

放射能汚染と市民の安全



猿田勝美

1 ————— はじめに

人類の原子エネルギー利用は、不幸にして広島、長崎の街を一瞬にして火の海と化し、数万の生命を奪った原子爆弾を出発点とした。また1953年3月1日のビキニ事件は第5福竜丸の久保山さんの死ということで人々に大きなショックをあたえた。核実験の被害は第5福竜丸のみにとどまらず、汚染マグロをつんだ漁船の入港や、南太平洋の島々、シベリヤ、中国などの核爆発の実験によって死の灰が日本の空をおおい、放射能雨が降り出すなどによって放射能にたいする関心はさらに強まった。

最近では原子力潜水艦、空母などの佐世保港や横須賀港への入港の問題とともに、佐世保港での異常放射能事件、すなわち1968年5月6日、アメリカ原子力潜水艦ソードフィッシュ号の入港にともなってモニタリング・ボートによって測定された異常放射能<平常時の10~20倍>であった。

この事件については、くわしく報道されているので省略するが、放射能測定器は放射能を測定するものであり、その測定値は放射能の汚染によるものとするのが常識的であろう。また本年1月15日未明ハワイ沖で原子力空母エンタープライズ号が爆発事故をおこした。この事故は横須賀に原子力潜水艦プランジャー号が寄港中であることも手伝って国内にも大きな反響をおこしている。8万5千トンと巨大で推進力は加圧水型A2W原子炉8基を設置しており30万馬力、燃料のウラニウム235は5年に1回補給し、1回の補給で20ノットで74万km、地球を20周できるというものである。この空母は昨年1月には佐世保に寄港していたのである。万一誘爆につぐ誘爆によって原子炉に事故がおこったらと考えると恐ろしくなる。人間が作ったものである以上100%の絶対安全は望めない。軽視することは危険である。幸いにして今

回の事故が大事に至らなかったのは不幸中の幸いである。

原子力艦船にかぎらず陸上施設においても最近の原子力利用の度合は急激なテンポで進んでおり、とくに原子力発電はその中でもめざましいものであろう。わが国でもイギリスから購入したコールターホール改良型発電炉は、東海村において昭和42年秋から定格出力運転<166,000kw>をおこなっているが、各電力会社は大容量の原子力発電炉を輸入し、または計画しており、現在5基が建設中で26基が計画中である<表1参照>。原子力委員会も「原子力開発利用長期計画」の中で“昭和60年度における原子力発電規模を3,000~4,000万kw<総電力量の約20%>と見込むのが適当である。世界的にみて原子力発電は火力発電と経済

的に競争しうる段階に達しつつあり、技術の進歩によってその経済性は一層向上するものと予想される。”とのべている。原子力船についても、ソ連のレーニン号、アメリカのサバンナ号、ドイツのオットハーン号に次いでわが国でも現在建造が進められており、その母港が青森県の「むつ市」に決定している。このように原子力の平和的利用が進み、国内各地に設置されるようになると、放射能の危険から住民を守り原子力利用の健全な発展との調和ということが問題となってくる。

原子力の平和的利用についても恐怖心をいだき、「核アレルギー」といわれる不安感にたいして現在の原子力施設また放射性物質の取扱いなどについて、絶対に安全だという保障がえられているのかどうか、国内の施設は日本の安全基準によっ

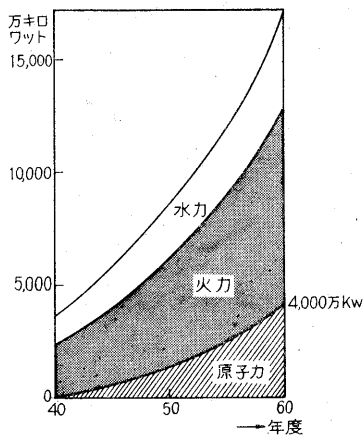
て、その安全性が確保されているとしても、外国の原水爆の実験などによって日本の大気が汚染され、また飲料水、動植物が汚染されるとき、人間の生命も当然危険にさらされてくる。原子力艦船についても、一次冷却水による海域の汚染が問題になっているように、それによって魚貝類の汚染がおり、国民の健康に重大な影響をおよぼすようになってくる。放射能とは一体どのようなものか、その影響は、また許容される量はどの程度か、いろいろと問題をふくんでいる原子力の利用について考えてみよう。

表1—原子力発電計画

会社	地点	容量 キロワット	年度	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52 以降
北海道		350												
東北		500												
東京	福島 1 2	400												
		784												
		784												
		784												
		1,100												
		1,100												
中部	芦浜 1	350												
		500												
		750												
		750												
北陸		500												
関西	美浜 1 2	340												
		500												
		750												
		750												
		750												
		1,000												
中国		500												
		750												
四国		500												
		500												
九州		500												
		500												
原電 東海 敦賀		166	195	41										
		357				322		35						
着工出力	42~51	1,097	1,284	350	0	2,534	1,500	3,534	1,450	3,350	2,600	3,600		
運開出力	42~51	125	41	0	322	740	0	885	784	1,750	2,284	2,784		
累計設備	42~51	125	166	166	488	1,228	1,228	2,113	2,897	4,647	6,931	9,715		

