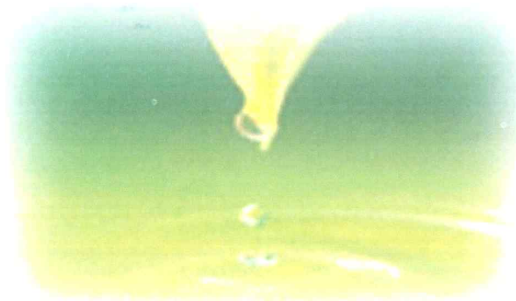


# 캠프 마켓 D구역

(FASC Task No. 3416 Part B, Partial Return)

## 환경조사 보고서

REPORT ON ENVIRONMENTAL FIELD SURVEY  
OF CAMP MARKET(Parcel D)



조사기관 : 한국환경공단



환경부

## 요 약 문

### 조사 개요

본 보고서는 한미 연합토지관리계획(LPP, Land Partnership Plan)에 따라 미국 측으로부터 대한민국으로 반환 예정인 캠프마켓 부지 중 D 구역 (FASC Task No.3416 Part B)에 대해 '공동환경평가절차서(JEAP; Joint Environmental Assessment Procedure)'등에 따라 수행한 환경조사 보고서이다. 본 보고서는 한미 주한미군 지위협정(SOFA) 관련 문서 등에 따른 협상용으로 작성되었다.

환경조사 대상지역(이하 '조사대상지역')은 행정구역상 인천광역시 부평구 산곡동 소재 캠프마켓에 위치하고 있으며, 1951년에 최초 공여되었다. 조사면적은 약 259,849 m<sup>2</sup>이다.

조사대상부지의 주요 시설은 제빵소, 사무실, 정수처리장, 헬기장, 발전소이며, 오염개연성이 있는 시설로는 주유소, 유수분리기, 보일러실, 지상형 유류저장탱크(AST; Aboveground Storage Tank), 지하형 유류저장탱크(UST; Underground Storage Tank), 도장부스, 장비점검소, 탄약저장소, 변압기, 유해폐기물 보관소, 일반폐기물 보관소 및 각종 창고 등이 있는 것으로 조사되었다.

기초환경정보(BEI; Basic Environmental Information) 및 한·미 공동 현장방문조사 결과를 바탕으로 조사대상지역 내 시설물의 위치, 오염개연성 지역, 오염물질, 전반적인 오염확산 가능성 및 향후 부지이용계획을 고려하여 환경조사 계획을 수립하였다.

토양시료와 지하수시료의 분석항목은 조사지점별 오염개연성을 고려하여 선정하였다. 이에 국내 토양환경보전법에 따라 토양오염 현황을 평가하기 위해 석유계총탄화수소(TPH; Total Petroleum Hydrocarbons), 다이옥신류(Dioxins) 등 토양오염물질 23개 항목과 화약류(TNT, RDX) 항목에 대해 분석하였으며, 지하수오염 현황을 평가하기 위하여 특정유해물질(16개 항목) 및 TPH 등을 분석하였다.

토양 및 지하수오염 현황평가를 위한 오염물질 분석은 국내 토양오염 및 수질오염 공정시험기준의 방법 및 절차를 준수하였다.

조사대상지역의 토양조사는 개황조사(654개 지점, 5,420개 시료) 및 상세조사(431개 지점, 3,524개 시료)로 구분하여 수행하였으며, 개황조사 결과 토양오염우려기준(1지역)을 초과하거나 초과할 우려가 있는 농도(중금속 및 불소는 1지역 우려기준의 70%, 유류 등 그 밖의 항목은 40% 초과)로 검출된 지점에 대하여 상세조사를 수행하여 기준 초과면적 및 부피를 산정하였다.

그리고, 지하수 조사를 위해 44개의 관측정을 설치하였으며, 2개의 기존 관측정을 포함하여 총 46개 관측정에서 총 3차에 걸쳐 120개의 지하수시료를 채취하여 분석하였다.

