



逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：Love Canal

作者：鄭羽書、林欣穎、高孟伶、陳雅馨、蔡維馨、藍茜茹、陳佩玉

系級：環境工程與科學學系 三年甲班

學號：D9278915、D9477273、D9421923、D9421682、D9421635、

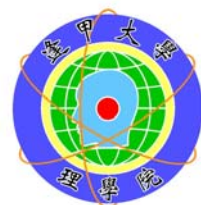
D9421707、D9422028

開課老師：張立德

課程名稱：環境衛生學

開課系所：環境工程與科學學系

開課學年：九十六學年度 第一學



中文摘要

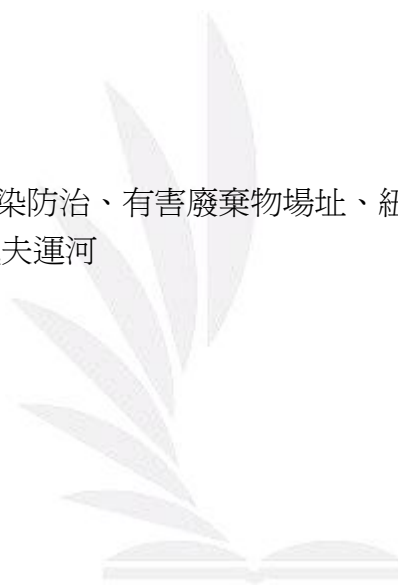
西元 1890 年美國紐約州尼加拉瀑布開鑿一條長 457 公尺、寬 30.5 公尺、深則有 3 到 5 公尺的運河(Love canal)以供水利之用，在西元 1900 年左右乾涸而遭棄置，由 Hooker 化學塑膠公司取得擁有權。

西元 1942~1953 年 Hooker 化學塑膠公司傾倒近 22000 噸的有害事業廢棄物於河渠中，其中甚至包含三氯酚、靈丹、戴奧辛和多氯聯苯…等有毒物質。而後此地經填土後贈與教育機構，並以一美金的代價以獲得日後責任的免除權，此地後來發展為住宅區並有一間小學。

西元 1970 年開始爆發一連串環境污染和健康問題，於西元 1978 年紐約州政府封閉此區，展開一連串的調查研究，並於西元 1980 年國會正式通過超級基金法案。Love canal 為第一個有害廢棄物的污染場址。

關鍵字：

Love canal、土壤地下水污染防治、有害廢棄物場址、紐約愛運河、超級基金(superfund)、樂甫運河、臘夫運河



目次

壹、	背景	3
貳、	事件爆發	3
	一、環境問題	3
	二、健康問題	3
參、	研究調查	3
	一、流產與畸胎	3
	二、肝功能	4
	三、血液中的汞含量	4
	表 1. 為Love canal被檢測出之各項污染物濃度	4
	表 2. 為其 10 種化合物之監測數據結果：	5
	表 3. 為孕婦居住地與流產、畸胎的研究資料	6
肆、	應變措施	6
伍、	整治	7
陸、	社會衝擊	8
柒、	超級基金	8
	一、污染整治前之因應作業	9
	二、整治方案及計畫書之建立與確立	9
	三、執行整治工作	9
	四、長期操作維護	9
	參考文獻	10

壹、背景

位於紐約州北部的尼加拉瀑布市的 Love Canal，在還未受污染之前是一條供水利之用的運河，廢棄後一開始被當地居民用來作為棄置一般廢棄物的場所，但在 40、50 年代 Hooker 化學塑膠公司在該區隨意傾倒了約 22,000 公噸具有高毒性及致癌性的化學廢棄物(例如：多氯聯苯、殺蟲劑、戴奧辛…等)，之後在廢棄物上覆蓋了一層黏土層和表土做掩護以及幫助植物生長，所以當地的居民甚至政府都不知道其實這片區域已經遭受嚴重的化學污染。

1953 年 Hooker 化學工廠將此區廢棄物掩埋地以一元美金的代價賣給當地的教育機構，並要求對將來可能發生的災害可以免除法律責任，隨後該地區經過政府積極建設開發為住宅區，並有九百多戶住家及一間小學。

1976 年開始爆發出一連串的環境問題以及健康問題，一開始政府及化學塑膠公司不斷的逃避責任，後來在當地居民自立自強、不斷抗爭之下，才迫使美國政府出面解決，並訂定出相關的法律條文。

