

大飯原発事故のとき—原子力規制庁試算に基づく放射能拡散（訂正版）

地域防災計画によって放射能被害から逃れることはできない

2012.12.23 美浜の会

2012.12.14 付で公表したこの文書では、事故時に各方位に向かう放出放射能量は、全放出量×年間方位出現頻度に従うとしていました。この点は、規制庁に電話で確認した結果です。しかし、12月21日に金子修一・原子力防災課長に面談しての回答では、どの方位にも全放出量が向かうようにして計算したとのこと。責任ある立場の回答なのでそれを重視して再検討した結果、試算結果との間に矛盾はないことを確認しました。下記は、その再検討した結果で、改訂の要点は、20%放出や50%放出の区別を無くし、すべて100%放出としたことです。すでに前の検討結果を使用された方々には、多大なご迷惑をおかけしますが、今回の見解に基づく訂正をよろしく願います。

原子力規制委員会が10月24日に公表した事故時の放射能拡散の規制庁試算(12月13日総点検版)は、7日間での被ばく線量100mSvを基準にして、地域防災計画を立てることを求めているが、このような基準自体がきわめて無謀なものである。要するに規制委員会は、防災計画の範囲を30km圏内に収めることを目的として、それに合わせるような試算を行っているに過ぎない。

事実、この試算自体が相当な過小評価になっている。その最たるものは「97%値方式」で、最も高い被ばく線量を与えるべき3%分を切り捨てている。規制委員会は、3%分を切り捨てない場合の被ばく線量を公表すべきである。また、方位内では横方向（風向と直角な水平方向）に平均をとっているが、扇型領域の中心線上では、平均値の数倍の線量になる

このような隠された内容を正當に評価すると、被ばく線量は著しく高くなり、防災計画によって被害を防ぐという考え方自体が無意味であることが明らかになる。原発を止めるしか、放射能被害を防ぐ手立てはない。この様相を明らかにしたことに、規制庁試算の最大の意義がある。

以下で、試算の考え方とその限界について、大飯原発の場合に即して具体的に明らかにしたい。

1. 放射能放出量と放出時の条件

規制庁試算は次の考えに立っている。

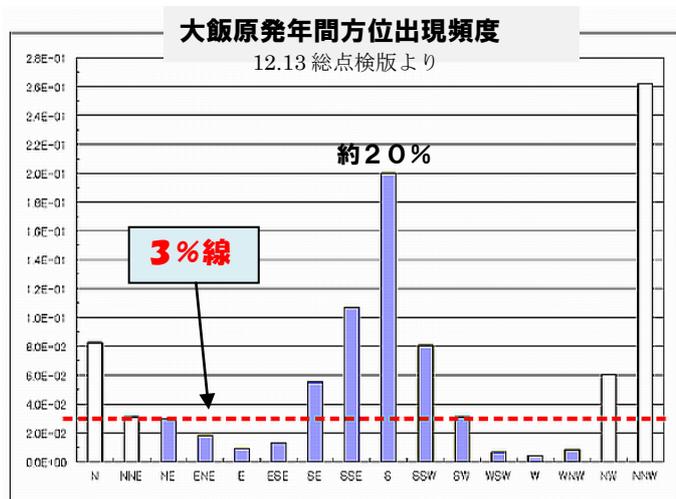
- ・福島I-1～3号機からの実際の放出量、放射性核種を基礎にとる。
- ・大飯原発1～4号機の事故時の放出量は、福島放出量に出力の比をかけた量とする。

（福島I-1～3=202.8万kW、大飯1～4=471万kW、出力比=2.32）。

- ・放出高さは地上0mとする。
- ・放射能雲は、放出された瞬間の風向、風速等に永久に従って流れるとする。
- ・風向、風速、大気安定度は1時間ごとの実測データを用いる。
- ・放出継続時間：事故時の継続時間は、福島事故で最も継続時間が長かった2号機の10時間とする。

2. 風方位ごとの被ばく線量

16方位をとり、風の各方位ごとに拡散式に基づいて計算。右図の年間方位出現頻度は、年間の8760時間(365×24)



のうち、ある方位に向かったのが何時間かの割合である。

「3%線」については、後で「97%値」との関連で説明。

3. 方位毎の平均濃度（右図参照）

例えば、南方向に風が吹いたとき、空气中放射能濃度は、真南の中心線上で最高値を与える釣り鐘型分布になるが、試算では方位内で横方向の平均値を使用（右図のセクター平均線量）。

◆横向き平均と最大濃度

気象指針によれば、放出点からの距離を $x(\text{km})$ として、次式が成り立つ。

$$\begin{aligned} \text{比} &= \text{最大値} / \text{平均値} \\ &= 231.2 / \{k(5 - \log x)\} \end{aligned}$$

大気安定度	A	B	C	D	E	F
k	50	40	30	20	15	10

例えば、C,D,E,F 型の場合の比は次表。

X(km)	1	10	30	100	200
比(C)	1.5	1.9	2.2	2.6	2.9
比(D)	2.3	2.9	3.3	3.9	4.3
比(E)	3.1	3.9	4.4	5.1	5.7
比(F)	4.6	5.8	6.6	7.7	8.6