—原子力ポケットブック 昭和43年版より—

図1 原子力発電の見通し

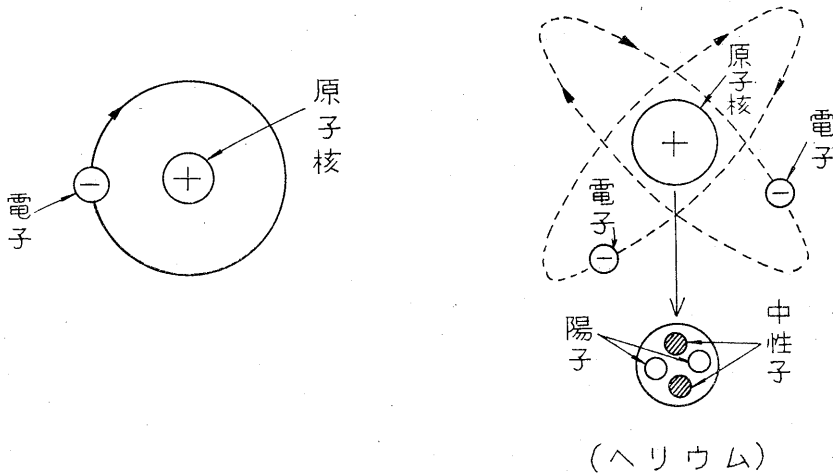


2 放射能とは

放射性物質の原子核はこわれるごとに放射線を出す。われわれ人類は大古から放射線を受けつつ生存してきたのであるが、そのような放射線には大気圏外からの宇宙線や天然の放射性物質から出る放射線がある。

これらの自然界に存在する放射性元素は原子核物理学を生み、現在では人工的に放射性元素を作り

図2 原子、原子核の構造



だし、多様な核反応によって多くの人工放射性元素も作られるようになった。

放射能のあるものは、原子核の状態が不安定であるため、安定になろうとして余分なエネルギーを放出する。それを総称して放射線といているが、放射線にはわれわれがよく世話になるX線を始めとして、 α 線、 β 線、 γ 線、中性子線、陽子線、電子線といったものがある。

X線：X線発生装置で作られる

α 、 β 、 γ 線：放射性物質から出る

宇宙線：大気圏外からくる

中性子線：原子炉で作られる

陽子電子線：特殊な機械で作られる

放射性物質から出てくる α 線、 β 線、 γ 線について簡単に説明すると、

α 線：ヘリウムの原子核と同じで<2つの陽子と2つの中性子からできている>プラスの電気をおびた粒子である。透過力は小さく、紙一枚でもとまってしまう。体内に入ってしまうと、外からは放射線検出器を用いても検出できない。 α 線を出すおもな物質はラジウム、ウラン、プルトニウムなどがある。

β 線：原子は原子核と電子とからなっているが、この電子の粒子に相当するものが原子核からとび出してくる。すなわち速度の大きい電子線で、比較的透過力があるマイナスの電気をおびた粒子である。大気中では数メートル、水中や生体内では数センチメートルも透過する。ストロンチウム90やヨード131など死の灰には β 線を出すものが多い。

γ 線：不安定な原子核が α 線を出したり β 線を出したりして原子核を安定させるときエネルギーを放出するが、そのエネルギーが γ 線である。 α 線や β 線のような粒子ではなく電磁波で透過力は非常に強い。 γ 線のような電磁波でわれわれに関係の深いものにX線がある。このX線は原子の外殻から発生するのにたいし、 γ 線は原子核の中から出てくるという差だけで本質的には変らない。この γ 線を遮蔽するのは厄介で、厚いコンクリートや鉛などが用いられる。原子炉からは大量の γ 線が出るが、コバルト60などはこれを利用して治療に用いられている。

