



原子爆弾の効果に就いて

正員 北村市太郎*

(1) まえがき 昨年8月12日米国々防省及び原子力委員会は広島、長崎の被害調査とビキニ島に於ける実験に基き“The Effect of Atomic Weapons.”なる冊子を刊行し一般国民に原爆の効果とこれに対するある程度の防護方法を発表した。ここにその要点を紹介する。

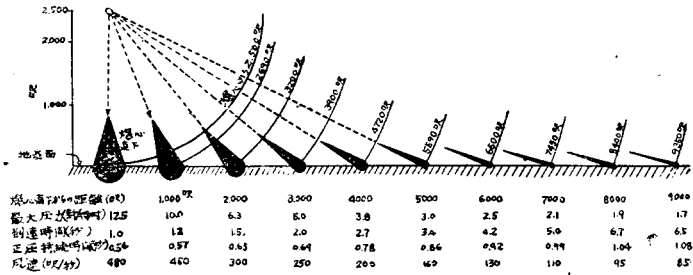
(2) 原爆のエネルギー 原爆々発の効果は、爆風、放射熱、放射線となつて爆心より直線的に伝わり且つその効果は途中の媒介物による吸収がなければ距離の2乗に比例して減衰する。1個の原爆に含まれるU 235或いはプルトニウムの重量は實際上1kg(2.2lb)程度にしか出来ない。此の爆弾は広島、長崎に投下され、又ビキニで実験されたものと同じ効果のものであつて、此の爆弾1個の爆発により出ずるエネルギーはT.N.T.爆弾2万屯、又は23百万K.W.H.或いは800億B.T.U.のエネルギーに相当する。この23百万K.W.H.のエネルギーの内約 $\frac{2}{3}$ が爆風ショックとなつて発散され、 $\frac{1}{3}$ が熱線となつて光速で放射され、残り僅かの $\%$ が α, β, γ 及び中性子の形で放射能線として放射される。是等放射線の内実際に傷害に関係するのは γ 線のみで他の放射能は空中で吸収されてしまう。

(3) 原爆の使い方 原爆攻撃の方法としては一般に考えられるのは航空機による空中爆発、地上爆発と潜水艦による水中爆発である。米国では水中爆発によつてニューヨークその他の大都市が攻撃される事を虞れて、ビキニでは主として水中爆発の実験をしたのであるが、その結果放射能の残留効果を除いては何れも空中爆発による方が被害が大きい事が判つた。前にも述べた様に原爆のエネルギーの大部分が爆風ショックになるのであるが、空中爆発の場合はショック波の反射波と、直接波が合成されて、圧力効果が2倍近くになるのである。又空中爆発の場合は凡そ高度2000~2500ftの高空で爆発させるのが効果的である。ビキニの水中爆発の実験では約8000ft水柱が昇り、その最大直

径2000ftで、吸い上げられた水の総重量は100万屯にも及んだが地上で計測された衝撃圧、放射熱、放射能等は空中爆発の場合より小さかつた。

(4) 衝撃波(Shock Wave) 原爆が2500ft位の高度で爆発した場合、爆心直下の地上では40psiの圧力が直下より4500ft離れた地点では10psiの衝撃圧に下つている。しかし10psiの圧力でも20ft×20ftの壁面に働くと考えると288tonに達して、普通の建築物の煉瓦壁なら瞬時に崩壊するであろう。普通の台風の風圧は僅かに1psiも達しないものである。衝撃波の伝播状態を図-1に示す。この衝撃波の初速は音

図-1 衝撃波伝播状態



速(1100ft/sec)よりずつと早い、爆心直下より3000ft離れると大体音速と同じ伝播速度になる。衝撃波は音波と同様に波の進行方向に振動するものであるが、音波の振幅の1in又はそれ以下であるのに比べ衝撃波の振幅は数碼に達する。かく振幅が大きいから衝撃波に伴つて猛烈な突風が起る。図-1にはこの最大風速とその持続時間を示してある。