貳、事件爆發

一、環境問題

1976 年開始，當地居民開始發現空氣中瀰漫著一股刺鼻的惡臭味，甚至在住家地下室的雨水收集管中以及花園和草地上都發現不明的黑色濃稠液體流出。除此之外，地面上也漸漸暴露出裝著廢棄物的鐵桶，因此才爆發出整個事件。

二、健康問題

伴隨著環境問題的浮現，當地居民同時也注意到，他們所居住的社區對於某些疾病有異常的發生率，於是開始調查各項疾病在當地的發生率。

調查結果發現社區的流產率高達 29.4%，且每 24 個新生兒當中就有 5 個有缺陷，也就是畸形兒。其他還包括：子宮病變、支氣管炎、癲癇症、泌尿器官的疾病…等。

參、研究調查

起初根據化學物質的特性與其進入人體後導致的症狀與反應，研究人員在當地選擇了四項健康指標：流產率、畸胎率、肝功能與血液中的汞含量，作為主要研究的依據。

一、流產與畸胎

主要成因為婦女懷孕期間接觸到特定的化學藥劑，就當時在藥理學的研究發展中，可歸類出數種疑似導致流產和畸胎的化學物質。藉此，可推斷出這些特定的化學製品被掩埋於此。

統計懷孕婦女居住地(運河北或南)，比較懷孕過程住所的變動，證實居住在運河附近(特別是運河南邊)的流產率與畸胎率特別高，原因可能為運河南邊掩埋了苯的化學物質，苯會影響細胞分裂，進而導致畸胎發生。且居住在距離運河愈近、時間愈久，流產與畸胎的風險為正常者的 4~1000 倍。

二、肝功能

選擇肝功能作為研究的指標是因為研究推斷有數種化學物質會導致肝癌或對肝臟造成直接的傷害。已分析的 2,800 個血液樣本中，未發現疾病發生和居住地點及運河距離之間有任何關係。

三、血液中的汞含量

汞是已確定會導致畸胎發生的物質，且容易經由血液檢測出，但是在早期調查階段居民的檢驗報告均無異常。

表 1. 為 Love canal 被檢測出之各項污染物濃度

化學物質	水體及滲出液	空氣	土壤及底泥
Benzene	ID*	552.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0.1~0.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$
α - Benzene Hexachloride	3.2 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.002~0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ID
β - Benzene Hexachloride	38 $\mu\text{g}/\text{L}$	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ID
δ - Benzene Hexachloride	6.9 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ID
γ - Benzene Hexachloride	50 $\mu\text{g}/\text{L}$	ID	20 mg/kg
Carbon Tetrachloride	ID	5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Chlorobenzen	10 mg/L	0.1~172 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.4~2.9 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Chloroform	0.2~3.9 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.5~24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.2~2.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Chlorotoluene	75 mg/L	0.008~76500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ID
Dichlorobenzen	3 mg/L	<0.3~1003.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	240 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Dichloroethane	0.2~4.8 $\mu\text{g}/\text{L}$		<0.4~2 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Dichlorotoluene	95 $\mu\text{g}/\text{L}$	<18~74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
1,3-Hexachlorbutadiene		22~114	
Pentachlorobenzen	2.5 mg/L	0.5 mg/m ³	58 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Tetrachlorobenzen	5 mg/L	0.01~74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11~100 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Tetrachloroethylene	<0.3~0.8 $\mu\text{g}/\text{L}$	<0.2~52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<0.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Tetrachlorotoluene	1 mg/L	<0.01~0.97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ID
Triachlorobenzen	52 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.03~84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	36~64 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Trichloroethylene	52 mg/L	73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ID
Trichlorophenol	0.1~1.3 $\mu\text{g}/\text{L}$	ID	0.5~90 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Trichlorotoluene	34 mg/L	0.05~43.7	ID
Toluene	250 mg/L	0.1~6.2 mg/m ³	<0.1~104 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Dioxin(TCDD)	1.4~5.1ppt		<2ppt~312ppt
1,2-Dichloroethylene	0.1~0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$	334 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
PC3	0.64 mg/L		2~6ppm
Methylene Chloride	<0.3~0.3 $\mu\text{g}/\text{L}$	<0.7~11.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Bis(2-ethylhexyl)Phthalate	8.1~24 $\mu\text{g}/\text{L}$		

ID*有檢出但未定量

取自環境荷爾蒙管制,陳永仁,2001,p190~p204

1978年從Love Canal附近家庭住戶中隨機選取88個家庭做為空氣品質監測的樣本做更進一步的研究調查。

表2.為其10種化合物之監測數據結果：

(其中七項含苯之化學物質是動物與人類的致癌物質)

