

## がれき処理の安全性をめぐるさまざまな意見についての見解 －がれきの放射能と放射線量－

震災がれきの広域処理に関する賛否には、安全性のほか、広域処理の合理性、復興における必要性などさまざまな側面が入り交っています。社会経済的側面についてはさまざまな答えがありうるのに対して、安全性は科学的な判断がある程度可能です。住民に対する健康リスクが許容できないレベルならば、広域処理はやめるべきです。そうでないならば、広域処理はがれき処理のひとつになりえます。「放射能が付着したがれきは受け入れない」では議論のしようがありません。まず安全性を科学的に判断し、その上で広域処理の是非を議論するのが、意思決定の正当な手順です。

本稿は、科学的・工学的視点から前者「がれき処理の安全性」に関する筆者の考えをまとめたものです。ただし、放射能の健康リスクについては不確定性が大きい（定説がない）ことから、放射線量の大小にとどめることとしました。また、情報源の明確な（匿名ではない）公表されている情報をもとにしていますが、筆者の理解が誤っている可能性はゼロではありません。ご指摘を頂ければ、いつでも修正する用意があります。

上段（ゴシック体）：ウェブ、新聞記事、住民説明会などで見られる意見  
下段（明朝体）：それに対する見解

**1. 放射性物質は、汚染された場合にはその近くに抑え込み、市民の生活環境に漏れ出さないよう、集中的かつ長期間の管理をすることが必要である。放射能を拡散させないことが原則である。**

放射性物質、放射能、放射線は、それぞれ電球、光を出す能力、光に例えることができるが、この3者が混同されている。原発事故当初は大気中への爆発物の放出があり、気塊として放射性物質が広範囲に移動した。しかし、がれき、焼却灰が飛散することはないので、放射性物質は一か所にとどまり、放射線の影響があるのは、放射性物質の周辺のみである。街中が汚染されるわけではなく、放射能がばらまかれるとの表現は正しくない。（焼却飛灰を埋め立てる際に、乾燥状態でも飛散は10m程度にとどまることが実験的に明らかにされている。）ただし、漏れ出さないような集中的な管理は必要である（焼却、埋立における対策は下記4、5参照）。

**2. がれき受け入れによる、住民への健康影響が心配だ。放射能はあること自体が問題だ。自然界にも放射能はあるが、これ以上人為的に増やすべきではない。**

放射能のリスクに関して、放射性物質の存在とそこから放出される放射線量が区別されていない。放射能があることはもちろん好ましくないが、放射線の累積被ばく量がどれだけになるかが重要であり、放射線量率（時間あたりの線量）×ばく露時間で決まる。

がれきの処理においては、保管、運搬、中間処理、埋立処分などの過程がある。まず業時間を設定し、作業員への線量が許容値に達しないような放射能濃度の基準が決められている（基準の考え方は下記3参照）。

放射線被ばく量を小さくするには、①ばく露時間を短くするか、②線量を減らせばよい。①よりそばを通っただけであればばく露量は無視でき、②遮へいすれば線量は下がる。空気中でも放射線（ガンマ線）はエネルギーを失うので、距離によっても減衰する。作業の基準が満たされていれば、住民は作業者に較べて暴露時間が短く、離れているため、十分に安全といえる。

3. 震災以前は、セシウム濃度が 100Bq/kg 放射性物質として扱わなくてよいレベルであった。しかし 8000Bq/kg 以下では埋立が可能とされた。この数値は本当に安全なのか、科学的根拠を示すことが出来ていない。

IAEA は 100Bq/kg を、対象物を限定しない放射性物質の規制免除レベルとして設定している。これは自然界の放射線レベル（年間平均 1.5mSv）に較べて十分小さい年間放射線量 0.01mSv を目安に決定されており、人の健康に対するリスクが無視できると考えられている。わが国では、原子炉施設等の解体に伴って発生する金属、コンクリート等に対し、「放射性物質として扱う必要がないもの」の基準としてこの数値を採用した。これをクリアランスレベルと呼んでいる。

一方、8000Bq/kg は埋め立て作業における作業者のための基準であり、クリアランスレベルとは意味が異なる。原子炉等規制法は、周辺公衆の年間の被ばく線量が 1 mSv を超えてはならないとしている。8000Bq/kg とは埋立作業者にこの数値を適用したものである。通常、職業的なリスクは住民より高いため、作業者に対する許容値は住民のそれよりも高い。しかし埋立基準設定においては、作業者に対しても住民と同じ低いレベルを基準としており、安全側の設定である。

累積放射線量は 100mSv 以下では統計的に影響があることが認められておらず、1mSv はそれよりも 2 ケタ低い数値である。また埋立基準は、1日 8 時間の半分を埋立物のそばで、即日覆土（土をかぶせること）をせずに過ごし年間 250 日の作業で 1mSv 以下となるよう設定されている。これは被ばく量が最大となる最悪ケースを想定したものだが、30cm の覆土をすると放射線量は 40 分の 1 となり、埋立物から離れば被ばく量はさらに減少する。この 2 つの理由のため、基準は相当に安全側に（1000～10000 倍低く）設定されていると考えられる。基準値とは安全と危険の境目ではなく、行政が対策を始める目安である。

周辺への線量は、放射線源から放射されて放射線が大気で散乱して再び地上に降り注ぐスカイシャイン線と直接到達する直接放射線があるが、前者は後者に較べて大変小さい。また放射線はエネルギーが空気（質量をもつ）に吸収されるため距離とともに減衰し、1km 離れば 1 万分の 1 となる。さらに住民ががれきに近づく時間は短い（ゼロにもできる）ので、作業者にくらべるとはるかに外部被ばく量は小さくなる。

