	50 (50.0)	50 (50.0)	49 (49.5)	>0.99
Female	50 (50.0)	50 (50.0)	50 (50.5)	
Age (yr)				
≤ 49	20 (20.0)	14 (14.0)	21 (21.2)	0.17
50 - 59	33 (33.0)	24 (24.0)	18 (18.2)	
60 - 69	31 (31.0)	43 (43.0)	38 (38.4)	
70 ≤	16 (16.0)	19 (19.0)	22 (22.2)	
Mean ± SD	58.6±9.9	61.1±9.5	59.7±11.6	0.23
Education (y)				
0	23 (23.0)	27 (27.0)	18 (18.2)	0.05
1 - 9	62 (62.0)	67 (67.0)	61 (61.6)	
10 ≤	15 (15.0)	6 (6.0)	20 (20.2)	
Smoking				
Current	23 (23.2)	16 (16.3)	17 (19.1)	0.66
Past	16 (16.2)	20 (20.4)	20 (22.5)	
Never	60 (60.6)	62 (63.3)	52 (58.4)	

\* Chi-square test comparing proportion between the areas or ANOVA comparing the means between the areas.

이하이거나 생물학적으로 개연성이 있다고 판단되는 것으로, 성별, 연령, 교육수준, 흡연 여부, 유류노출에 대한 건강영향 인지도, 불안 정도를 포함하였다. 모든 통계 분석은 SPSS version 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

## 결 과

### 1. 인구학적 특성

조사대상자 299명은 남자 149명(49.8%), 여자 150명(50.2%)으로, 집단별 성별 차이는 없었다. 평균연령은 59.8 ± 10.4세였으며, 지역별로는 고오염지역군 59.7 ± 11.6세, 중오염지역군 61.1 ± 9.5세, 저오염지역군 58.6 ± 9.9세로 지역별 연령 차이는 없었다 (p=0.173). 교육수준을 정규 교육과정 수학년수에 따라 0년, 1-9년, 10년 이상으로 구분하였을 때, 고·중·저오염지역군 모두 중학교졸업 이하(1-9년 교육)의 교육을 받은 사람이 각각 61명(61.6%), 67명(67.0%), 62명(62.0%)으로 가장 많았으나, 무학(0년)인 사람이 고오염지역군에서는 18명(18.2%)로 적은 편이었고 중·저오염지역군에서는 각각 27명(27.0%), 23명(23.0%)으로 많은 편이었다 (p=0.050). 흡연력은 현재 흡연자 비율이 고·중·저오염지역군별로 각각 17명(19.1%), 16명(16.3%), 23명(23.2%)으로 나타났고 통계적 차이는 없었다 (Table 1).

**Table 2.** Cleanup working history according to areas

	Lightly oil soaked area (n=70) N (%)	Moderately oil soaked area (n=98) N (%)	Heavy oil soaked area (n=99) N (%)	p*
Days of working on cleanup				
≤ 7	59 (84.3)	2 (2.3)	4 (4.0)	<0.001
8 - 28	9 (12.9)	22 (25.0)	3 (3.0)	
≥ 29	2 (2.9)	64 (72.7)	92 (92.9)	
Mean ± SD	4.9±5.3	32.2±10.9	43.6±9.9	<0.001
Hours a day of working on cleanup				
Mean ± SD	6.0±1.8	6.8±0.9	6.7±1.1	<0.001
Degree of oil adhered				
To clothes				
Heavy	12 (17.1)	49 (50.0)	82 (82.8)	<0.001
Moderate	17 (24.3)	14 (14.3)	11 (11.1)	
Light	41 (58.6)	35 (35.7)	6 (6.1)	
To face				
Heavy	3 (4.3)	8 (8.2)	37 (37.8)	<0.001
Moderate	12 (17.1)	15 (15.3)	17 (17.3)	
Light	55 (78.6)	75 (76.5)	44 (44.9)	
To extremities				
Heavy	10 (14.3)	10 (10.2)	38 (38.4)	<0.001
Moderate	11 (15.7)	15 (15.3)	16 (16.2)	
Light	49 (70.0)	73 (74.5)	45 (45.5)	
Shower bath after cleanup work				
Frequently	65 (92.9)	73 (74.5)	70 (72.2)	0.02
Sometimes	2 (2.9)	20 (20.4)	22 (22.7)	
None	3 (4.3)	5 (5.1)	5 (5.2)	

\* p for linear trend was calculated using chi-square test or ANOVA test.