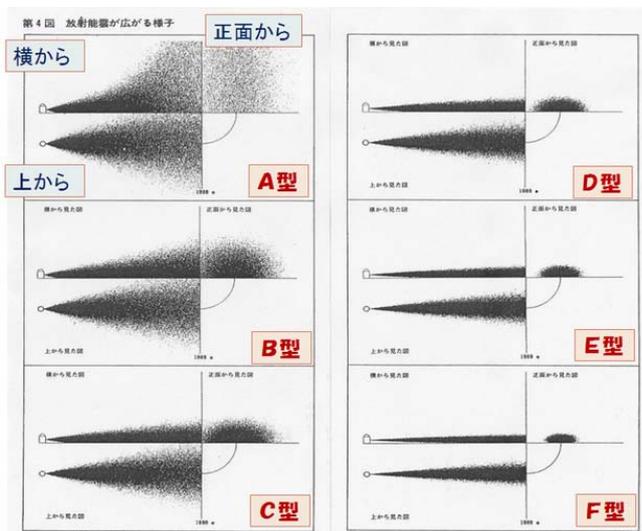
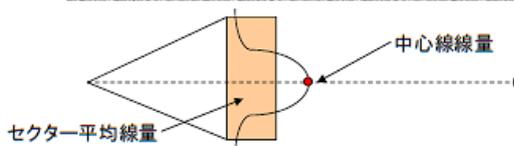
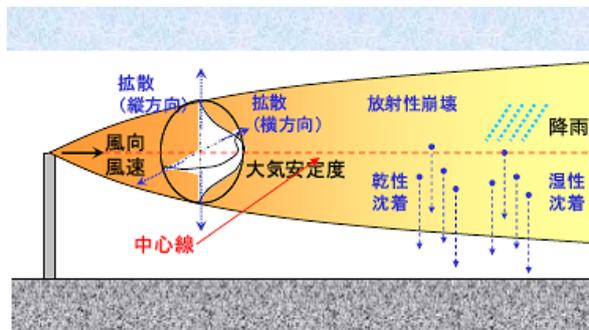
4. 被ばく線量

7日間の被ばく線量を求める。

- ・実効線量：大気中の放射能雲（クラウドシャイン）からの外部被ばく、吸入による内部被ばく、地上に沈着した放射能（グランドシャイン）からの外部被ばく。
 - ・赤色骨髄線量：大気中放射能雲からの外部被ばく、地上沈着放射能からの外部被ばく。
- 注：水や食べ物等からの内部被ばくは考えていない。それゆえ、琵琶湖の汚染は考慮外。

■考察

- ・事故が起こったとき、放射能の放出が 10 時間継続するとしている。
- ・その 10 時間、たとえば風が南方向に向いていれば、全放射能が南方向に流れることになる。
- ・風向、風速等は放射能が地上に出た瞬間の状態に永久に従うとしているので、南方向にある距離だけ離れた地点では、放射能は到達してから約 10 時間で通りすぎる。その後は、吸入による内部被ばくと地上に沈着した放射能による外部被ばくが継続する（本当は、さらに水や食べ物等からの内部被ばくが継続するが、これは無視している）。
- ・結局、南方位における 7 日間の被ばく線量は、10 時間のうち何時間、風が南に向いたかで基本的に決まることになる。規制庁試算では、放出放射能の全量が南に向かうようにしているというのが 12月21日の回答であった。

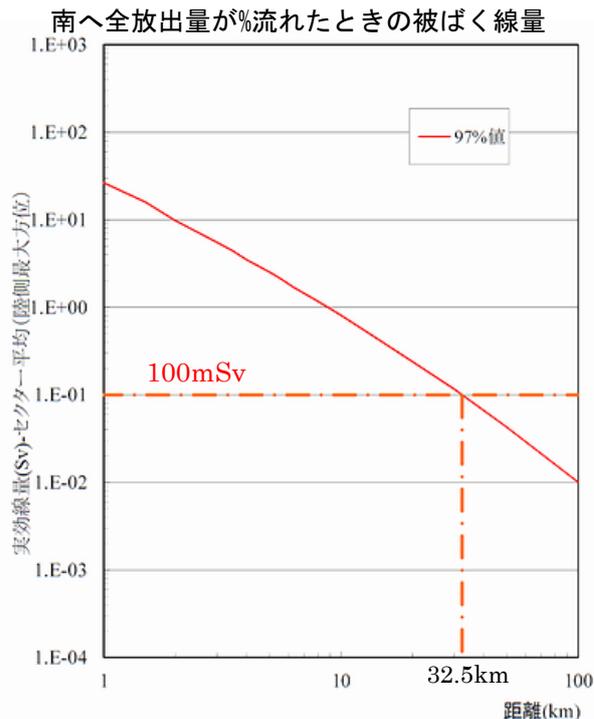


(瀬尾健「原発事故 その時あなたは」より)

5. 規制庁の計算結果

大飯原発の場合の南向きの計算結果として、規制庁は右図を示している（両対数グラフ）。このグラフは、全放出量が南方向に放出された場合に、放出点からの距離（単位 km）に応じた方位平均被ばく線量（単位 Sv）を示している。その線量が $0.1\text{Sv}=100\text{mSv}$ となる最大距離が破線で示されていて、 32.5km となっている（後述の 97%値計算による）。

このグラフから数値を読みとると距離ごとの被ばく線量が求まる。グラフは 100km までしかないが、最後の直線を 200km まで延ばせば 200km 地点までの被ばく線量が得られる。 $\log 200=2.30$ なので 15%程度延ばすだけでよい。このようにして得た結果は後記のグラフ（97%値）で示している。