大体普通の人工建造物は2~10psiの衝撃圧で被害を受ける。15psiにも達すると非常な破壊力を發揮する。表-1は広島及び長崎に於ける建造物の被害を纏めたものである。爆心直下から $\frac{1}{2}$ 哩以内は完全破壊1哩以内は被害甚大、 $1\frac{1}{8}$ 哩以内は中程度の被害、2哩以内は部分的被害、8哩以上では被害なしとなつている。爆心直下から4500ft位迄は爆風圧の投射角が大きいから、壁面より屋根の方が被害大である。長崎で直下から4500ft離れた鉄骨鉄筋コンクリートの建物で屋根のスラブが破壊されただけで壁面は異状なく残つてゐるものがあつた。建造物の形状については円形

* 日本国有鉄道技師長附

表-1 被害表

日本に於ける爆風被害

| 風速 (時速) | 最大圧力 (psi) | 被害状況 | |
|---------|------------|------|--------------------------------|
| 50 | 1.35 | 1.5 | 10,000-窓ガラスの破損 窓中破損の入り等線 |
| 60 | 1.23 | 1.7 | 11,000-電柱の倒れ 商店の破損 鉄管の腐蝕 屋根の破損 |
| 70 | 1.20 | 2.0 | 10,000-電柱の倒れ 商店の破損 鉄管の腐蝕 屋根の破損 |
| 80 | 1.16 | 2.4 | 9,000-電柱の倒れ 商店の破損 |
| 100 | 1.12 | 2.9 | 7,000-電柱の倒れ 商店の破損 鉄管の腐蝕 屋根の破損 |
| 125 | 1.04 | 3.6 | 7,000-電柱の倒れ 商店の破損 鉄管の腐蝕 屋根の破損 |
| 140 | 0.98 | 4.2 | 6,000-電柱の倒れ 商店の破損 鉄管の腐蝕 屋根の破損 |
| 200 | 0.79 | 7.4 | 3,000-電柱の倒れ 商店の破損 鉄管の腐蝕 屋根の破損 |
| 250 | 0.77 | 10 | 4,000-電柱の倒れ 商店の破損 鉄管の腐蝕 屋根の破損 |
| 300 | 0.62 | 15 | 2,000-電柱の倒れ 商店の破損 鉄管の腐蝕 屋根の破損 |
| 350 | 0.45 | 24 | 2,000-電柱の倒れ 商店の破損 鉄管の腐蝕 屋根の破損 |
| 500 | 0.27 | 76 | 1,000-電柱の倒れ 商店の破損 鉄管の腐蝕 屋根の破損 |

のものは爆風圧によく耐える。広島、長崎でも円形の鉄筋コンクリート煙突は異状がなかった。建物の窓面積の広い事は都会の良い点と悪い点がある。建物の窓ガラスが壊れると建物内外の圧力が急速に等しくなって壁面の破壊される事が防がれる。しかし一方窓ガラスの破片によって建物の中にいる人々を殺傷する。広島に於て、あるビルディングで1階の床のみ破壊し、2階以上の床が残っている。2階以上の床は窓が壊れて上下の圧力が等しくなつて残り、1階の床は地下室が密閉されているので下向きの衝撃圧で破壊されたものと思われる。埋設水道管は広島、長崎共左程大きな被害はなかつたが、破壊建築物内に於ける漏洩が多くて防火水には役立たなかつた。

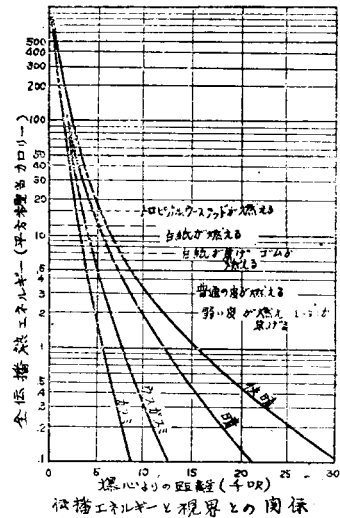
架空電線は全部甚大な被害を受けた。柱上変圧器、遮断機は衝撃圧には耐えたが、倒壊家屋の崩壊物によつて多くの被害を受けた。爆心直下から6000ft離れたガスタンクは甚大な被害を受け、漏洩ガスが引火して火災を起しているが、瓦斯の爆発は起らなかつた。埋設ガス管は別に異状はなかつた。