질병과거력은 호흡기계, 피부계, 당뇨 질환에서 통계적인 유의성은 있었으나 각 오염구별 표본수가 너무 적었으며, 배우자의 유무 (p=0.283)나 동거인의 유무 (p=0.285), 종교의 유무 (p=0.203)는 유의한 차이가 없었다 (data not shown).

**2. 방제작업력**

연구대상자 중 방제작업에 참여한 사람은 고·중·저오염지역군에 따라 각각 99명(100.0%), 98명(98.0%), 70명(70.0%)이었다. 고·중·저오염지역군별로 작업자들의 평균 작업참여일수는 각각 43.6±9.9일, 32.3±10.9일, 4.9±5.3일로 유의한 차이를 보였으며 (p<0.001), 일평균 작업시간도 6.7±1.1시간, 6.8±0.9시간, 6.0±1.8시간으로 통계적인 차이가 있었다 (p<0.001).

유류노출 정도를 추정하기 위해 옷, 얼굴, 사지에 기름이 묻은 정도를 '많음', '중간', '적음' 으로 물어 보았다. 그 결과 '많음' 이라고 대답한 비율이 고·중·저오염지역군에 따라 옷은 82.8%, 50.0%, 17.1%였으며 (p<0.001), 얼굴은 37.8%, 8.2%, 4.3% (p<0.001), 사지는 38.4%, 10.2%, 14.3%로 나타나 (p<0.001) 모두 통계적인 차이가 있었다. 반면, 작업 후 샤워 정도는 '자주 한다' 고 대답한 비율이 저오염

지역군은 92.9%였으나, 고·중오염지역군은 각각 72.2%, 74.5%로 유의한 차이가 나타났다 (p=0.015)(Table 2).

한편, 보호구인 마스크, 고무장갑, 고무장화, 면장갑, 보호복의 착용 정도를 집단별로 물어보았다. 고·중·저오염지역군에 따라 마스크를 자주 착용한 비율은 63.6%, 57.1%, 60.0%였고 (p=0.554), 고무장갑은 98.0%, 98.0%, 95.7% (p=0.381), 고무장화는 99.0%, 96.9%, 98.6%로 나타나 (p=0.503) 통계적인 차이는 없었다. 그리고 면장갑은 100.0%, 98.0%, 77.1%였고 (p<0.001), 보호복은 99.0%, 94.9%, 78.6%로 나타나 (p<0.001) 통계적인 차이를 보였다 (data not shown).

**3. 건강영향 인지도 및 불안·우울 척도**

건강영향 인지도는 유류노출이 사람의 건강에 미치는 영향에 대한 인식을 묻는 질문이었다.. 유류노출이 건강에 위협할 것이라고 응답한 비율은 고오염지역군(94.9%)과 중오염지역군(95.0%)에 비해 저오염지역군(73.0%)에서 유의하게 낮게 나타났다 (p<0.001).

불안 정도(STAI-X-1)의 집단별 평균은 고오염지역군 59.7±14.7점, 중오염지역군 49.6±16.1점, 저오염지역군 45.1±15.9점으로 통계적 차이가 있었다 (p<0.001). Kim과 Shin [9]의 연구에서 심한 상태불안을 가지고 있다고 평가한 절단점 62점을 기준으로 할 때, 고오염지역군은 53.1%, 중오염지역군은 27.0%, 저오염지역군은 21.0%에서 심한 상태불안이 있는 것으로 나타나 유의한 차이가 있었다 (P<0.001). 우울 정도(CES-D)의 집단별 평균은 고오염지역군 29.8±12.0점, 중오염지역군 18.7±11.8점, 저오염지역군 16.0±13.2점으로 통계적 차이가 나타났다 (p<0.001). Cho와 Kim [10]의 연구에서 지역사회 역학연구용으로 제시한 절단점인 21점 이상을 기준으로 우울증을 진단하였을 때, 고오염지역군은 76.6%, 중오염지역군은 38.0%, 저오염지역군은 34.0%에서 우울증이 있는 것으로 나타나 차이가 있었다 (p<0.001)(Table 3).