このように放射線といっても、その種類によってさまざまな性質を有しており、影響を考える場合大切なことである。

われわれのまわりの物質の最小単位は原子であり原子は中心にある原子核とそのまわりをまわっている電子とからなりたっている。

そして原子核はプラスの電気をおび、電子はマイナスの電気をおびており、電気的には平衡状態にある。原子の大きさは原子核のまわりをまわって

いる電子の軌道の大きさによって異なるが、約 10^{-8}cm <1億分の1>であり、一方原子核も種類によって異なるが、大きさは約 10^{-13}cm <10兆分の1>であり、電子自身の大きさもほぼ同様である。この原子核は陽子<プラスの電気をおびている>と中性子から構成されているが、原子核の一番簡単なものは水素原子の核で、すなわち陽子が1個あるだけである。しかしつぎのヘリウムの原子核は陽子が2個と中性子が2個とあわせて4個の粒子がある。ヘリウム以上の原子はそれぞれ原子核のなかに陽子と中性子がいくつかがつきまわっている。すなわち陽子と中性子の数をあわせた数を質量数といい、水素原子は質量数1であり、ヘリウムは陽子2個と中性子2個をもっているから質量数は4となる。ウラン原子核は陽子92個と中性子146個で質量数238というようになるが、ウランに質量数235というのがある。同様に水素にも質量数2のものがある。これらの記号を示すと ^{238}U 、 ^{235}U <ウラン> ^1H 、 ^2H <水素>となるが、左肩に示した数字が質量数をあらわし、いずれも中性子の数が異なるということをしめしている。たとえば ^2H は重水素とよばれるもので天然にわずかに存在しているもので、普通の水素原子核に中性子が1個くわわっているものである。天然に存在するウランは大部分 ^{238}U であるが、0.7%くらいは ^{235}U がふくまれており、ウラン235は核分裂反応をおこさせやすい物質で、原子炉の燃料として現在主としてこれが用いられている。このように同じ元素でも質量数の

ことなるもの<中性子数のことなるもの>を同位元素といい、放射能をもっている同位元素を放射性同位元素<ラジオアイソトープ R. I. >という。放射性物質<元素>は原子核がこわれて放射線を出してほかの原子核に変わる。この壊変の速さは放射性元素固有

表2—同位元素の例

	記号	陽子数	中性子	質量数	備考
水素	^1H	1	0	1	
	^2H	1	1	2	重水素
	^3H	1	2	3	トリチウム、放射性
ウラン	^{238}U	92	141	233	人工核分裂性物質
	^{235}U	92	143	235	天然ウラン中0.7%
	^{238}U	92	146	238	天然ウラン中99.3%

のものであり、この放射能の強さが半分になるまでの時間をもってあらわし、これを半減期という。長いものでは数百万年のものもあるし、短かいのは数百万分の1秒というものもある。

死の灰で問題になったものでストロンチウム90とかセシウム137があるが、いずれも28年、30年と半減期は長いものである。またイギリスで原子炉の事故があったとき問題となったヨード131は半減期が8日であるが、いずれも半減期がきても半分は残っており、つぎの半減期でまたその半分の強さになっていくというもので、戦後行なわれた一連の核実験によって出された放射性物質も地球上に降下し、蓄積されて長期にわたって放射線を出していることが考えられる。

表3——放射性物質の半減期

放射性物質	半減期	放射性物質	半減期
セシウム135	300万年	ストロンチウム89	53日
ジルコニウム93	95万年	ヨード131	8日
炭素14	5570年	モリブデン99	2.8日
セシウム137	30年	ネプチニウム239	2.3月
ストロンチウム90	28年	バリウム139	85分
クリプトン85	10.3年	クリプトン87	78分
コバルト60	5.2年		

3——核分裂

原子核からエネルギーが出てくるが、これはある種の原子核では中性子がぶつかるとそれを吸収して原子核が2個の原子核に割れることがある。これを核分裂反応といい、原子炉はこの反応を利用したものである。天然に存在する原子で核分裂をおこすものはウラン235である。ウラン235が中性子を吸収して分裂するとだいたい質量数のひとしい新しい2個の原子核と平均して2.5個の中性子がとび出す。1個の中性子を使用して、それより多くの中性が出てくる。分裂のしかたはいろ

いろあり新しくできる中性子の数もちがうが、分裂してできるものにはヨード、セシウム、ストロンチウムなど放射能の強い物質がある。新しくできた原子核などの全部の質量を厳密に比較すると当初の質量より小さい。

この軽くなった質量はアインシュタインの質量はエネルギーに変換のしうるという相対性理論によって説明され、この質量が減じた分だけエネルギーに放出されたわけである。原子力の利用というのはこのエネルギーの利用である。1グラムのウラン235が全部核分裂したときに発生するエネルギーの量は石炭3トン以上に匹敵する。ウラン原子1個が中性子1個を吸収して分裂すると同時に平均2.5個の中性子が放出され、この中性子を別のウランの原子核にぶつけてやれば続いて核分裂反応をおこすことができる。最初に中性子を与えてやればあとはつぎつぎに分裂をおこしていくことになり、これを核分裂連鎖反応という。

この連鎖反応をおこさせるためには、一定量以上の核分裂物質がまとまっていることが必要でありこの最小限の量を臨界量という。分裂でできる中性子の数は平均2.5個であるが、黒鉛とか、ウラン238などに吸収されて無駄になるものや、外へもれ出てしまうものがあるため、1個の中性子をつぎの反応に使うためには、無駄になる中性子を1.5個以内にしないと連鎖反応はおこらない。核分裂性物質は臨界量以上集めただけで自然界の中性子をうけて、ただちに連鎖反応をおこすので、取り扱いについては少量ずつ<臨界量以下>わけておくなどの注意が必要である。

核分裂とは反対に、たとえば2つの重水素の原子核からヘリウムの原子核をつくる反応のように、2つの原子核から新しい1つの原子核をつくる時に、同時に大量のエネルギーを発生する。このような反応を核融合反応といい、太陽の内部ではこの融合反応が行なわれ、膨大なエネルギーを発生