

放射線管理技術 및 最近動向

- De Minimis 線量을 中心으로 -



韓國에너지研究所
放射線安全管理室長 河正雨

GENERAL APPLICABLE minimis DOSE

1. 序論

放射線防禦規制機關은 一般國民構成員들이 關心을 가지지 않아도 될만큼의 낮은 放射線準位가 存在함을 認定하고 있다. 만일 規制機關들이 一般的으로 適用 가능한 de minimis 線量을 設定하였다고 하면, 運轉施設로 부터 放射能의 日當의 放出量에 대한 規制對像에 속하지 않는 限度의 設定이 可能할 수 있고, 少量汚染된 物質의 放射能에 대한 免除準位도 設定하여 無制限 再使用과 一般國民들에 대한 販賣나 非放射性廢棄物의 廢棄를 許容할 수 있도록 할 수 있을 것이다. 그래서 de minimis의 重要한 利得은 一般國民들에 대한 保健risk에서 극히 적은 減縮에 該當하는 水準에서 放射線피폭을 管理하는데 必要한 費用을 節減할 수 있다는 것이다.

2. De minimis 線量 概念

de minimis의 概念은

- (1) 피폭의 모든 線源으로 부터 받을 수 있는 容認되는 線量(acceptable dose)에 대한 限度(limit)
- (2) 特殊慣行(practices)으로 부터 받을 수 있는 線量에 대한 限度
- (3) 國民피폭減縮에 ALARA 原則 適用하는 것을 包含한 一般國民의 放射線防禦의 其他 다른 側面과 關聯하여 理解하는 것이 最上이다.

A. Limit on acceptable dose from all sources

線量限度(Dose Limit, DL)

一般國民의 모든 個個人들에 의하여 容認(acceptable) 될 수 있는 incremental risk에 대한 限度를 나타내는 것.

Table 1. The current limits for members of the general public

Limit	ICRP-26	U.S.A.
Annual Dose over a lifetime	1 mSv*	N/A
Annual Dose in any year	5 mSv*(0.5rem)	5 mSv*(0.5rem)

*: means the sum of the committed effective dose equivalent from internal exposure and the effective dose equivalent from external exposure.

B. Limits on dose from specific practices

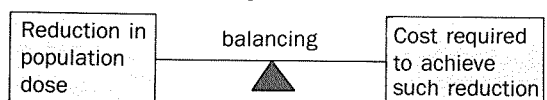
特殊行爲(specific practice)에 대한 基準은, 利用할 수 있는 技術로 一般國民에 대한 health risk를 減縮시키어 dose limit를 達成하는데 所要되는 費用을 考慮하였을 때, 그 dose limit가 "reasonably achievable"하다고 規制機關이 判斷하는 것을 말한다. 그래서 dose limit는 ALARA principle을 基準設定에 適用하는 것이라고 볼 수 있을 것이다.

現行基準(例)

- (1) annual dose equivalent to whole body : 0.25 mSv(25 rem)
- (2) remedial action standard for inactive U processing site : >0.25 mSv(25 rem)
- (3) interim standard for radioactivity in drinking water : 0.04 mSv(4mrem)

C. Application of the ALARA principle to public exposures

(1) ALARA principle



(2) ALARA principle의 public exposure 管理에의 適用例

- a. radiation protection standards.
- b. standards for the design of nuclear power plant.
- c. the operation of near- surface disposal facilities for radioactive wastes.

ALARA principle은 規制關心 以下 혹은 免除放射能 決定에 一般의으로 適用할 수 있다. 放射能의 免除準位(exempt levels)는 이 免除準位와 關聯된 線量이 specific practics에 대하여 ALARA 라는 規制機關의 判斷에 의하여 決定할 수 있다. 그러나 免除放射能 準位와 關聯된 線量은 特殊한 경우에 따라 다르다. ALARA principle을 特殊한 경우에 適用하여 얻은 免除準位와 一般의으로 適用할 수 있는 de minimis와의 相互關係를 다음에 서 알아보겠다.