**4. 급성자각증상 집단별 분포 및 비교**

계통별로 구분하여 자각증상을 조사하였고, 조사 당시 각 증상 호소자에서 평소 해당 증상이 있었던 사람 및 호소증상과 동일 계통의 질병과거력자를 제외하여 유류노출 사건 이후 증상이 발생한 것으로 추정할 수 있는 사람을 파악하였다.

신경계증상으로 두통, 어지러움, 메스꺼움, 사지 차가움, 사지 저림, 손 떨림, 손발 힘없음, 가슴 두근거림, 전신 피로

**Table 3.** Perception of oil hazard, anxiety and depression scale according to areas

	Lightly oil soaked area n (%)	Moderately oil soaked area n (%)	Heavy oil soaked area n (%)	p*
Perception of oil hazard				
Danger	73 (73.0)	95 (95.0)	94 (94.9)	<0.001
Moderate	18 (18.0)	4 (4.0)	5 (5.1)	
Safe	9 (9.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	
STAI-X-1 <sup>†</sup> anxiety score				
Mean±SD	45.1±15.9	49.6±16.1	59.7±14.7	<0.001
Anxiety categories <sup>‡</sup>				
Not anxious (≤51)	65 (65.0)	53 (53.0)	22 (22.9)	<0.001
Mild anxiety (52-56)	10 (10.0)	10 (10.0)	11 (11.5)	
Moderate anxiety (57-61)	4 (4.0)	10 (10.0)	12 (12.5)	
Severe anxiety (62≤)	21 (21.0)	27 (27.0)	51 (53.1)	
CES-D <sup>§</sup> depression score				
Mean±SD	16.0±13.2	18.7±11.8	29.8±12.0	<0.001
Depressed state <sup>  </sup>				
Not depressed (<21)	66 (66.0)	62 (62.0)	22 (23.4)	<0.001
Depression (≥21)	34 (34.0)	38 (38.0)	72 (76.6)	

\* p for linear trend was calculated using chi-square test or ANOVA test.  
<sup>†</sup> STAI-X-1: state-trait anxiety inventory.  
<sup>‡</sup> The cut-off value is used in Kim & Shin's study [9] for college students group.  
<sup>§</sup> CES-D: the center for epidemiologic studies-depression scale.  
<sup>||</sup> The cut-off value is used in Cho & Kim's study [10] for community population.

감, 불면, 불안함, 얼굴 화끈거림을 조사하였다. 이 중 사지 차가움 및 손 떨림을 제외하고는 오염 정도가 높은 집단일 수록 모두 통계적으로 유의하게 보고율이 높았다 (p < 0.001 혹은 p=0.001-0.005). 소화기계 증상으로 구토, 식욕 없음, 설사, 변비, 복통을 조사하였으며, 이 중 식욕 없음에만 유의한 차이가 있었다 (p < 0.001). 호흡기계 증상으로 목 아픔, 구강건조, 숨참, 콧물, 기침, 가래를 조사하였는데, 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (p < 0.001, p=0.001-0.015). 피부계 증상으로 피부가려움, 피부발적, 피부부음, 피부물집을 조사하였으며, 피부가려움 (p < 0.001)과 피부발적 (p=0.001)에서 유의하였다. 안과계 증상으로 눈 아픔, 눈 충혈, 눈물 남을 조사하였으며, 눈 아픔 및 눈 충혈 (p < 0.001), 눈물 남 (p=0.001) 모두 통계적 차이가 있었다. 근골격계 증상으로 몸살과 등허리 아픔을 조사하였으며, 둘 다 유의하였다 (p < 0.001). 기타 계통 증상으로 발열 (p < 0.001), 외상 (p = 0.013), 기타 (p=0.005) 증상을 조사하였으며, 모두 유의한 결과를 나타냈다 (Table 4).

