

施設や技術の安全の考え方

2012年1月29日

横田 勇
(静岡県立大学 名誉教授)

0. 本資料の構成

- 1. ごみ処理施設＝迷惑施設に関する歴史を紐解く**
- 2. 科学技術の安全性についての基本的な考え方**

1. ごみ処理施設＝迷惑施設に関する歴史を紐解く

(1) 汚物掃除法

1900年～

明治33年(1900年)汚物掃除法が成立した。衛生的な観点から、当時ごみに対する最大の関心事は伝染病の予防であった。法律で汚物処理は市の義務になったとはいえ、実際の業務は競争入札で不当に安い請負金額の収集運搬業者が落札したため、衛生上の問題は解決しなかった。

塵芥取扱場でのごみの区分け

ごみは**塵芥取扱場**で

肥料芥...肥料として有効利用できるもの
(船で千葉へ輸送、農家に売却)

有価物...肥料以外で再利用できるもの
(作業員が売却)

捨芥.....利用できないもの

の三種類に分けられた。

露天焼却

民営による低価格低サービスの欠点を解消するため、ごみ収集の直営化が進んだ。都市化の進展につれてごみの運搬は停滞しがちでそのあとの処理も単に埋め立てるだけ。明治43年(1910年)には**露天焼却**と呼ばれる処理方法が行われるようになった。

用地取得に26年

しかし、露天焼却は悪臭猛炎を出し、批判の的となった。そのため、ごみ焼却場の建設を計画し、用地取得に向かうが、反対論が続出し、東京市では**用地取得に26年かかって**、昭和4年(1929年)にようやく**市営ごみ焼却場が完成**した始末。

日本の最初のごみ焼却場 (1900年頃)

「大日本私立衛生会雑誌」によれば、明治33年末、52の市と26の町についてごみ処理実態調査した結果、当時ごみ焼却場を所有していたのは、実験中の横浜市を入れて、福井県敦賀町(明治30年建設)を筆頭に、福井市、金沢市、富山市、有田、伊万里、古城、武雄の各町、長崎、宇都宮、静岡、仙台、盛岡、米沢、鳥取、高松、鹿児島 of 各市のみであり、全部で13市5町にすぎない。

ごみ焼却場建設は 東京より大阪が早い

- 焼却場のない東京都は、捨芥は露天焼却後海岸埋立、厨芥は肥料に転用していた。姫路市や弘前市では仮焼却場を設け、新潟市や名古屋市では請負人が焼却していた。大阪市は肥料への転用のほか海洋投棄をしていた。その結果堺市や神戸市にごみが漂着し、頻繁に抗議を受けたため、大阪市は明治36年に焼却場を2つ建設し、大正5年(1903)にはこれらを壊して木津川河口に新たに2箇所焼却場を建てた。

行き場の無い方が合意が早い

- 大阪市の木津川焼却場では大正8年(1919)に発電や乾留などのごみ焼却実験も行い、その実験の技師の1人岩橋元亮を東京市が迎え、深川塵芥処理工場を完成したのが、昭和4年であった。東京は大阪に比べ焼却場建設が4半世紀も遅れた。東京市はその間ずっと、露天焼却したごみを埋立ててきた。遠浅の広い公有水面があったからできたことだがその事が結果的に、東京市の焼却場建設を遅らせた。

ごみ焼却場＝迷惑施設の始り

- 大正12年(1923)の関東大震災により、東京市から隣接各町に移り住む人々が急増し、隣接各町のごみ量も急増したため、大正末期から昭和初期には、隣接各町でごみ焼却場建設が東京市より早く進んだ。渋谷町にも警視庁の「絶対に無臭無煙たるべきこと」という条件付きでごみ焼却場ができたが、大正14年11月に試験運転したところ、“もうもうたる黒煙と烈しき臭気”に見舞われた(東京日日新聞)という。以後「ごみ焼却場の無臭無煙」を信ずる者はいなくなり、目黒町とのごたごたの挙句昭和7年渋谷町のごみ焼却場は廃止となった。