D. De minimis dose

一般의으로 適用할 수 있는 de minimis의 概念은 ALARA principle을 使用하여 그 以上の 線量 減縮을 企圖할 수 없다고 생각하는 어떤限度가 存在한다는데에 根據를 두고 있다. 이 de minimis 線量은 어떤線量을 定義하고 있는데 이 線量 以下에서는 規制機關의 放射線피폭管理가 신중히 그리고 특별히 省略될 수 있을 것이다.

그래서 이 線量은 모든 피폭원으로부터 容認될 수 있는 線量에 대한 이미 設定된 限度보다 훨씬 낮게 設定되어야하고 더우기 特殊한 경우에는 이미 設定된 그 어떤 線量限度보다도 낮게 設定되어야한다.

一般의으로 適用하는 de minimis 線量은 ALARA 에 대한 限度보다 낮으나, 이 線量이 ALARA의 目標은 아니다. 왜냐하면, 어느 特定地域(site)에서 이루어지는 specific practice에 대한 “as low as resonably achievable”한 線量은 de minimis 準位 以上일 수 있기 때문이다. ALARA principle은 各種 技術的, 社會的, 그리고 經濟的 因子들을 考慮하여 實用的으로 可能한한 適用可能限度보다 훨씬 낮은 線量까지 減縮시키는 合理的 努力을 傾注할 것을 要求한다. 그러나 de minimis 準位까지 減縮시키는 것은 아니다.

한편 一般의으로 適用可能한 de minimis 線量을 決定하면 대부분의 모든 practice에 대한 放射能의 免除準位를 決定할 수 있는 確固한 根據가 마련되고 cost- benefit 解析이 不必要하게 된다.

3. General Approach to Defining a De minimis Dose

一般大衆의 構成員들에 대해 一般의으로 適用할 수 있는 de minimis 線量을 定義하는데 使用하는 接近方法은 다음에 列擧하는 것처럼, negligible risk 概念에 根據를 두고 있다.

- (1) 一般大衆들이 널리 받아들이고 있는 risk를 根據로 하여, 放射線피폭으로 부터 어떤 “negligible” lifetime risk를 定義: negligible risk << acceptable risk on radiation protection standards
- (2) 위에서 定義된 radiation exposure에 대한 negligible lifetime risk로 부터 單位線量當 risk에 대한 accepted factor를 利用하여 lifetime de minimis dose를 誘導한다.
accepted factor例:
fatal cancer의 risk + genetic defect의 risk(2×10^{-2} / Sv)
- (3) 이와 같이 誘導된 lifetime de minimis dose로 부터, 70년동안 放射線피폭을 받는다고 假定하여 annual de minimis dose를 구한다.

이러한 approach는 어떤 特定 practice를 考慮하여 de minimis dose를 定義한 것은 아니지만, 어느 特定施設位置나 特殊 practice 放射能 免除數量을 誘導하기 위하여 de minimis를 利用할 수도 있다.

4. 放射線防禦機關의 De Minimis Dose에 대한 勸告

- (1) NRC
 - a. annual dose equivalent : 0.001 mSv(0.1 mrem)
negligible lifetime risk : $10E^{-6}$
 - b. cutoff level : 0.01 mSv(1 mrem)
general public의 exposure control에 ALARA principle 適用排除 線量
- (2) NCRP
 - a. annual committed effective dose equivalent : 0.01 mSv(1 mrem)
negligible risk : $10E^{-7}/y$
 - b. population dose assessment에서 除外되는 annual committed effective dose equivalent : 0.01 mSv(1 mrem)
- (3) AECB(Atomic Energy Control Board of Canada)
 - a. annual committed effective dose equivalent : 0.05 mSv(5 mrem)
negligible risk : $10E^{-6}/y$
- 放射性廢棄物處分 目的을 위한 radionuclide

의 exempt concentration 決定에 사용코져 de minimis dose 設定

(4) NRPB(United Kingdom's National Radiological Protection Board)

a. annual committed effective dose equivalent : 0.05 mSv(5 mrem)

b. exempt source에 피폭되었을 때 어떤 practice 에 대한 de minimis dose는 1/10로 減縮

(5) IAEA(International Atomic Energy Agency)

a. annual committed effective dose equivalent : 0.01 mSv(1 mrem)

negligible risk : $10 E^{-7} / y$

b. annual dose equivalent from all de minimis sources : < 0.1 mSv

c. annual population dose - equivalent commitment가 1 person - Sv 以下인 practice 는 manmade radionuclide에 한하여 適用