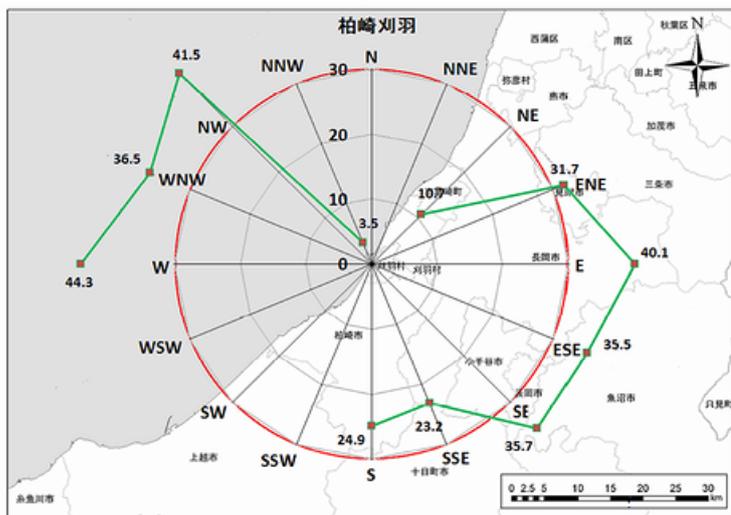
規制庁 12 月 13 日資料より 注;陸側最大方位はS

6. 著しい過小評価となる 97%値

大飯原発の場合、規制庁方式では 7 日間で 100mSv となる最大距離が 32.5km だとしているが、その値は 97%値だという。その意味は下記のとおりである（10 月 24 日規制庁試算：数値等は総点検版で訂正）。

（1）柏崎刈羽原発の場合の 97%値

規制庁方式では、柏崎刈羽原発の場合に即して 97%値を説明している。そこでは、7 日間で 100mSv となる最も遠い陸地距離は右図のように E 方向 40.1km である（資料 1 6 頁）。ただし、これは 97%値であり、100%値をとるとその距離は「すそ値」 88.3km になるという（資料 1 7 頁）。



規制庁 12 月 13 日資料より

サイト出力に対応した放射性物質量を仮定した計算

この点、資料 6 0 頁では、次のように説明している。「このため、97%値は、年間の気象を考慮すると、着目する方位の当該距離（下図の陸側最大方位の場合では 40.1km ）より外側に 100mSv （最初の 7 日間）が出現する可能性が 3%あるという意味である」。つまり、 40.2km より外側でも 100mSv となる場合が 3%あるということであり、それも考慮に入れた最大距離(100%値)が 88.3km になるというわけだ。このような最大値をとる場合、それより内部の領域の被ばく線量は、規制庁が示した 97%値よりずっと高い値となるに違いない（後述）。

まずは、このような考え方の基になっている気象指針の内容を確認しておこう。気象指針の 25～26 頁（解説）に次のように書かれている。その χ/Q は、単位放射エネルギー(1Bq)が放出された場合の空气中放射能濃度である。

〔例 1〕 実効放出継続時間が 1 時間の場合（気象指針 25～26 頁）

実効放出継続時間が 1 時間の場合の χ/Q は各方位ごとに計算する。

気象データは、風向、風速及び大気安定度の気象要素が 1 時間の単位で得られるので、欠測がない場合には 1 年間の気象データの数は 8,760 個である。ある方位の 1 時間の χ/Q は、指針(VI-1)及び(VI-2)式に 1 年間の毎時刻の気象データを代入するとえられるが、このなかには、風向が他の方位にあって χ/Q が 0 となる個数も含まれている。

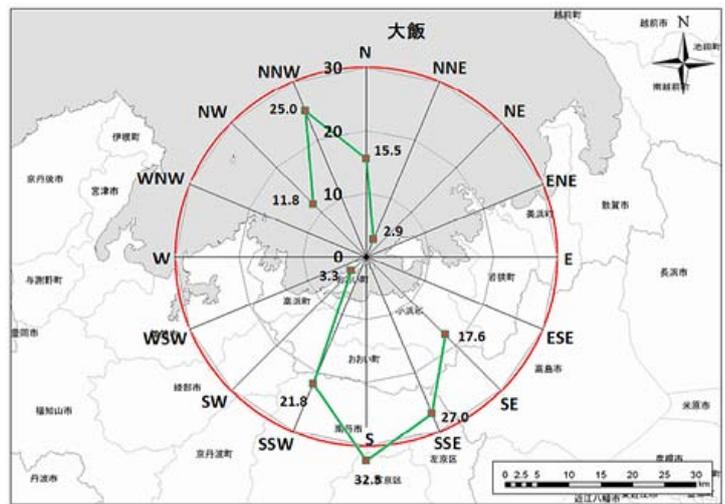
これらの χ/Q を小さい値から並べて整理し、その累積出現頻度が 97%に相当する χ/Q を求め、それを当該方位の χ/Q 値とする。欠測がある場合は、総観測時間から欠測時間を差し引いた時間数を全数とし、その 97%に相当する χ/Q を抽出する。

同様の手順を各方位について行い方位ごとの χ/Q 値を抽出し、各方位において抽出された χ/Q 値 (8 方位を対象とする場合は抽出された数は 8 個である)から最大値を選び、これを線量計算に用いる χ/Q 値とする。(下線は引用者)