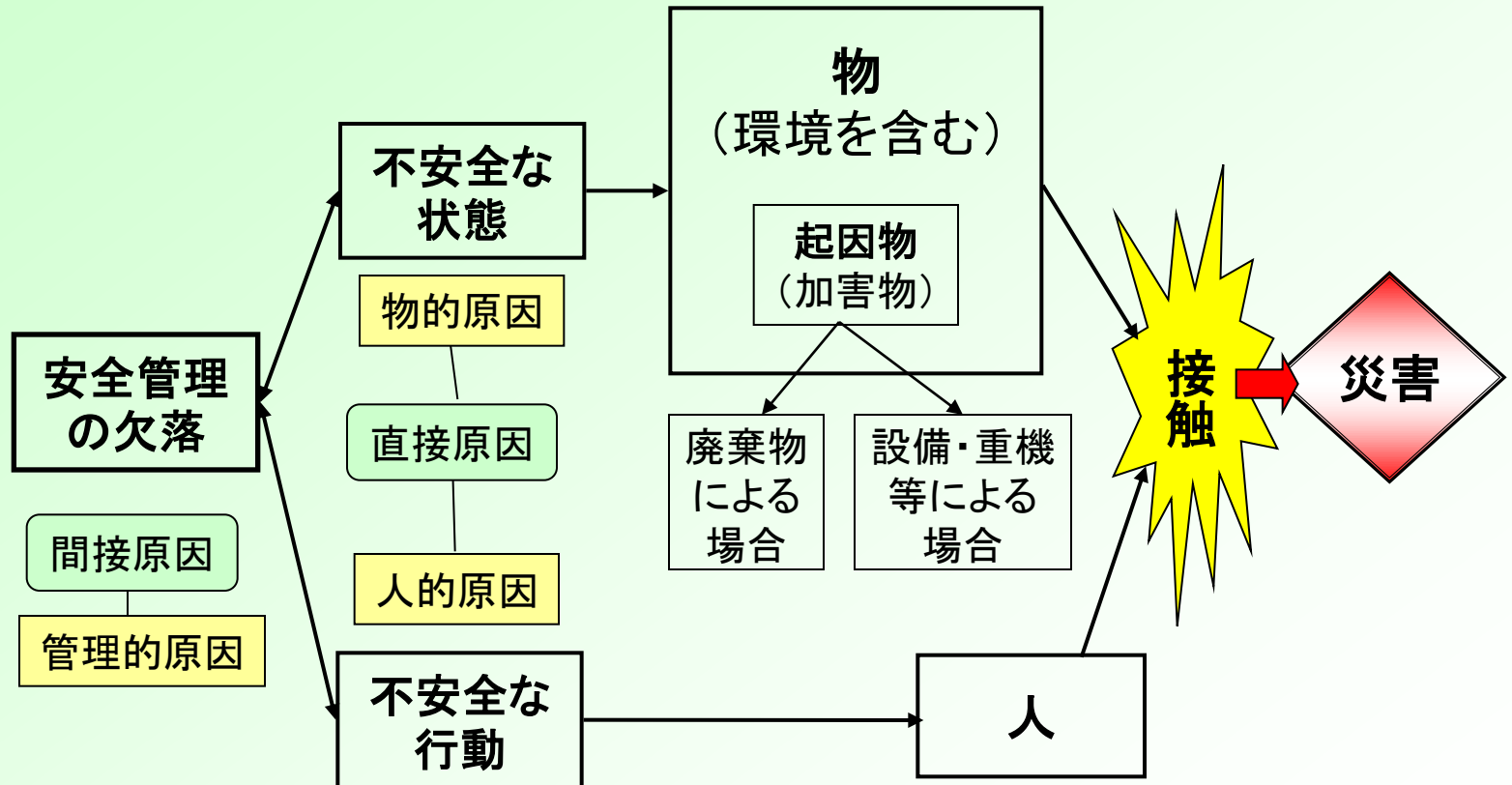
2. 科学技術の安全性についての 基本的な考え方

- **安全性の種類**

施設内の安全(事故防止)

施設外の安全(公害防止)