[표 1] 토양 및 지하수시료 지점 및 시료 수

(단위 : 개)

구 분	조사내용	조사 현황		비 고
		지점	시료	
토 양	개황조사	654	5,420	
	상세조사	431	3,524	
	계	1,085	8,944	
지하수	1차	46	46	
	2차	46	46	
	3차	28	28	
	계	46	120	

## 환경조사 결과

환경조사 결과, “1지역” 토양오염우려기준 초과항목은 석유계총탄화수소(TPH), 벤젠 (Benzene), 톨루엔(Toluene), 에틸벤젠(Ethylbenzene), 크실렌(Xylenes), 벤조[a]피렌 (Benzo[a]pyrene), 다이옥신(Dioxins), 카드뮴(Cd), 구리(Cu), 비소(As), 납(Pb), 아연(Zn), 6가크롬(Cr<sup>6+</sup>) 및 불소(F)의 14개 항목이며, “2지역” 토양오염우려기준 초과항목은 석유계총탄화수소, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 벤조[a]피렌, 카드뮴, 구리, 비소, 납, 아연, 불소의 12개, “3지역” 토양오염우려기준 초과항목은 석유계총탄화수소, 벤젠, 톨루엔, 크실렌, 벤조(a)피렌, 비소, 납, 아연의 8개 항목이다.

[표 2] 토양오염우려기준 초과 현황

(단위 : 개)

오염 항목	최고 농도 (mg/kg)	기준 초과 현황					
		1지역 우려기준		2지역 우려기준		3지역 우려기준	
		지점	시료	지점	시료	지점	시료
TPH	17,339	155	289	124	221	72	123
Benzene	33.7	13	35	13	35	8	15
Toluene	832.0	7	12	7	12	5	10
Ethylbenzene	117.8	6	6	6	6	-	-
Xylene	1,000.2	28	49	28	49	20	36
Benzo[a]pyrene	8.121	13	14	5	5	1	1
Dioxins	212.847	3	3	-	-	-	-
Cd	21.81	15	15	3	3	-	-
Cu	1,534.8	22	24	1	1	-	-
As	397.36	48	55	13	15	3	3
Pb	11,035.8	134	170	65	76	30	34
Zn	10,444.1	181	250	101	122	13	15
Cr <sup>6+</sup>	7.9	3	4	-	-	-	-
F	528	155	792	155	792	-	-
합 계		460	1,373	350	1,140	117	186

토양오염우려기준을 초과한 항목에 대해 Surfer(Golden Software Inc.)와 AutoCAD (Autodesk Inc.)를 이용하여 기준 초과 분포를 도시하였고, 기준 초과 범위 및 초과량을 산정하였다. 기준 초과 범위는 조사대상지역의 지형기복 등 지형특성을 고려하고 오염범위의 연결성과 분포의 적정성을 반영하여 조사대상지역에 한해 산정하였으며, 기준 초과 면적 및 부피는 [표 3]과 같다.

[표 3] 토양오염우려기준 초과 면적 및 부피

구분	항 목	우려기준 초과 면적(m <sup>2</sup> )			우려기준 초과 부피(m <sup>3</sup> )		
		1지역	2지역	3지역	1지역	2지역	3지역
유기 항목	TPH	29,810	20,370	8,980	50,240	34,454	13,696
	Benzene	1,870	1,870	960	4,027	4,027	1,550
	Toluene	1,790	1,790	1,270	3,200	3,200	2,190
	Ethylbenzen	310	310	-	310	310	-
	Xylene	6,510	6,510	2,490	10,870	10,870	4,470
	Benzo[a]pyrene	550	110	10	197	51	9
	Dioxins	100	-	-	5	-	-
	소계	32,470	23,650	10,020	55,912	40,761	16,423
무기 항목	Cd	2,030	130	-	335	47	-
	Cu	1,690	130	-	346	20	-
	As	5,480	1,020	100	3,829	341	15
	Pb	13,540	4,420	1,550	3,305	871	265
	Zn	23,930	6,790	460	5,800	1,472	104
	Cr <sup>6+</sup>	140	-	-	64	-	-
	F	21,630	21,630	-	30,817	30,817	-
	소계	48,000	28,760	1,880	41,036	32,802	342
중첩/합계	71,010	47,950	11,860	93,933	71,922	16,762	