つまり、1 年間分の 1 時間ごとのデータに基づいて、8760 個の空气中濃度 (単位放出濃度) を計算する。ある方位に目をつけると、それ以外の方位に風向がある場合は濃度ゼロとなるので、結局 8760 個のうちその方位に風が向かった場合だけ濃度はゼロではない。ただし、ゼロの場合も含めて 8760 個の濃度計算値を小さいものから順に並べる。そのようにして 8760 の 97%=8497.2 番目のデータをもってその方位の単位放出濃度値とするという。そうすると、残りのさらに高い値をとる 3%分の 262.8 個のデータは捨てられることになる (捨てたデータ数は、四捨五入では 263 個、切り捨てでは 262 個となる)。前述のように、それら最も高い値をすべて考慮に入れば、100mSv となる最大の距離は 88.3km にまでなるというわけだ(100%値)。

(2) 大飯原発の場合

大飯原発の場合、規制庁の 97%値で、7 日間で 100mSv となる最大距離が方位ごとに右図で示されている (1 頁の方位頻度グラフで 3%以下となる方位は欠損)。その内の最大は南方向に 32.5km である。他方、100%値の「すそ値」は 63.5km となる(資料 3 2 頁)ので、京都市の南の向日市辺りに相当する。つまり、向日市に住む人は 7 日間で 100mSv を被ばくすることになる。まして、扇型の中心線上の人は、100mSv の数倍の被ばくをする (2 頁表参照)。



サイト出力に対応した放射性物質量を仮定した計算

97%値の図式：大飯原発の南方位の場合（年間出現頻度約 20%）

単位放出のときの南方位の空气中濃度の計算値(8760 時間分)を小さい方から順に並べる。南方位に向かわない約 80%=7008 個はゼロが並ぶ。8760 の 97%=8497 番目のデータを単位放出の場合の空气中濃度として採用。残りの最も高い 3%=263 個は破棄される。

0,0,0,・・・,0,0,0, *,*,*,・・・, ×, ×,・・・, ×

7008 個(80%分)ゼロ 8497 番目 8760 番目
97%値 100%値

小 \longrightarrow 大

- ◆ この 97%値に全放出量を掛ければ南方位の空气中濃度が得られる。
- ★ 出現頻度が 3%未満の場合、0 が 97%以上並ぶので、97%値はゼロとなる⇒地図上無視。小浜市でさえ、被ばくが無視される領域に入っている。

(注)「97%値」では、高い被ばく線量を与えるはずの3%分を切り捨てている。その結果、大飯原発のENE, E, ESE方向のすぐ対岸に住んでいる小浜市民でも、被ばく線量はゼロという奇妙な結果が生み出される。

また、例えばSW方位の出現頻度は、1頁の棒グラフより約3.1%と読める。この場合、8760個中のゼロでないデータは272個となる。これを小さい方から並べると9番目に97%値が現れる(ゼロでないデータの3.3%番目)。このような小さい値は、大気安定度が悪いA型やB型の場合のはずで(2頁参照)、最も出現頻度が高い通常の安定度の場合(D型など)は必然的に切り捨てられる。

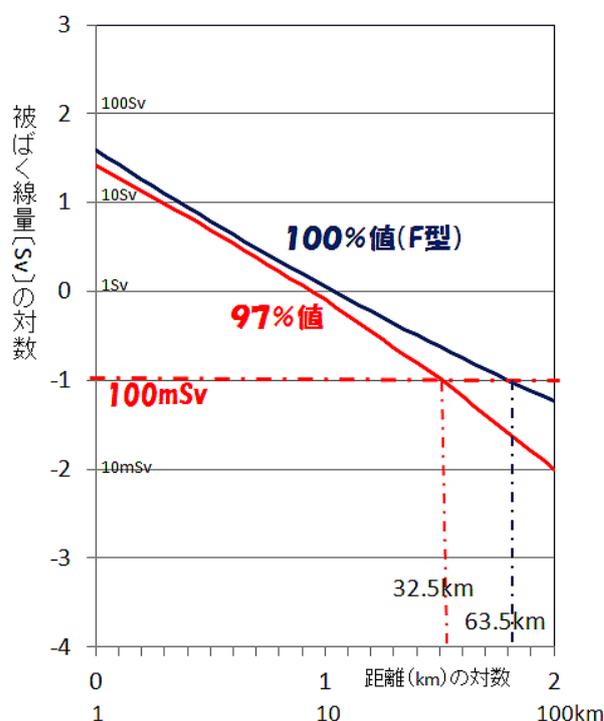
逆に、方位出現頻度が比較的高い20%の場合、97%値はゼロでないデータ中の85%番目に現れるので、大気安定度が高く比較的大きい被ばく値を与える場合が採用されることになる。こうして、方位出現頻度と97%値の被ばく線量(及び7日間100mSv最大距離)との間にある種の相関が成り立つ。方位出現頻度が低い場合、数少ない不安定な大気安定度の場合が採用されるので一般性がない。

7. 大飯原発で100%値の試算結果

規制庁は97%値の場合しかグラフを示していないが、100%値の場合、100mSvとなる「すそ値」が63.5kmになることは記述している。このような遠くまで放射能が飛ぶ場合は、大気安定度でFタイプだと考えられる(2頁参照)。そこで、Fタイプを仮定し、63.5kmで100mSvとなるように拡散式を定めると、距離ごとの被ばく線量(100%値)が得られる(下記注)。それを97%値と比較して描いたのが右図である(両対数グラフ)。

さらに、普通を目盛りを用いて、100%値を97%値と比較するように示したのが後記の4つのグラフである。100%値の場合、例えば京都市で約120mSv、大阪市で約70mSv、和歌山市でも約36mSvの被ばくを7日間で被ることになる。