**5. 다변량 분석에 의한 급성자각증상의 집단별 차이**

저오염지역군을 기준으로 한 고·중오염지역군의 자각 증상 집단별 차이를 알기 위해 다변량 로지스틱 회귀분석을 이용하여 교차비와 95% 신뢰구간을 구하였다. 이 때, 연령, 성별, 교육수준, 흡연 여부, 유류노출에 대한 건강영향 인지도, 불안 정도를 보정하였다.

신경계증상에서는 두통이 저오염지역군에 비해 중오염 지역군에서 8.08배 (95% CI = 3.53 - 18.50), 고오염지역군에서 13.73배 (95% CI = 4.54 - 41.48)였다. 그 외 저오염지역군에 비해 중·고오염지역군이 통계적으로 유의한 차이를 보인 것으로는, 메스꺼움이 각각 4.67배와 4.93배, 어지러움이 4.09배와 3.02배, 전신피로감이 5.04배와 3.43배, 사지저림이 2.97배와 4.33배, 얼굴화끈거림이 2.73배와 3.34배였으며, 불면은 고오염지역군에서 2.38배였다. 소화기계증상에서는 저오염지역군에 비해 중오염지역군에서 설사가 2.81배 (95% CI = 1.05 - 7.54) 높았다. 호흡기계증상에서 저오염지역군에 비해 중·고오염지역군이 유의하게 높은 것은, 목 아픔이 각각 2.79배와 2.66배, 기침이 2.37배와 3.92배, 콧물이 2.14배와 4.93배, 숨참이 2.79배와 2.26배였다. 가래는 고오염지역군에서만 2.09배 많았으나 입마름은 중오염지역군에서만 2.84배 높았다. 피부계증상에서는 가려움이 각각 2.79배와 4.83배, 발적이 6.00배와 3.45배였으며, 안과계증상에서는 눈 아픔이 각각 2.28배와 3.31배였다. 근골격계증상에서 몸살과 등허리아픔이 저오염지역군에 비해 고오염지역군에서 각각 5.40배, 3.19배 높았다. 기타 증상에서는 발열이 고오염지역군에서 4.77배 높게 나타났다 (Table 4).