(5) 放射熱 (Heat Ray) 放射熱が地上に到達する量は晴天及び距離によつて異なる。表-2は各種遮蔽物の限界熱量を示す。例えば 3cal/cm² の熱量は皮膚を火傷させる。図-2は到達熱量と距離、天候の関係を示す。即ち晴天の日には爆心から10000ft、又雨天には8400ftの距離で火傷をする事が判る。大切な事は熱線は放射線と異り、一寸した遮蔽によつて遮断され得る。而も熱線は3秒間で通過してしまふ。故に若し人々が原子爆弾の閃光を認めたら1秒以内に閃光に背を向けて顔面と手を身体の影に隠して2秒間露出部を防護すれば熱線によつて生命を奪われる事はない。広島長崎で焼死した人々の内直接この熱線で死亡した人は20~30%で、其他は其後起つた普通の火災で焼死

表-2 限界熱量 (Critical Heat Quantity)

| 材料 | 限界熱量 (cal/cm ²) | 参考 |
|----------|-----------------------------|-----|
| 炭素 | 1.0 | 1.0 |
| 鉄 | 1.0 | 1.0 |
| 鋼 | 1.0 | 1.0 |
| 銅 | 1.0 | 1.0 |
| アルミ | 1.0 | 1.0 |
| 鉛 | 1.0 | 1.0 |
| ガラス | 1.0 | 1.0 |
| 紙 | 1.0 | 1.0 |
| 布 | 1.0 | 1.0 |
| 油 | 1.0 | 1.0 |
| 水 | 1.0 | 1.0 |
| 土 | 1.0 | 1.0 |
| 砂 | 1.0 | 1.0 |
| 石 | 1.0 | 1.0 |
| コンクリート | 1.0 | 1.0 |
| 鉄筋コンクリート | 1.0 | 1.0 |
| 耐火レンガ | 1.0 | 1.0 |
| 耐火煉瓦 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火セメント | 1.0 | 1.0 |
| 耐火石膏 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火粘土 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火砂 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火灰 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火粉 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火塊 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火磚 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火瓦 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火板 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火紙 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火布 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火膜 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火塗料 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火塗布 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火塗工 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火塗料 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火塗布 | 1.0 | 1.0 |
| 耐火塗工 | 1.0 | 1.0 |

図-2



したものである。火災の起る順序は最初熱線によつて木材、衣服、紙片其他の可燃物が燃え出して、次に爆風によつて一度焰が消えるが続いて再び火の手が上がり諸々方々から燃え出す。是等の火の手が爆心直下から約1哩の範囲内に起つて大火災となる。消防隊及び救護隊は被害中心部を早く放棄して周辺地域に於て活動しなければならぬ。中心部に於ては殆んど消火設備が破壊されていると見なければならぬ。事実広島に於ては是等の設備は殆んど破壊され、消防隊の80%は行動不能になつていた。是等の経験から次の事が教えられた。1) 消防設備は都市の周辺にも充分配置して置かねばならない。2) 消防活動は被災地域の周辺地区から始められねばならない。3) 都市の給水配管系統は爆心附近で漏洩があつても直に止められる様に止水栓は充分多数配置して置かねばならない。4) 重要な工場、事業場は自ら消火井戸、貯水池、動力設備を持つておらねばならない。

(6) 放射能-γ線 (Radioactivity-γ-ray) 原子爆弾の爆発の際に放射能には α、β、γ 及び中性子があつた。これが實際問題になるのは γ線のみである。広島、長崎では10万人の死亡者の内15000人がγ線に當つて死亡したものである。残留放射能によつて傷害を

受けるとか、爾後生殖能力がなくなると云う様な事は認められなかつた。γ線吸収量の単位をレントゲン(R)と称している。図-3, 4, 5にはγ線の到達量と距離の関係, γ線致死量, γ線のコンクリート壁厚による遮蔽効果を表わしている。短時間内における放射線の致死吸収量は約400Rであるから、もし無防護の人々が爆心から4200ftの距離にある時は、それ等の人々の内約半数は、原爆を受けてから1~2ヶ月の

い方々は原著を見られたい。

発行所 Paper-bound \$1.25 The Government Printing Office, Wash.
Cloth-bound \$3.00 The McGraw-Hill Co. N.Y.