※ 오염면적은 유기항목의 경우 “Kriging” 보간법으로, 무기항목의 경우 “Inverse distance to a power” 보간법으로 산정하였음

조사대상지역 내 46개 관측정에 대한 수질오염 조사결과, 18개 관측정에서 8개 항목이 지하수 수질기준을 초과하였다. 항목별로는 12개 관측정에서 석유계총탄화수소(TPH)가 오염지하수 정화기준(1.5 mg/L)을 초과하였고, 5개 관측정에서 크실렌(Xylenes) 및 트리클로로에틸렌(TCE)이 각각 지하수 생활용수기준인 0.75 mg/L와 0.03 mg/L를 초과하였다. 또한 4개 관측정에서 벤젠(Benzene)이, 3개 관측정에서 페놀류(Phenols)와 테트라클로로에틸렌(PCE)이 각각 지하수 생활용수기준인 0.015 mg/L, 0.005 mg/L 및 0.01 mg/L를 초과하였으며, 1개 관측정에서 톨루엔(Toluene)과 에틸벤젠(Ethylbenzene)이 각각 지하수 생활용수기준인 1 mg/L과 0.45 mg/L를 초과하였다.

[표 4] 지하수 기준 초과 현황

오염 항목	채취 시기	최고농도 (mg/L)	오염현황 (기준 초과 시료 수 /총 시료 수)	기준농도 (mg/L)	비고
석유계총탄화수소 (TPH)	1차	370.9	9/46	1.5이하	오염지하수 정화기준
	2차	457.1	10/46		
	3차	66.7	10/14		
벤젠 (Benzene)	1차	0.950	3/46	0.015이하	지하수 생활용수 기준
	2차	0.688	4/46		
	3차	0.023	2/6		
톨루엔 (Toluene)	1차	6.860	1/46	1이하	지하수 생활용수 기준
	2차	3.120	1/46		
	3차	0.214	0/6		
에틸벤젠 (Ethylbenzene)	1차	0.320	0/46	0.45이하	지하수 생활용수 기준
	2차	3.770	1/46		
	3차	0.384	0/6		
크실렌 (Xylenes)	1차	4.175	4/46	0.75이하	지하수 생활용수 기준
	2차	15.700	5/46		
	3차	2.075	3/6		
페놀류 (Phenols)	1차	0.145	3/46	0.005이하	지하수 생활용수 기준
	2차	0.092	3/46		
	3차	0.007	2/2		
트리클로로에틸렌 (TCE)	1차	0.940	2/46	0.03이하	지하수 생활용수 기준
	2차	2.060	3/46		
	3차	3.760	5/15		
테트라클로로에틸렌 (PCE)	1차	0.017	2/46	0.01이하	지하수 생활용수 기준
	2차	0.020	2/46		
	3차	0.022	3/15		
합 계			18/46	-	초과 관측정 수(18) 총 관측정 수(46)

조사대상지역 내 46개의 지하수 관측정에서 과불화화합물 분석을 수행한 결과, 모든 관측정에서 과불화옥탄술폰산(PFOS; Perfluorooctane sulfonate)과 과불화옥탄산(PFOA; Perfluorooctanoic acid)이 검출되었고, 두 과불화화합물 농도 합계는 2.228 ~ 1,177.524ng/L 수준이었다. 46개 관측정 중 9개 관측정에서 먹는물 수질감시항목 감시기준과 미국 권고기준인 70 ng/L를 초과하였다. 최고농도는 CMDW033 관측정에서 PFOA는 402.140 ng/L이고 PFOS는 775.384 ng/L로서 합계 농도는 1,177.524 ng/L이다.