大飯原発—規制庁方式被ばく線量—97%値と100%値



注：100%値の決定方法

気象指針によれば、単位放出量(1Bq)で地上高0m放出の場合(H=0)、方位内平均した空気中濃度は次式で与えられる(指針9頁VI-3式)。

$$x/Q=2.302/(\sigma z \cdot U \cdot x)$$

ただし、Uは風速、xは風下距離でσzは縦方向の広がりパラメータであり、xの関数として、気象指針の12頁にグラフで、19頁に式で与えられている。被ばく線量は、この濃度に放射線量(Q)を掛け、さらに濃度を被ばく線量に換算する係数を掛ければ得られる。すなわち、次式となる。

$$\text{被ばく線量: } D=K/(x \cdot \sigma z)$$

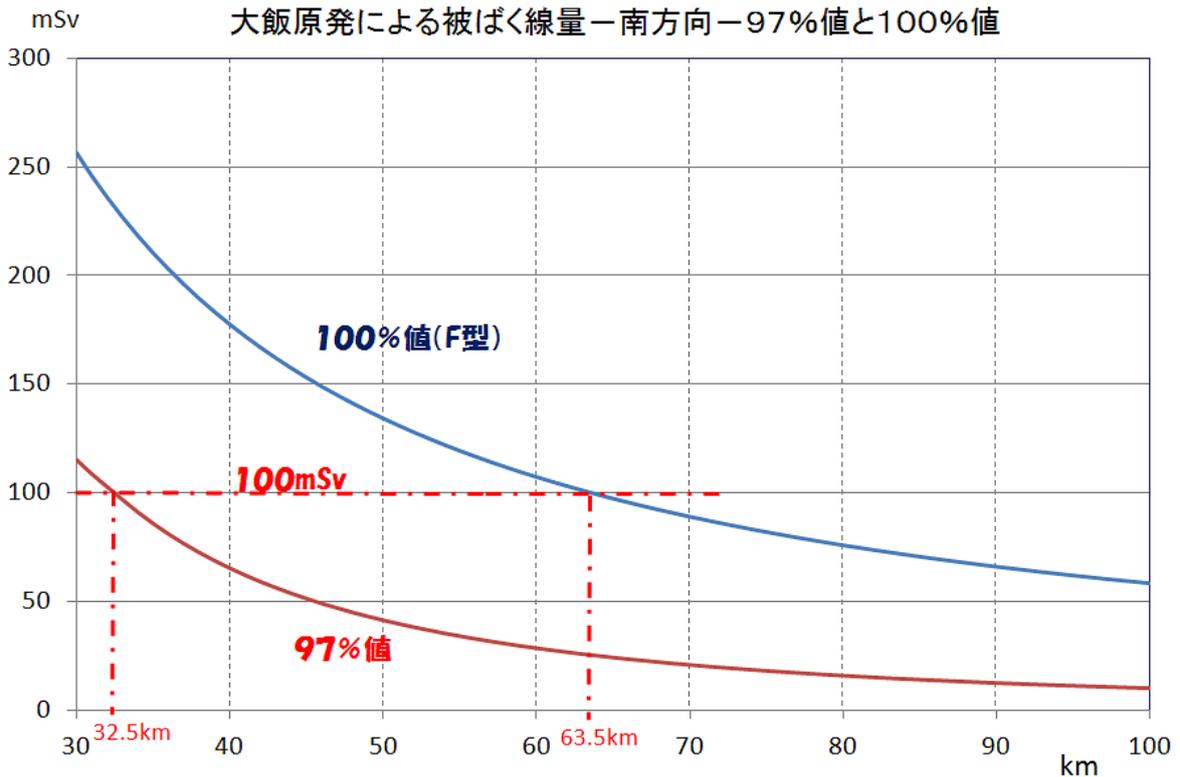
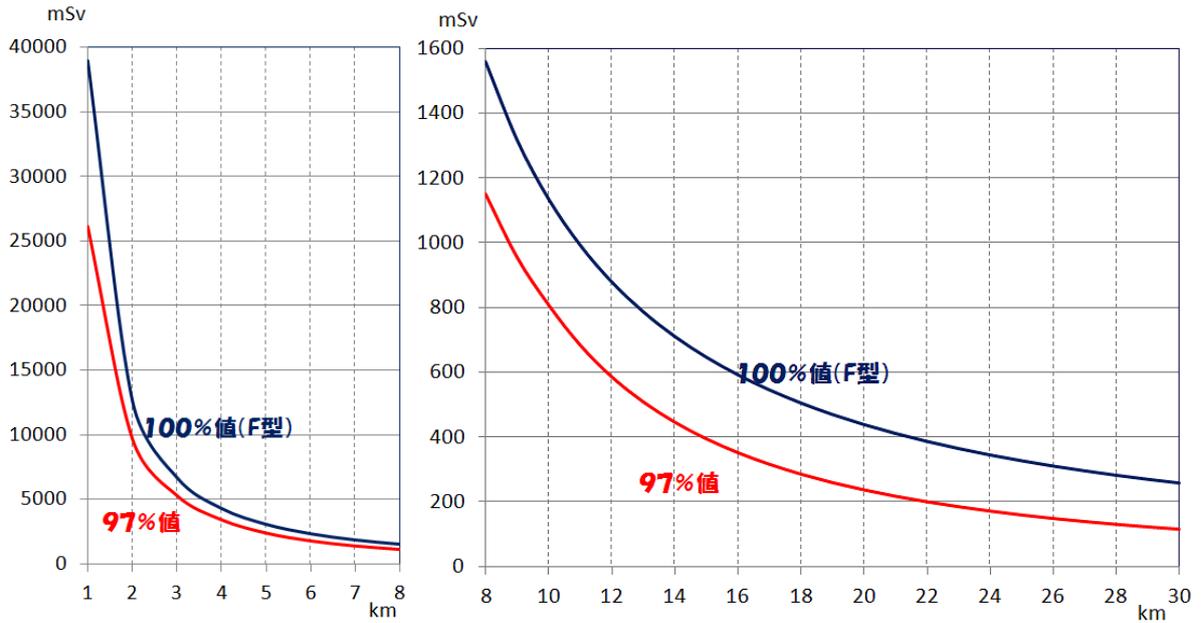
$$K=\text{換算係数} \times Q \times 2.302/U$$