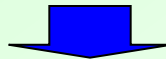
災害発生のおきみ



災害防止対策の有効性

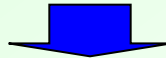
1 設計や計画の段階における危険性又は有害性の除去又は低減

危険な作業の廃止・変更、危険性や有害性の低い材料への代替、より安全な施工方法への変更等



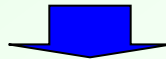
2 工学的対策

ガード、インターロック、安全装置、局所排気装置、防音囲いの設置等



3 管理的対策

マニュアルの整備、立ち入り禁止措置、ばく露管理、教育訓練等



4 個人用保護具の使用

上記1～3の措置を講じても、除去・低減しきれなかったリスクにのみ実施

高

低

施設外の安全性担保

- 公害防止基準
- 環境基準と排出基準の考え方
- 効率性との関係

時間しか解決方法のない災害 ＝放射性物質による災害

- 原子核反応と化学反応の違い

原子は原子核と電子のクーロン力による結合状態であり、原子核は核力による結合状態である。陽子間にはクーロン斥力が働いているにも拘わらず核がばらばらにならないのは、核子同士を結びつける核力がクーロン力よりも約100倍も強い引力だからである。核力は短距離力^{註)}であり、飽和性を持つので、1個の核子に働く核力は核の大きさによらず一定である。他方、クーロン力は遠方まで及ぶ。そのためクーロン斥力の合力は、陽子数つまり原子番号 Z とともに大きくなり、 $Z \simeq 100$ で核力と同程度となり、 $Z > 100$ では核力の引力を上回り、もはや結合不可能になる。原子番号が100を超えると安定な原子核が存在しないゆえんはここにある。

^{註)} 核力の到達距離 $\simeq 10^{-15}\text{m}$ 、原子核の大きさ程度

アインシュタインの有名な式

$$E = M c^2$$

- 安定な原子核の質量 M は、構成核子の質量の和より少し小さい。質量 M の原子核の静止状態でのエネルギーは $E = M c^2$ である。原子核の結合エネルギー B とは、安定な原子核の構成核子をばらばらな静止状態に引き離すのに必要な最小限のエネルギーである。すなわち、

$$M c^2 + B = \{Zm_p + (A - Z)m_n\} \times c^2$$

$$\therefore B = \{Zm_p + (A - Z)m_n\} \times c^2 - M c^2$$

$B/c^2 = \Delta m$ を質量欠損という。

$$B/c^2 = \Delta m = \{Zm_p + (A - Z)m_n\} - M$$

ここに、

A: 質量数

Z: 陽子数

m_p : 陽子の質量

m_n : 中性子の質量

c : 光速度

である。

原子核の結合エネルギー

原子核	B	B/A	原子核	B	B/A
• ^2H	2.2	1.1	^{13}C	97.1	7.5
• ^4He	28.3	7.1	^{14}N	104.7	7.5
• ^6Li	32.0	5.3	^{16}O	127.6	8.0
• ^{10}Be	64.7	6.5	^{19}F	147.8	7.8
• ^{12}C	92.2	7.7	^{20}Ne	160.6	8.0

単位 (Mev) $1 \text{ Mev} = 10^6 \text{ ev} = 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

- B/A は核子1個当たりの結合エネルギーであり、核子数によらずほぼ一定である。質量数が50～60の核が最も安定である。

- 原子の場合も原子核と電子がクーロン引力で結合しているから、原子の質量は原子核と電子の質量の和よりイオン化エネルギー($B=13.6\text{eV}$)分(エネルギー換算で $\Delta m = 2.4 \times 10^{-35}\text{kg}$)だけ軽くなっている。しかし、この値は原子の質量どころか電子の質量($m_e=9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$)に比べてはるかに小さく無視しうる。

核子の飛び出しエネルギーは原子の イオン化エネルギーの百万倍

- これに対して原子核1個当りの結合エネルギー B/A は7MeV程度(質量換算 $\Delta m = 1.7 \times 10^{-29} \text{kg}$)となり、核子1個当りの質量 $B/A = 1.7 \times 10^{-27} \text{kg}$)に比べて無視できない。
- これは、原子核と電子との結合エネルギーに比べて原子核内の核子同士の結合エネルギーは100万倍大きいことに起因する。

放射性セシウムの由来

- ウランは重く核子1個当たりの結合エネルギーが小さいので、少しのエネルギーで核分裂する傾向にある。中性子1個を吸収したときに放出されるエネルギーが $B=6.4$ Mevであり、核分裂に要する分裂エネルギー 5.3 Mevより大きいので ^{235}U は核分裂し、1個につき 200 Mevのエネルギーを出す。その分裂してできた原子核がセシウム(^{137}Cs)である。セシウム137は半減期30年と長い。

ありがとうございました。