현장조사를 위한 물리·화학적 현장특성 인자를 구하기 위해 75개 지점에서 심도별로 총 251개의 토양시료를 조사하였다. 조사대상지역의 토양 pH 범위는 4.6~11.7이며, 251개 토양시료 중 113개 시료의 pH가 6.5 이하로서 대체로 약산성 상태이다. 유기물함량은 0.0~6.2%, 수분함량은 2.3~48.8%(w/w) 범위를 나타내었다. 양이온치환능은 3.00~36.35 cmol/kg 범위였으며, 그 중에서 10 cmol/kg 이상인 토양시료는 200개로 대체로 중간에서 높음의 수준을 보였다. 양이온치환능이 높은 토양일수록 중금속이 토양에 잘 흡착되어 이동성이 낮은 특성이 있다. 진비중 범위는 1.78~3.75 g/cm<sup>3</sup>이며, 진비중의 경우 광물질 토양의 진비중 범위와 유사하였다. 그리고, 토성은 251개 토양시료 중 162개 시료가 사양토(Sandy loam), 사질식양토(Sandy clay loam) 및 식양토(Clay loam)로 나타나 이 3종의 토성이 주를 이루었다.

조사대상지역의 수리지질학적 특성 분석을 위해 지형특성을 고려하여 28개 관측정을 선정하여 순간수위변화시험을 수행하였다. 조사결과, 조사대상지역의 수리전도도는 Bouwer-ricce법 기준으로  $1.48 \times 10^{-3} \sim 5.69 \times 10^{-2}$  cm/sec 범위로 나타났다. 평균 수리전도도는  $1.37 \times 10^{-2}$  cm/sec로 산정되었고 수리전도도 기하평균값의 지수값이  $10^{-2}$  cm/sec 수준으로서 조사대상지역은 등급이 잘 된 모래 또는 자갈(Well sorted sands, Gravel)이 우세한 매질인 것으로 나타났다.