**Table 4.** Self reported symptoms according to areas

	Lightly oil soaked area (n=100)		Moderately oil soaked area (n=100)				Heavy oil soaked area (n=99)				p <sup>†</sup>
	N	%	N	%	OR*	95% CI	N	%	OR*	95% CI	
<b>Nervous system</b>											
Headache	45	45.0	87	87.0	8.08	3.53-18.50	91	91.9	13.73	4.54-41.48	<0.001
Nausea	34	34.0	71	71.0	4.67	2.35-9.26	74	74.7	4.93	2.34-10.42	<0.001
Dizziness	37	37.0	73	73.0	4.09	2.09-8.02	75	75.8	3.02	1.45-6.27	<0.001
Fatigue	46	46.0	82	82.0	5.04	2.42-10.49	83	83.8	3.43	1.57-7.48	<0.001
Tingling in extremities	25	25.0	53	53.0	2.97	1.51-5.84	61	61.6	4.33	2.07-9.08	<0.001
Coldness of extremities	30	30.0	29	29.0	0.67	0.34-1.31	36	36.4	0.86	0.42-1.77	0.34
Nerveless of extremities	25	25.0	27	27.0	0.93	0.47-1.85	43	43.4	1.68	0.82-3.43	0.005
Tremor of hands	12	12.0	16	16.0	1.03	0.42-2.55	20	20.2	1.03	0.40-2.65	0.12
Hot flushing	24	24.0	47	47.0	2.73	1.35-5.51	52	52.5	3.34	1.55-7.17	<0.001
Palpitation	28	28.0	48	48.0	1.91	0.99-3.68	52	52.5	1.95	0.96-3.95	0.001
Insomnia	47	47.0	52	52.0	1.05	0.56-1.99	68	68.7	2.38	1.14-4.97	0.002
Anxiety	40	40.0	43	43.0	0.90	0.47-1.71	62	62.6	1.52	0.76-3.05	0.001
<b>Digestive system</b>											
Loss of appetite	29	29.0	43	43.0	1.23	0.64-2.39	56	56.6	1.53	0.76-3.11	<0.001
Vomiting	11	11.0	17	17.0	1.85	0.73-4.68	14	14.1	1.00	0.36-2.81	0.52
Diarrhea	9	9.0	17	17.0	2.81	1.05-7.54	15	15.2	1.89	0.65-5.48	0.21
Constipation	12	12.0	20	20.0	2.18	0.93-5.12	21	21.2	2.02	0.79-5.18	0.09
Abdominal pain	15	15.0	17	17.0	0.88	0.39-2.02	23	23.2	1.18	0.50-2.74	0.135
<b>Respiratory system</b>											
Sore throat	22	22.0	48	48.0	2.79	1.41-5.52	56	56.6	2.66	1.29-5.47	<0.001
Cough	26	26.0	51	51.0	2.37	1.24-4.52	66	66.7	3.92	1.94-7.95	<0.001
Runny nose	31	31.0	53	53.0	2.14	1.12-4.09	73	73.7	4.93	2.36-10.30	<0.001
Sputum	38	38.0	46	46.0	1.24	0.65-2.37	62	62.6	2.09	1.04-4.19	0.001
Shortness of breath	16	16.0	35	35.0	2.79	1.31-5.92	34	34.3	2.26	1.00-5.11	0.004
Dry mouth	49	49.0	74	74.0	2.84	1.45-5.59	65	65.7	1.83	0.90-3.71	0.02
<b>Skin system</b>											
Itching skin	21	21.0	39	39.0	2.79	1.38-5.65	54	54.5	4.83	2.28-10.21	<0.001
Rash	4	4.0	23	23.0	6.00	1.88-19.15	22	22.2	3.45	1.05-11.34	0.001
Skin edema	3	3.0	12	12.0	4.10	0.97-17.29	7	7.1	2.11	0.43-10.26	0.27
Blisters	2	2.0	2	2.0	0.84	0.09-7.95	5	5.1	2.02	0.27-15.41	0.21
<b>Ocular system</b>											
Sore eyes	27	27.0	43	43.0	2.28	1.17-4.42	57	57.6	3.31	1.62-6.76	<0.001
Red eyes	20	20.0	27	27.0	1.34	0.65-2.76	44	44.4	1.79	0.85-3.78	<0.001
Watery eyes	38	38.0	50	50.0	1.24	0.66-2.32	62	62.6	1.65	0.84-3.27	0.001
<b>Musculoskeletal system</b>											
Myalgia	29	29.0	42	42.0	1.47	0.75-2.88	77	77.8	5.40	2.55-11.45	<0.001
Back pain	44	44.0	60	60.0	1.51	0.80-2.83	80	80.8	3.19	1.52-6.72	<0.001
<b>Others</b>											
Fever	6	6.0	20	20.0	2.74	0.96-7.81	31	31.3	4.77	1.65-13.82	<0.001
Injury	0	0.0	3	3.0	-	-	6	6.1	-	-	0.01
Others	0	0.0	1	1.0	-	-	6	6.1	-	-	0.005

CI : confidence interval.

\* OR : odds ratio (versus light oiling area) adjusted for age, gender, education, smoking status, perception of oil hazard and anxiety state.

† p for linear trend was calculated using chi-square test.

## 고 찰

이 연구는 허베이 스피리트호 사고로 인한 유류노출에 따른 지역주민의 급성건강영향을 확인하기 위한 조사였다.

방제작업력 조사에서 지역의 오염도가 심할수록 주민들의 방제작업 참여율이 높았으며, 작업기간 및 시간이 더 길었고, 옷·얼굴·사지에 기름이 많이 묻을 가능성이 더 높은 것으로 나타나 지역별로 노출의 정도와 빈도에 차이가 있었다. 또한 중·고오염지역군은 저오염지역군에 비해 유

류가 건강에 위협할 것이라는 생각을 더 많이 하였으며, 지역의 오염도가 심할수록 높은 불안과 우울상태를 보였다. 결과적으로 유류노출에 대한 건강영향 인지도와 불안상태 같은 심리적 요인 등 다양한 요인들을 보정하였음에도 두통과 오심 등 신경계증상과 목 아픔, 기침, 콧물 등의 호흡기계증상, 피부가려움과 발적 등 피부계 증상이 유의하게 증가하였음을 확인하였다.