4. がれきを焼却すると、焼却温度が高ければセシウムが気化、拡散し、低いとごみと一緒に濃縮される。焼却炉では 99.9%除去できるというが、裏付けがない。焼却炉でセシウム

は除去できるが、100%ではないとの指摘があり、濃度は低くても大量に放出されることになる。

焼却温度は850℃以上であり、セシウムは揮発するか小さな液滴となって排ガスとともに流れるものと、燃え残りの灰に残るものに分かれる。排ガスは排ガス処理の前に冷却されるので、気体状または液状のセシウムは塩化セシウム等として固体状態となり、ばいじん  
に凝集したり吸着する。ばいじんは通常の集塵機でほとんど捕集できるので、これまで公表されている多くの測定データにおいて、煙突出口における排ガス中セシウム濃度はほとんどが検出できるレベルではない。

排ガスの基準は周辺環境の大気中濃度として設定されており、0～70歳の間そのまま吸い続けて年間1mSv以下となる量として設定されている。しかし実際の管理においては排出口でこの基準を守っており、煙突から出た排ガスは周辺大気中で拡散して濃度は低く（10万倍程度希釈される）なる。検出されない程度であっても大量の排ガスが出続けるので影響があるとの不安が挙げられているが、年間1mSvよりけた違いに低い量にしかならないため、排ガスによる住民への影響は考えられない。

なお、バグフィルターの上布上に捕集された飛灰は一定時間間隔で払い落とすので、ばいじんの除去率が変動するのではないかとの意見がある。しかし大型の焼却施設ではろ布は数百本あり、順に灰の払い落としを行うので、全体としての除去率は一定に保たれる。

5. 群馬県伊勢崎町処分場で、1800Bq/kgの焼却灰を埋立て、大雨でセシウムが溶け出し、排水基準を超えたという報道がある。処分場には、埋立地浸出水から放射性物質を除去する機能はない。今の設備では封じ込めは難しい。

2011年9月に漏出が起きたとの報道のことである。これは溶出性の高い塩化セシウムが、大雨で埋立地が湛水したためと考えられる。セシウムは土壤に吸着されるため、その後、雨水を浸透させず、下部に土壤層を置くとの基本的な対策が明確となっている。一旦出てしまうと通常の水処理では取れないが、水を入れなければセシウムは溶け出さず、土壤層があれば流出は抑制できる。

ただし、放射性物質に汚染された廃棄物の埋立は全く新しい課題であるため、上記の理屈のとおり完全に抑制できるかどうかの不安はゼロではない。そこで、以下のことによって安全性を確保しようとしている。第一に、埋立地の浸出水はしゃ水構造によって集められ、地下水に漏れ出すことはない。しゃ水構造は環境保全のための基本技術であり、長年の技術的蓄積がある。第二に、浸出水は水処理施設で処理されたのち河川放流されることが多い。排ガスと同様に、埋立地浸出水の排出基準は周辺の公共水域の濃度限度として0～70歳の間そのまま飲み続けて年間1mSv以下となる量として設定されているが、排出口でこの基準を守るよう監視が行われる。第三に、処理水は河川水によって十分に希釈されて、最終的には海へ流出する。すなわち、排出されたとしても影響のない濃度であり、被ばくリスクの可能性として埋立地内のセシウムがヒトの体へ到達する経路は存在しないと  
いってよい。

6. 国はがれき受け入れ基準を 240Bq/kg としたが、それよりも低い 100Bq/kg 以下を独自基準とする自治体が増えている。しかし、100Bq/kg 以下でもがれきが大量であれば放射性物質の量も多くなり、住民にとって危険である。

受入れ基準 240Bq/kg は、焼却によって焼却残さに濃縮することを考え、発生する焼却灰が埋立基準 8000Bq/kg 以下となるための目安であって、それ自体に影響があるかどうかの基準ではない。240Bq/kg が不安であるとしてそれより低く基準を設定する例が増えているが、ヒトへの健康リスク低減のためまず考慮すべきは埋立などの作業における被ばく量であり、240Bq/kg を 100Bq/kg としたとしても濃縮後の灰を扱う作業者の被ばく量には大きな影響がない。なぜなら、埋立地における作業方法による違いの方が大きいからである。なお、240Bq/kg という目安はすべてのセシウムが重量比 3%の飛灰に移行する場合に 8000Bq/kg を満足するとして定められた（つまり 33.3 倍濃縮される）が、実際には焼却の際に焼却灰へも残るので、安全側に設定されている。

100Bq/kg は人間の体内放射能レベルと同じであって、被ばく量としては年間 0.01mSv に相当する「放射性物質として扱う必要がない」レベルである（上記 3 参照）。また被ばく量は放射線量と暴露時間によって決まるので、近づかなければ住民への影響はさらに小さい。量が多いことは好ましいことではないが、放射線量の大小をもとに判断しなければならない。

7. がれき受入れの際、汚染状況を完全に把握することは難しく、さまざまな放射能核種や濃度を正確に測ることはできず、一部のサンプル検査では不十分で、安心とはいえない。

問題は、受け入れられたのちに処分され、それが安全・安心かどうかである。「放射性物質として扱う必要がない」100Bq/kg レベルの濃度測定に厳重さを求めるのは、誰が、どこで影響を受けるか（がれきによる住民への影響ではなく、濃縮された焼却灰を埋め立てる作業員等への影響）を考えない、誤った議論である。厳格に守るべきは受入れ基準ではなく、焼却灰埋立地における放射線量である。

受入れ基準が、それを超えてはいけない安全の目安と誤解され、また少しでも超えると受入れしないとの「停止基準」になりつつある。注目すべき対象がずれてしまっている。

2012年5月21日

北海道大学大学院工学研究院  
環境創生工学部門 廃棄物処分工学研究室  
松藤敏彦