5. 討議(Discussion)

(1) de minimis dose는 每年 피폭에 대한 根據로서 表現할 수가 없다. 왜냐하면 de minimis dose가 根據로 하고 있는 negligible risk는 lifetime 과 一定하지 않기 때문이다. 그 提案의 方法으로 lifetime에 대하여 平均한 annual dose가 lifetime risk를 制限하고자 하는 基本目標과 더욱 밀접한 關係가 있다. 한편 de minimis level로 부터 radionuclide 의 免除數量을 誘導할 때 dose와 risk의 age dependence를 考慮하여 주는 것이 좋다.

그러면 lifetime에 平均한 annual dose에 대한 尺度와 임의의 어느 1년동안의 線量에 대한 上限도 아울러 明示할 수 있다.

(2) natural background radiation의 標準偏差에 거의 該當하는 0.2 mSv(30 mrem)의 annual dose equivalent가 de minimis level의 合理的 選定인듯하다. 그러나 美國의 경우, specific practice에 대한 限度로서 0.25 mSv(25 mrem)의 annual dose equivalent가 널리 쓰이고 있기 때문에, 0.2 mSv는 받아들여기에 너무 높다.

(3) 0.01 mSv(1 mrem)以下の annual dose equivalent 는 너무 낮아서 de minimis level로서는 不合理하다. 그 理由는 이와 關聯된 放射能의 數量을 測定하는 경우가 거의 없기 때문이다. 더우기 0.001 mSv(0.1 mrem)의 annual de minimis equivalent는 natural background radiation에 의한 線量の 約 0.1% 以下이다.

6. De Minimis Dose에 대한 提案

(1) principal limit on annual committed effective dose equivalent average over a lifetime : 0.01 mSv(1 mrem)

(2) subsidiary limit on committed effective dose equivalent in any year : 0.05 mSv(5 mrem) 根據:

(1) 모든 피폭 線源으로 부터의 acceptable dose에 대한 限度의 1%에 相當하는 값에 de minimis 設定

(2) 現在 ICRP에서 勸告하고 있는 continuous and occupational exposure에 대한 two-tiered dose- limitation system 適用.

• 提案된 de minimis는 man-made radionuclide에만 適用

• risk factor는 $2 \times 10 E^{-2}$ per Sv로서 이것은 계속된 피폭으로 부터 lifetime risk가 約 $10 E^{-5}$ 에 相當.

□ 參考文獻

1. Adler H.I. and Weinberg A.M., 1978 "An approach to setting radiation standards," Health Phys. 34, 719
2. International Atomic Energy Agency, 1985, Statement by the Group of Senior Experts on General Principles for Exemptions from the Basic Safety Standards, 24 April (Vienna: IAEA)
3. International Commission on Radiological Protection, 1977, "Recommendations of the International Commission on Radiological Protection," ICRP Publication 26, Ann. ICRP 1(3) (Oxford: Pergamon Press).
4. International Commission on Radiological Protection, 1985, "Statement from the 1985, "Statement from the 1985 Paris Meeting of the International Commission on Radiological Protection," in: Ann. ICRP 15(3), p. i(Oxford: Pergamon Press).
5. Kathren R.L., Munson L.H. and Higby D.P., 1985, "De minimis dose equivalents derived from cost-benefit analysis." Radiat. Prot. Manage. 3, 57.
6. Meinhold C.B., 1986, "Consideration of de minimis and exempt quantities." in: Proc. of the 21st Annual Meeting of the National Council on Radiation Protection and Measurements-Radioactive Waste (NCRP Proceedings No. 7). p. 31 (Bethesda, MD: NCRP Publications).
7. Meinhold C.B., 1987, "Radiation protection in a pluralistic society," Health phys. 52 13.
8. National Radiological Protection Board, 1985 Small Radiation Doses to Members of the General Public, National Radiological Protection Board, Chilton, Didcot, Oxfordshire OX11 0RQ, United Kingdom, Rep. ASP -