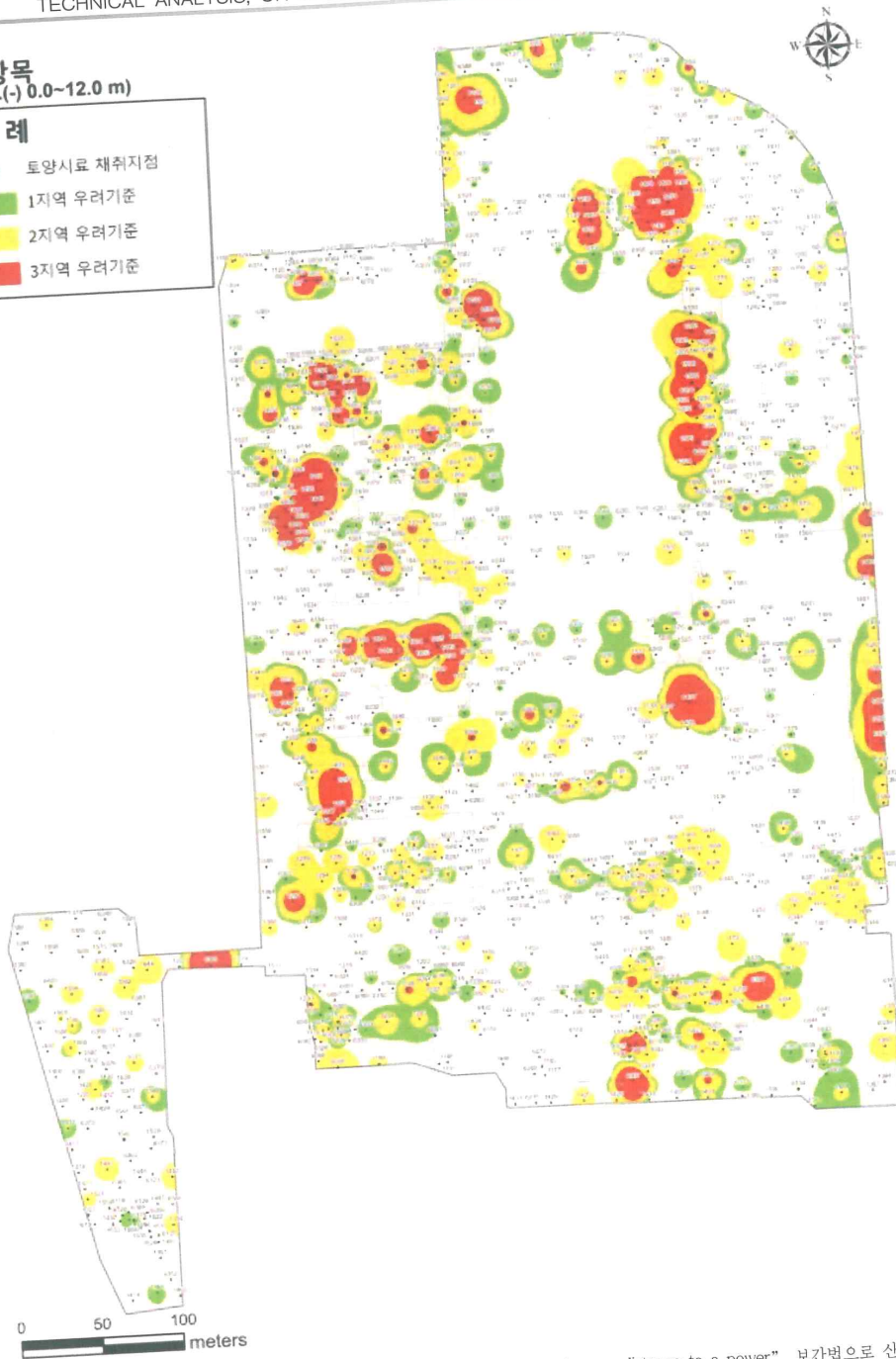
기초환경정보와 조사대상지역 내 토지 이용현황, 토양시료 채취 등 작업 과정에서 얻은 정보를 바탕으로 폐기물 매립의 가능성이 있는 13곳을 선정하여 GPR 탐사를 통해 G.L.(-) 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, 2.5 m에 분포하는 매설물들의 이상신호를 분석하였다. 각 구역별로 이상신호가 감지된 심도를 확인할 결과, 5개 구역은 G.L.(-) 2.0~2.5 m, 4개 구역은 G.L.(-) 2.5 m로서 주로 G.L.(-) 2.0~2.5 m 부근에 액체물질이 포함된 잡석과 같은 고체물질들이 부분적으로 분포할 가능성이 있을 것으로 추정된다. 그러나, 조사대상지역의 암반층의 위치 및 지하수위 분포, 토양시료 채취과정에서 확인한 지질 및 지하상황을 종합적으로 고려하였을 때 폐기물이 매립되었을 가능성은 낮은 것으로 판단되었다.

U.S. FORCES KOREA DOES NOT ENDORSE NOR CONFIRM THE METHODOLOGY, TECHNICAL ANALYSIS, OR CONCLUSIONS OF THIS ROK GOVERNMENT REPORT

전향목  
(G.L.(-) 0.0~12.0 m)

범례

- 토양시료 채취지점
- 1지역 우려기준
- 2지역 우려기준
- 3지역 우려기준



※ 오염면적은 유기항목의 경우 “Kriging” 보간법, 무기항목의 경우 “Inverse distance to a power” 보간법으로 산정

(a) 중첩도 - 전향목

[그림 2.2-2] 토양오염우려기준 초과 중첩도 (계속)

U.S. FORCES KOREA DOES NOT ENDORSE NOR CONFIRM THE METHODOLOGY, TECHNICAL ANALYSIS, OR CONCLUSIONS OF THIS ROK GOVERNMENT REPORT