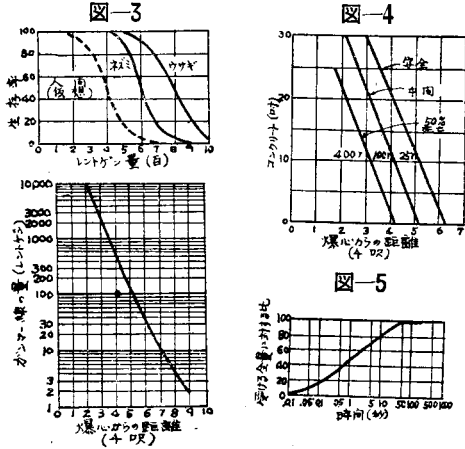


図-3 上図: レストゲン量と死亡率の関係
下図: 距離の影響

図-4 γ線に対するコンクリートの必要厚

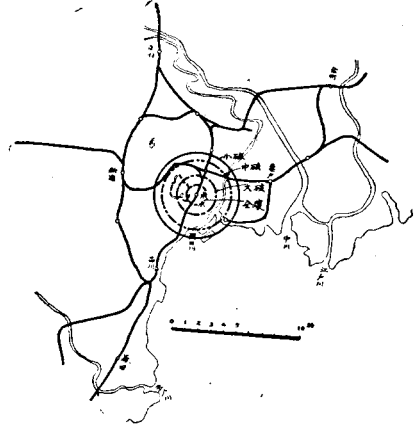
図-5 爆発後の時間と放射能を受ける割合との関係

間に死亡するであろう。そして残り半数の被災者は時期と共に完全に回復する。γ線吸収量 400R では50%の人々が死亡し、100R では大部分安全で、25R になつて完全に安全と云える。コンクリート以外の防護物の防護効果は、鉛が最も効果が良くてコンクリートの厚さの 0.14 倍、又締つた土では 1.7倍の厚さがあればコンクリートと同じ効果がある。大体 5' のコンクリート壁は γ線の透過量を半減する。故に 15' の厚さがあればその3乗即ち $(\frac{1}{2})^3 = \frac{1}{8}$ に γ線の強さを減ずる。

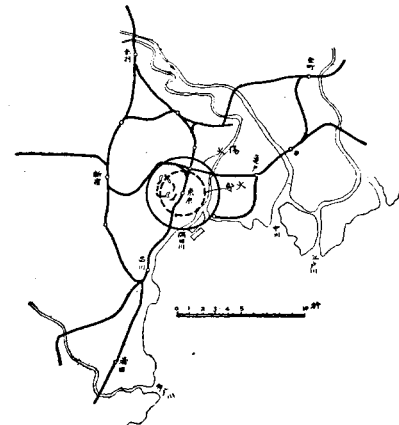
(7) 結語 原子爆弾は相当広範囲な地域の攻撃目標に対して落下されるであろう。即ち大都会で重要建築物の密集せる区域とか、数百エーカーに渉る工場地帯又は何万人と云う従事員が働いてゐる工場等であろう。324 哩の半径内に物的、人的に最も効果ある攻撃目標が集つている区域が狙われるであろう。今もし東京駅を中心として原爆が投下された時、今迄述べた原爆の各種効果に依る被害程度を東京都に当てはめて見ると図-6 の様になる。将来の戦争に於て或る区域に沢山の原爆を落下されると、その区域は相当期間残留放射能によつて立入危険となるが、不毛の地となつたりあらゆる動物の生殖作用が止ると云う様な憶説は真実ではない。

以上原子爆弾の概略を述べたが、将来我々の頭上に再びあの原子爆弾が裂炸する事は絶無とは云えない。若し我々の知識と技術を以てして我が同胞の生命と財産の損害を最小限に留め得るならば、広島、長崎の尊き犠牲者も亦地下に冥するであろう。尙詳しく調べた

図-6 東京都被害予想図
(1) 爆風による石工建築物被害範囲



(2) 熱線による被害範囲



(3) γ線による死傷範囲