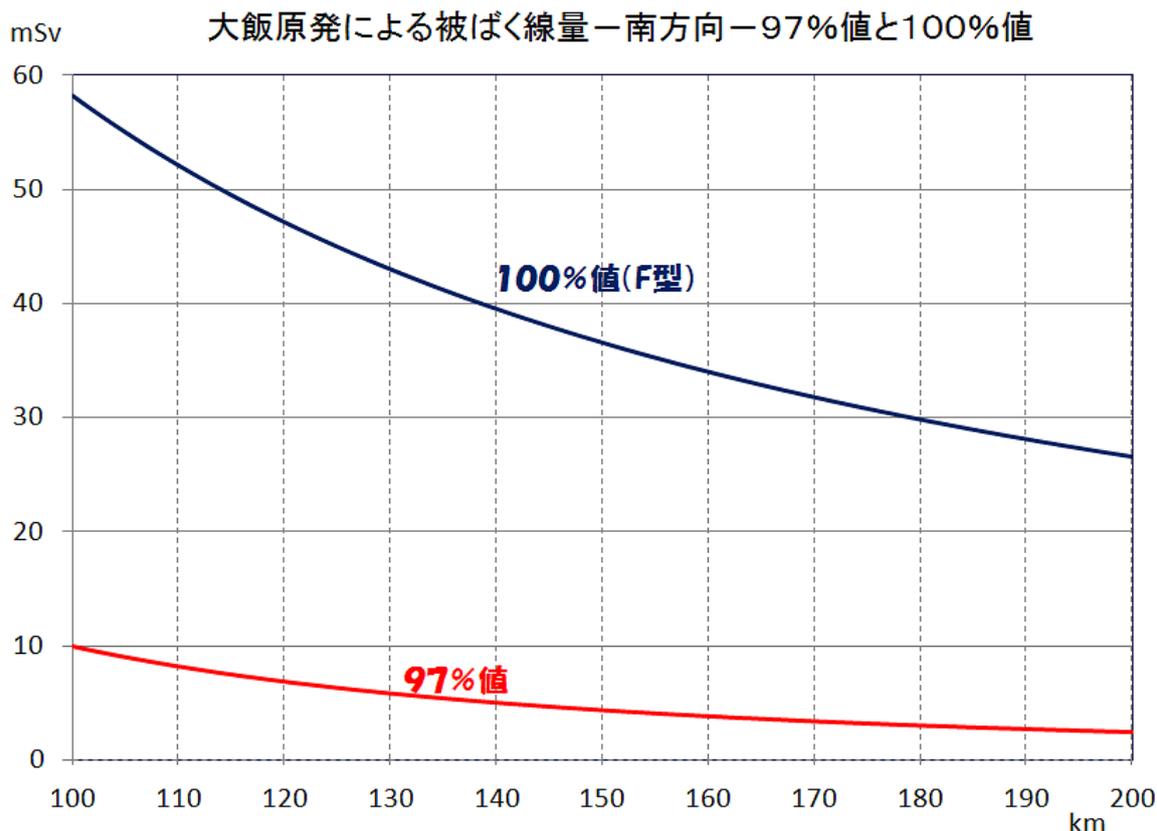
結局、未知のパラメータは一つKだけとなる。それゆえ、南方向に20%の放射能が流れたときは、x=63.5kmで100mSvとなるようにパラメータKを決めれば、距離ごとの被ばく線量が決まる。

(注釈) 放出継続10時間の問題

放出が1時間を超えて継続する場合の扱いは気象指針の26頁に記述されている。さらに8時間を超える場合は、「長時間放出」と見なされ(指針26頁)、指針9頁の「(2)長時間放出の場合」が適用されることになる。そこでは、相対濃度(1ベクレル放出時濃度)の計算は、「放出放射性物質の全量が一方内のみに一様分布すると仮定して(IV-3)式により計算する」ことになる。その計算式は前頁の注に書いた式である。したがって、要は、10時間分の全放出量が一度に出たとして計算すればよいことになる。