化合物	家庭中的發現次數	總抽樣家庭百分比	觀察到的最高濃度
三氯甲烷	23	26	24 ug/m ³
苯	20	23	270 ug/m ³
三氯乙烯	74	84	73 ug/m ³
甲苯	54	61	570 ug/m ³
四氯乙烯	82	93	1140 ug/m ³
氯苯	6	7	240 ug/m ³
氯甲苯	32	36	6700 ug/m ³
m+p 二甲苯	35	40	140 ug/m ³
o-二甲苯	17	19	73 ug/m ³
三氯苯	11	13	74 ug/m ³

取自 http://www.health.state.ny.us/environmental/investigations/love_canal/lctimbmb.htm

1978年6月流行病學研究為了確定居住鄰近於Love Canal的居民是否會存在某一特定潛在的健康風險，於是利用自發性流產與先天的缺陷做為潛在毒性的指標。

根據孕婦之年齡、懷孕的次數與自發性流產次數的資料顯示，可觀察與預測到女性居住於Love Canal會因所處的區域不同、懷孕之平均年齡、居住時間之長短和屋齡，而產生下列不同程度之影響：

1. 居住於運河北部與南部的居民的自發性流產約為1.5次，略高於期望值。
2. 第99街南部居民之自發性流產狀況較為顯著。
3. 第99街北部與第97街北部和南部區域的流產經驗是可被預測的。
4. 自發性流產大部分的發生時間是在夏季6到8月這段期間。
5. 發現了五位先天畸型的小孩，現今仍居住於Love Canal附近，其中有一位是居住於第99街南部，一位是居住於第99街北部最後一位則是居住於第97街南部。
6. 比較居住於Love Canal附近之第99街與第97街女性曾懷孕的平均年齡。第99街女性的居住時間為16.5年；第97街則為10.8年。
7. 第99街南部的平均屋齡為26年、第99街北部為21.6年；第97街北部為18.6年、第97街南部則為13.6年。

推測Love Canal南部掩埋了較多含苯之化學物質，導致居住於運河南部婦女流產之比率與畸形兒比例較其他地區來的顯著。

表 3.為孕婦居住地與流產、畸胎的研究資料

孕婦居住地與流產、畸胎的研究資料		
地點	南	北
懷孕婦女人數	17	24
懷孕總次數	38	43
流產婦女人數	6	6
流產總次數	9	8
新生兒人數	30	35
死胎總數	0	0
畸形兒數	4	1
雙胞胎數	1	0
第一次懷孕平均年齡	27.9	28.0
婦女流產百分比	35.3	25.0
畸形兒百分比	13.3	2.9

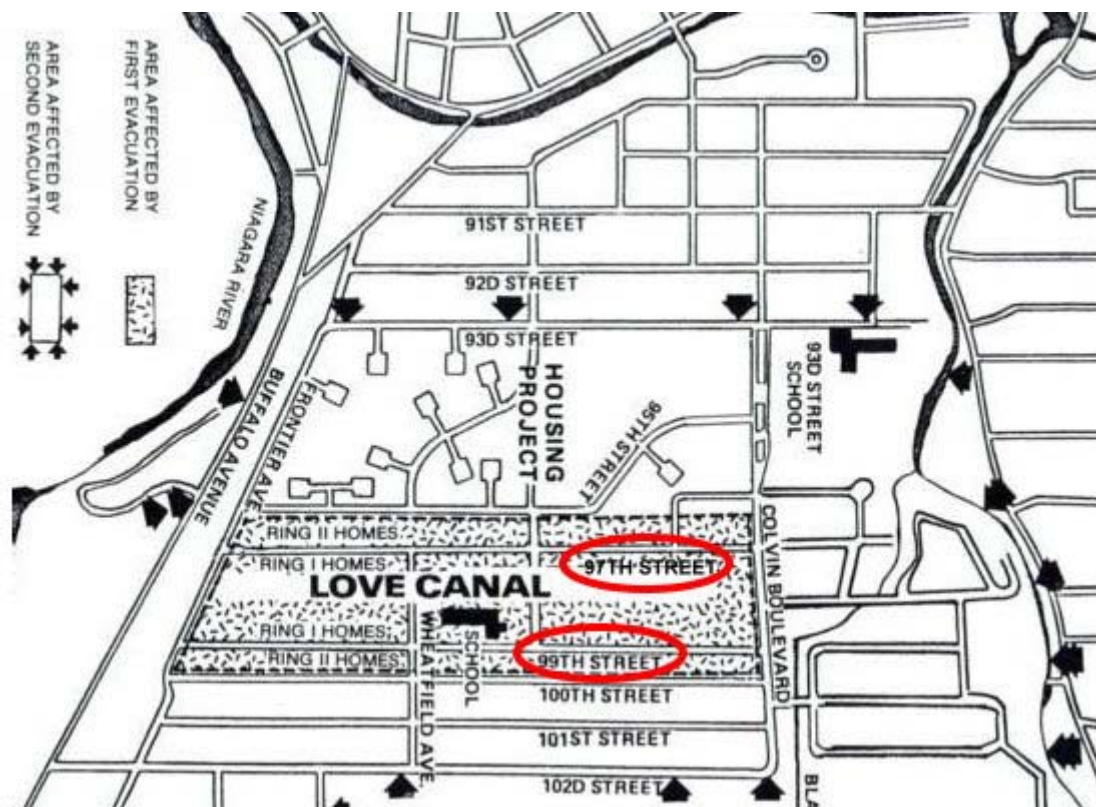
取自 http://www.health.state.ny.us/environmental/investigations/love_canal/lctimbmb.htm