이는 설문문항에 차이는 있으나, 해외의 원유유출 사고였던 브레이어호(Braer) 사건 [11], 씨 앰프리스호(Sea

Empress) 사건 [6], 태스만 스피리트호(Tasman Spirit) 사건 [4] 후 지역주민들을 대상으로 시행된 연구들이 대부분 노출군에서 두통, 메스꺼움, 진실피로감, 목 아픔, 눈 자극, 피부자극이 많이 발생한다고 보고한 결과와 비슷하다. 허베이 스피리트호 사고와 관련한 Kim 등 [12]의 연구에서도 모델링에 의해 산출한 벤젠의 농도가 높은 지역에 거주하는 산모들에서 구역 구토 증상과 중추신경계 증상이 많았으며, 톨루엔, 에틸벤젠, o-크실렌, m,p-크실렌의 첫 1일 농도가 높았던 지역에서는 피부자극 증상의 호소가 많았고, 누적 4일의 에틸벤젠, o-크실렌, m,p-크실렌 농도가 높았던 지역에서는 복부증상이 많이 발생하였다.

또한 노출지역 주민들에게서 나타나는 증상들이 VOCs 등 원유에 포함되어 있는 각종 화학물질에 의해 발생하는 임상증상과도 부합한다 [2]. 특히 두통, 메스꺼움, 어지러움, 진실피로감 등 주요 신경계증상의 차이가 뚜렷하였으며, 목 아픔, 기침, 숨참 등 호흡기계증상의 차이도 확인할 수 있었다. 그리고 피부계 증상에서도 차이가 있었는데, 이는 통상 PAHs와 같은 원유의 화학성분이 유발하는 피부 자극 증상과 같다. 따라서 노출지역 주민들에게서 더 많이 발생하는 증상들이 허베이 스피리트호 사고로 유출된 유류, 특히 VOCs와 PAHs 성분에 의한 것임을 추정할 수 있는 역학적 개연성이 있다.

지역주민의 기분과 감정변화를 연구한 엑손 발데스호(Exxon Valdez) 사건 [13], 씨 엠프리스호 사건 [6]의 연구들은 모두 유의하게 높은 수준의 불안과 우울을 보고하였으며, Song 등 [14]의 연구에서는 허베이 스피리트호 유류유출사고 방제작업에 참여한 주민들이 우리나라 직장인과 비교하였을 때 스트레스는 6.5배, 우울증상은 9.4배 많음을 보고하였다. 이 연구에서도 심한 상태불안이나 우울을 보이는 주민의 비율이 저오염지역에 비해 고오염지역에서 2배 정도 많았다.

바다에 유출된 기름에 대한 인체노출은 흡입, 접촉, 섭취를 통해 발생하며, 해류나 바람 등 환경조건과 개인의 활동양상에 따라 노출 정도가 다를 수 있다 [15]. 따라서 단순히 지역 환경 오염도에 따라 건강영향에 차이가 있다는 분석은 제한적일 것이다. 정확한 노출량 평가를 위해서는 지역별 환경검체 또는 개인별 생체자료를 수집·분석해야 한다. 그러나 환경 및 생체검체를 검사하기 위해서는 급성 호흡기계 증상의 원인인 VOCs의 대기 중 휘발·회색시간과 생체 내 반감기를 고려하여, 수 시간에서 수 일 이내에 채취를 해야 하는데 급작스러운 사고의 특성상 현실적으로 쉽지 않다. 때문에 이전의 연구들에서도 생물학적 혹은 독성학적 검사를 하여 노출 정도를 구분한 연구는 거의 없으며, 대부분의 지역사회 역학연구에서는 이 연구와 마찬가지로

지역 오염도 구분을 통해 노출 정도를 정하였다 [16].

조사 대상자는 고오염지역에서 조사된 대상자들의 성별과 연령군에 맞춰 중·저오염지역에서 대상자를 제한하는 짝짓기를 하였다. 내적 타당도를 고려한 방법이나 선택편견(selection bias)이 발생할 수 있으며 지역의 실제 인구분포를 반영하기 어렵다.