大飯原発による被ばく線量—南方向—97%値と100%値





8. まとめ

以上見てきたように、規制委員会の規制庁試算は以下の点で過小評価となっている。

- ① 97%値は、高い被ばく線量値を与えるべき3%分の約263個の値を切り捨てているために、著しく過小評価になっている。この結果、方位出現頻度が3%未満となる小浜市方面では、すぐ近くの対岸でさえ被ばくゼロ領域にされている。
- ② 風向の現れる頻度が比較的小さい方位では（例えば、大飯原発のSW3.1%）、97%値方式は必然的に大気安定度が悪く被ばく線量が低い場合を採用し、通常よく出現する大気安定度が高くて被ばく線量が高くなる場合を切り捨てることになる。
- ③ 方位内平均をとっている。扇型領域の中心線上では平均値の数倍の被ばく線量を与える。
- ④ 被ばく期間を7日間だけに限っているが、吸入による内部被ばくや地面に沈着した放射能による外部被ばくはその後も継続する。
- ⑤ 水や食べ物等による内部被ばくを完全に無視している。琵琶湖の汚染は考慮外となる。
- ⑥ 規制庁試算では、地形は真っ平らとしている。山や谷があればその地形に応じて放射能は流れるので、多くの放射能が通る谷筋などでは被ばく線量は著しく高まる。また、風向が流れる途中で変わり、カーブを描いて別の方位に届くことも十分あり得る。

これらのうち、①と③の分だけで、被ばく線量は規制庁試算値のおよそ10数倍に跳ね上がる。規制委員会はこのような点を認め、特に100%値の場合の被ばく線量を公表すべきである。

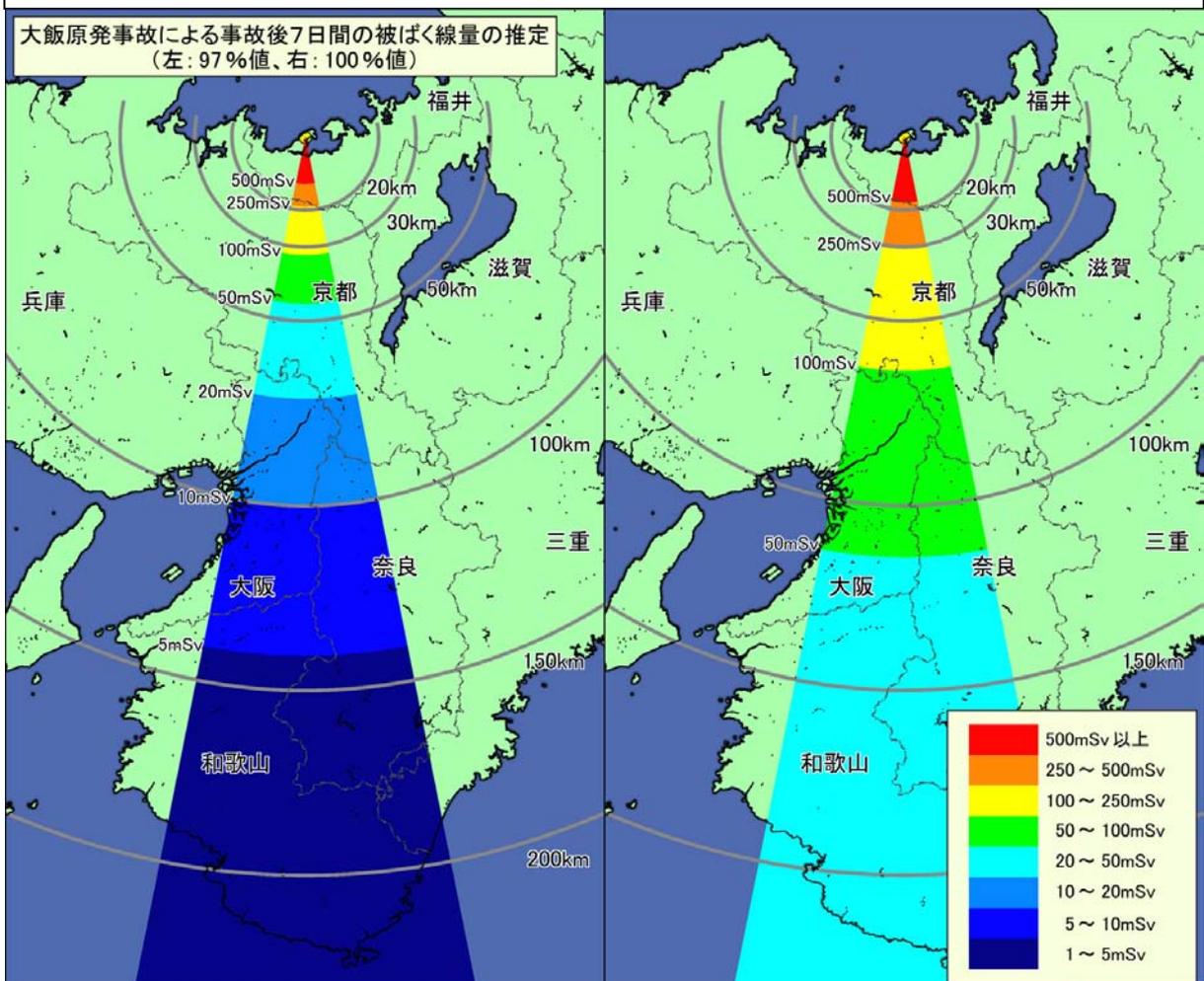
ただし、これら過小評価のすべてを無視し規制庁試算のままとしても、ずいぶん遠くの住民でも、十分高い被ばくを被ることをその試算は示している。そもそも、7日間で100mSvなどを非難の基準とするのは余りにも無謀である。安全性のためには、年間1mSvという公衆の被ばく限度を守るのが原則である。チェルノブイリ事故では、年5mSvが避難の義務ゾーンであり、年