肆、應變措施

Love Canal 在 1942 年到 1953 年之間被當作廢棄物棄置場，之後就被當作一般住宅用地來使用。直到 1978 年，發現地上存在許多化學廢棄物的桶子，而許多小朋友都在這樣的土地上玩耍，紐約州衛生局認為事態嚴重，便封閉國民小學以及小朋友的遊戲場所，同時也要求 Hooker 化學塑膠公司交出當初傾倒的物質清單。

衛生局發現這些化學物質具高毒性且不易被分解，嚴重的是，這些污染物可以經由下水道逕流、地下水滲出及流動、以及開發時土壤的遷移，而使這些污染物擴散開來。紐約州政府也了解這件事情的嚴重性，任命各單位一起成立緊急應變小組，立即解決三大問題：

1. 疏散及安置當地受害民眾(以交通局為主)
2. 緊急興建排水收集系統，防止有害毒性物質流出 (以環保局與市政府為主)
3. 環境採樣和相關健康研究(以衛生局為主)



取自 Love Canal: My Story , Lois Marie Gibbs, Murray Levine,1982

伍、整治

Love Canal 長 457 公尺、寬 30.5 公尺、深則有 3 到 5 公尺，裡面埋了超過 100 種有害物質，因為當時美國聯邦環保署無法確保整治工作的安全性，認為即使挖除汙染物之後，也沒有適合的去處，於是決定不做完全的移出、另找他處儲存或是焚化等處理。

Love Canal 整治的重點包括：

1. 防止雨水和地下水與汙染物接觸
2. 防止掩埋體之
 - (1) 滲出水流出
 - (2) 汙染地下水
 - (3) 蒸發
 - (4) 地表逕流
3. 收集掩埋體的滲出水並儲存
4. 設置汙水處理廠，利用沉澱、過濾以及活性碳吸附汙染物

先在掩埋體的周圍建造滲出水收集系統和阻隔排水系統，目的是阻絕滲出水向外滲透，並經由這兩個系統做有效的系統收集。

Love Canal 的掩埋面積 14 萬平方公尺，1980 年環境保護局在上面覆蓋 1 公尺高、面積為 18 萬平方公尺的黏土層，目的是防止揮發性物質的蒸發與人類的誤觸。1981 年加蓋一層塑膠膜，面積擴增為 32 萬平方公尺，連房子裡面的地下室

也一並覆蓋。1985 年起，環境保護局在周圍設置 100 個地下水監測井，部分監測滲出水收集系統的效果，另一部份監測地下水污染狀況。

環境保護局要求污染者 Hooker 化學塑膠公司，在此興建污水處理系統來負責處理，其系統包含收集、儲存、沉澱、過濾以及活性碳吸附移除有機性污染物，並用過氧化氫除去活性碳上的硫化氫，若符合排放標準的水，則併入尼加拉瀑布市的下水道系統，一起處理。

該地區原本就有設置下水道系統，部分污染物的滲出液流入鄰近地區的下水道以及附近的水溝，而在當初興建房子的時候，曾將部分泥土移除，不知情的民眾又拿來利用，使得污染物擴散到附近社區。