Lyons 등 [6]은 유류유출 사고 이후의 건강영향이 유류독성 때문인지 환경재난에 대한 일반적인 반응인지를 알기 위해서는, 환경영향으로 나타날 수 있는 정신적 영향과 유류의 건강영향에 대한 믿음을 보정해야 한다고 하였다. 유류노출의 건강영향에 대해 더 위협하게 인식하고 있고 환경재난 상황에서 발생하는 불안이 더 심할 때, 증상을 과장해서 보고할 가능성이 높기 때문이다. 따라서 이 연구에서도 환경영향을 배제하기 위해 유류노출에 대한 건강영향 인지도와 불안 정도를 다변량 분석에 포함하여 보정하였다.

이 연구에서는 사고발생 6주가 지난 후에 설문조사를 시행하였기 때문에, 오염이 심한 지역 주민들이 증상 발생을 더 잘 기억하는 회상편견(recall bias)이 발생했을 가능성이 있다. 특히 먼저 설문조사가 진행된 고오염지역군은 설문조사를 시작할 때까지 계속 방제작업에 참여하고 있던 참여자가 많았으며 해안의 오염도 남아있는 상태였다. 그러나 조사 후반에 설문조사를 한 저오염지역군은 대부분 약 40일 전에 방제작업을 마친 상태였으며 해안의 오염도 거의 남아있지 않았다. 하지만 이로 인해 사실상 노출이 매우 적었던 저오염지역군을 비교군으로 간주할 수 있는 측면도 있다.

어지러움, 피로, 설사, 발적 등 일부 증상은 중오염지역군이 고오염지역군보다 높은 교차비를 보여, 오염도가 심한 지역 주민들에서 증상이 더 많을 것이라는 일반적인 생각과 배치된다. 이는 사고 이후부터 조사시점까지의 증상 발생들을 예 혹은 아니오 만으로 조사했다는 한계와 유류노출에 의한 많은 급성증상들이 유출 후 수일 내에 휘발되는 VOCs에 의해 발생하기 때문으로 생각된다. 이후 이와 같은 연구에서는 증상의 발생시기와 경중, 반복발생을 고려하는 것이 도움이 될 것이다.

이 연구는 해안을 삶의 터전으로 삼고 있는 지역주민들의 유류노출 정도에 따른 건강영향을 조사하기 위해 같은 해안지역이면서 오염이 거의 없었던 서천군 지역주민과의 신체적, 정신적 차이를 조사하였다. 또한 연구 결과에 영향을 줄 수 있는 변수들을 보정하였으며, 주민들의 신체적 건강영향뿐만 아니라 정신적 영향도 조사하여 정신 및 신체 영향에 대해 종합적으로 유의미한 결과를 도출했다는 데 의의가 있다.

방제작업에 참여하고 1년 여가 지난 후에도 하기도 증상

이 남아있는 프레스티지호(Prestige)의 사례 [17]나 사고발생 후 16년이 지난 후에도 오염지역의 토양에서 유분이 검출되고 있는 엑손 발데스호의 사례 [18] 등에서도 알 수 있듯이 유류유출 사고는 장기적인 복원과정이 필요한 대규모 환경오염이며 인체에 대한 영향도 복합적으로 고려해야 한다. 이번 연구에서 유류노출에 의한 급성건강영향 결과는 일정 정도 확인하고 분석하였으나, PAHs 및 중금속 등은 장기간 환경에 존재할 수 있으며 중장기적으로 건강영향을 줄 가능성이 있어 [19] 추가 연구가 필요하다. 또한 오염지역 주민들에서 증가한 불안과 우울은 심혈관질환을 비롯한 만성질환을 증가시킬 가능성이 있다 [20]. 따라서 향후 지역 주민들에게 나타날 수 있는 여러 가지 건강영향을 꾸준히 감시 및 관리하기 위한 국가 차원의 연구와 보건사업이 필요하다.