1～5mSv が避難の権利ゾーン（移住を希望する人に住宅・職などを補償）であった。福島事故での子供の校庭使用基準、また被ばく基準である年 20mSv という甘い基準と比較してさえ、遠くに住む住民でも高い被ばくを受けることが明らかになった。避難計画が如何に無意味であるか、やはり原発を止める以外に被ばくを防ぐ手段はないことが、規制委員会が公表した試算自体によって明らかになったというべきである。

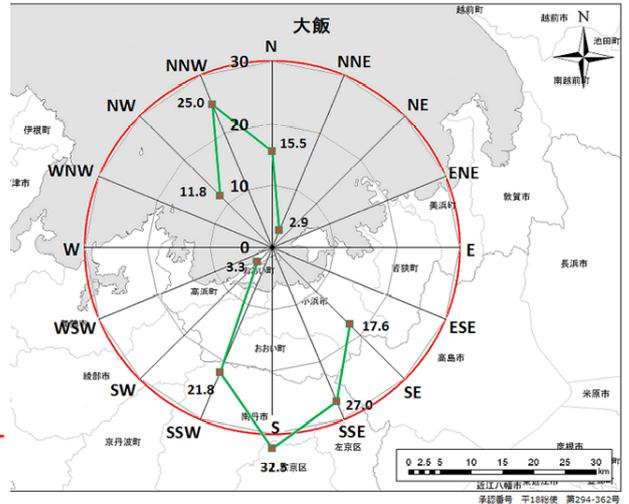
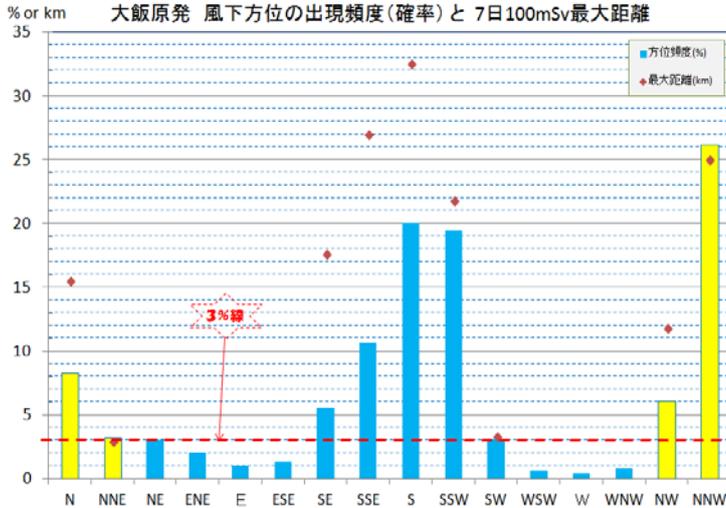
大飯原発事故での住民被ばくに関する原子力規制庁の試算結果

—大飯原発 1～4 号機で、福島第一原発 1～3 号機事故並の放射能放出が起こったとき—

- ・左の 97% 値は、最も高い被ばく線量となる 3% 分を破棄した場合（規制庁方式）。
- ・右の 100% 値は、大気安定度 F 型で、最も高い被ばく線量を与える場合。



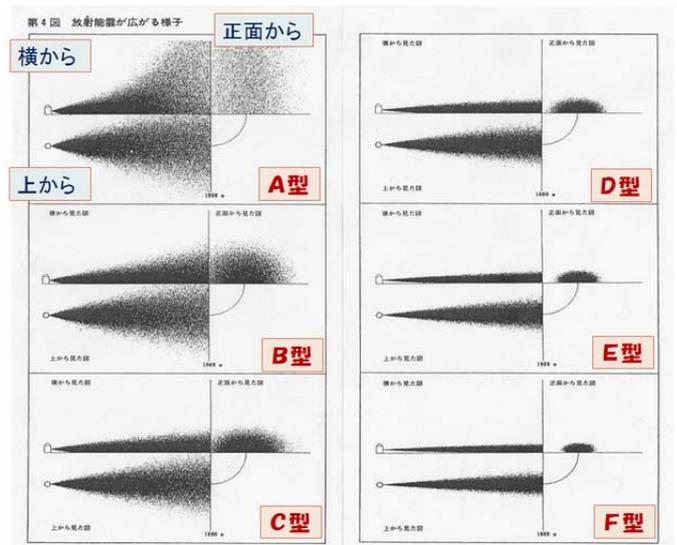
方位出現頻度ー7日100mSv最大距離 見かけ上の相関（大飯原発）



サイト出力に対応した放射性物質質量を仮定した計算

風の年間方位出現頻度と7日間で100mSv被ばくする最大距離との間に相関が見られる（上左図）。どの方位にも同じ全放出量が流れた結果なのに、なぜ方位出現頻度が高い場合は最大距離（または被ばく線量）が高く、逆に低い場合は低く、特に出現頻度が3%未満のときは被ばくなしとなっているのだろうか。

このからくりは、下記に示すように、「97%値」を採用したことにある。方位出現頻度が低い場合、97%値はゼロでない被ばく線量の低い側の値を採用することになる。方位出現頻度が3%未満のとき、97%値はゼロになる。100%値を採用すれば、方位による差は縮まるに違いない。



(瀬尾健「原発事故 その時あなたは」より)

方位ごとの8760個の被ばく線量

97%値と100%値

方位頻度が小的时候き97%値も小