污染物的清除工作一直持續到 1992 年，附近野溪底泥以下 46 公分、兩岸 15 公分全部挖除，並以高溫焚化及安全掩埋處理。目前有害廢棄物棄置場所的整治方法，都類似於本事件的處理方式，也就是就地封閉改善，將污染物固定，防止與外界任何的接觸，以及二次污染。但是在當時在處理此事件時，防止二次污染的技術尚未成熟，所以須進行長期監測的工作。

陸、社會衝擊

此次 love canal 事件經由居民和媒體的大規模宣傳，當時除了對當地居民造成恐慌外，更引起國家和民眾對毒性化學物質和有害事業廢棄物的注意，且對美國國會以及白宮形成一股壓力，促使政府立法保障人民知的權利，也就是工廠排放出污染物和廢棄物時，必須告知人民其中所含的成分和危險性，當然還促成超級基金法案的形成。而 Hooker 化學塑膠公司因為事件發生後試著替自己的責任開脫，因此也遭到社會大眾的撻伐。

柒、超級基金

美國環境保護署（USEPA）很早的時候便已設立有害廢棄物管理法(RCRA)來適當管制工業製程產生之有害廢棄物，但對於包含 Love Canal 在內，從 1970 年代起陸續發現的大量有害廢棄物污染場址，所造成之嚴重環境及健康危害在當時卻沒有任何的相關法令可以管理規範。

Love Canal 事件的影響導致 1980 年美國國會針對國內大量棄置有害廢棄物的污染場址，通過了「全面性環境應變補償及責任法(CERCLA)」，該法案包含有害廢棄物污染場址的明確定義、污染場址之清理或整治工程費用的責任歸屬，以及評估污染場址受損程度之方法和整治工程之申報程序。法案中並設立了一筆 16 億美元的基金，專門處理有害廢棄物污染場址和週遭環境之土壤及地下水污染，由於金額龐大被稱為「超級基金」。

超級基金的運作方式如下：

- 一、污染整治前之因應作業
 - I. 污染場址之初步評估
 - II. 污染場址之相關調查
 - III. 危害評分系統(HRS)
 - IV. 國家優先名單(NPL)

污染場址之評估和調查作業完成後，確立需要整治的超級基金場址清單，同時透過危害評分系統(HRS)將各個場址對環境及人類健康危害潛力做出排序，建立國家優先名單(NPL)，根據這份名單來決定超級基金投入整治的先後順序。

- 二、整治方案及計畫書之建立與確立

針對污染場址之特性提出不同整治替代方案，並進行方案的可行性以及風險等相關分析與評估，從中選擇出最佳方案(整治計畫書)，將相關資料公告讓居民參與討論及建議，最後決定最佳方案並完成決策記錄，概述整治方案的目標、運用之技術和其原理以及結果分析。

- 三、執行整治工作
 - II. 整治設計
 - III. 整治行動

利用決策記錄中的相關資料，進行整治計畫的設計和各項工程，並徹底實行計畫中的各個事項。

- 四、長期操作維護

進行長期的操作維護和五年的觀察保護。

另外「超級基金」有效期限原本至 1986 年為止，但因為有害廢棄物產生的污染問題日漸嚴重，因此美國國會於 1986 年 10 月通過『「超級基金」修正與再授權法(SARA)』以及「緊急規劃及社區知之權利法(EPCRA)」，新的法案提高基金的額度至 85 億美元，同時設立了污染場址的相關資訊機制，讓民眾對於美國國內列為管制中的污染場址更為瞭解，同時也讓污染場址的管理更完善。

參考文獻

1. 危機 36 矩陣式管理策略分析,詹中原,2004,p193~p195
2. 環境荷爾蒙管制,陳永仁,2001,p190~p204
3. 不明來源廢棄物之現場調查,林啓燦,1998,p7~p8
4. FAILED TECHNOLOGY: TRUE STORIES OF TECHNOLOGICAL DISASTERS, Fran Locher Freiman and Neil Schlager,1995, p318~p325
5. Love Canal: My Story, Lois Marie Gibbs, Murray Levine,1982
6. <http://hk.youtube.com/user/ADSHT>(影片來源)
7. <http://sgw.epa.gov.tw/public/0701.asp>
(行政院環保署/土壤及地下水整治網)
8. US EPA 1998(美國環保署)
9. <http://www.epa.gov/history/timeline/80.htm>
10. http://www.health.state.ny.us/environmental/investigations/love_canal/lctimbmb.htm
11. <http://env.people.com.cn/BIG5/41909/42116/3264710.html> (人民網)
12. <http://wordpedia.eb.com/tbol/article?i=105091&db=big5&q=Love+canal>
(Britannice Oline 線上大英百科)