## 참고문헌

1. Petroleum HPV Testing Group. High production volume chemical challenge program: Test plan, crude oil category. Washington: Petroleum High Production Volume Testing Group; 2003. [cited 2008 Nov 21] Available from: [www.petroleumhvp.org/Product\\_Categories/Crude\\_Oil/Final\\_TestPlan\\_Crude%20Oil\\_11-21-03.pdf](http://www.petroleumhvp.org/Product_Categories/Crude_Oil/Final_TestPlan_Crude%20Oil_11-21-03.pdf).
2. LaDou J. *Current Occupational & Environmental Medicine*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 2004.
3. IARC. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 29. Some industrial chemicals and dyestuffs summary of data reported and evaluation. [cited 2009 Nov 21] Available from: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol29/volume29.pdf>.
4. Janjua NZ, Kasi PM, Nawaz H, Farooqui SZ, Khuwaja UB, Najam-ul-Hassan, et al. Acute health effects of the Tasman Spirit oil spill on residents of Karachi, Pakistan. *BMC Public Health* 2006; 6: 84.
5. Morita A, Kusaka Y, Deguchi Y, Moriuchi A, Nakanaga Y, Iki M, et al. Acute health problems among the people engaged in the cleanup of the Nakhodka oil spill. *Environ Res* 1999; 81(3): 185-194.
6. Lyons RA, Temple JM, Evans D, Fone DL, Palmer SR. Acute health effects of the Sea Empress oil spill. *J Epidemiol Community Health* 1999; 53(5): 306-310.
7. Spielberger CD, Gorsuch RL, Lushene RE. *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press; 1983.
8. Radloff LS. The CES-D scale: A self-report depression scale for research in the general population. *Appl Psychol Meas* 1977; 1(3): 385-401.
9. Kim JT, Shin DK. A study based on the standardization of the STAI for Korea. *New Med J* 1978; 21(11): 69-75. (Korean)
10. Cho MJ, Kim KH. Diagnostic validity of the CES-D(Korean Version) in the assessment of DSM-III-R major depression. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 1993; 32(3): 381-399. (Korean)
11. Campbell D, Cox D, Crum J, Foster K, Christie P, Brewster D. Initial effects of the grounding of the tanker Braer on health in Shetland. The Shetland Health Study Group. *BMJ* 1993; 307(6914): 1251-1255.
12. Kim BM, Park E, LeeAn SY, Ha M, Kim EJ, Kwon H, et al. BTEX exposure and its health effects in pregnant women following the Hebei Spirit oil spill. *J Prev Med Public Health* 2009; 42(2): 96-103. (Korean)
13. Palinkas LA, Petterson JS, Russell J, Downs MA. Community patterns of psychiatric disorders after the Exxon Valdez oil spill. *Am J Psychiatry* 1993; 150(10): 1517-1523.
14. Song M, Hong YC, Cheong HK, Ha M, Kwon H, Ha EH, et al. Psychological health in residents participating in clean-up works of Hebei Spirit oil spill. *J Prev Med Public Health* 2009; 42(2): 82-88. (Korean)
15. Park JM, Holliday MG. Occupational-health aspects of marine oil spill response. *Pure Appl Chem* 1999; 71(1): 113-133.
16. Ha M, Lee WJ, Lee S, Cheong HK. A literature review on health effects of exposure to oil spill. *J Prev Med Public Health* 2008; 41(5): 345-354. (Korean)
17. Zock JP, Rodriguez-Trigo G, Pozo-Rodriguez F, Barbera JA, Bouso L, Torralba Y, et al. Prolonged respiratory symptoms in clean-up workers of the Prestige oil spill. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176(6): 610-616.
18. Short JW, Irvine GV, Mann DH, Maselko JM, Pella JJ, Lindeberg MR, et al. Slightly weathered Exxon Valdez oil persists in Gulf of Alaska beach sediments after 16 years. *Environ Sci Technol* 2007; 41(4): 1245-1250.
19. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicology profile for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). [cited 2009 Nov 21] Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.html>.
20. Bonnet F, Irving K, Terra JL, Nony P, Berthezène F, Moulin P. Anxiety and depression are associated with unhealthy lifestyle in patients at risk of cardiovascular disease. *Atherosclerosis* 2005; 178(2): 339-344.