

2020 年 7 月 29 日号外

一般社団法人 被曝と健康研究プロジェクト
<http://hibakutokenkou.net/>

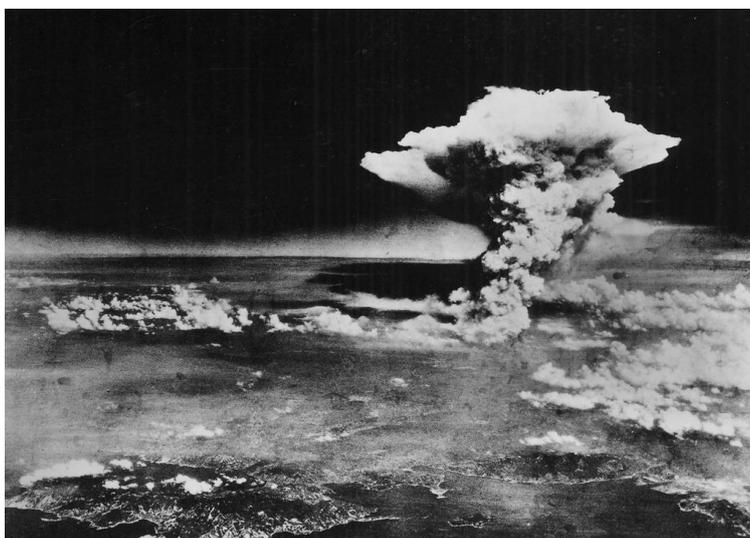
原爆「黒い雨」訴訟で画期的判決 広島地裁

内部被曝認め、原告 全員を被曝者に認定

「初めて司法で正面から内部被曝(ひばく)が判断された。歴史的瞬間だ」。広島大の大瀧慈(めぐ)名誉教授(69)＝統計学＝は29日、全面勝訴にわく原告が開いた集会で力強く宣言した。

また、訴訟に全面協力した、沖縄・琉球大学の矢ヶ崎克馬名誉教授は、その特徴は、(1)雨域で線引きをしていない。その周辺も含めて「放射能環境」としての位置づけをしている。(2)一切の線量論をしていない。(3)「黒い雨」降雨域は宇田雨域にとどまるものでなく、増田雨域、大瀧雨域を含め、より広範囲に「黒い雨」が降った事実を確実に認めることができる。(4)雨域の地区に居た住民を自動的に被曝者と認定することはせず、雨域外に外れていたとしても、原爆の影響との関連性が想定される障害を伴う疾患に罹患したという結果発生が認められれば、被曝者援護法1条3号に該当すると判断した、と言う。

矢ヶ崎氏に、「所感」と「論考」を寄せていただいた。



矢ヶ崎 克馬
「広島黒い雨訴訟」 全面
勝訴 所感 2 頁

< 論考 >
水平に広がる原子雲が
雨域を作った 3 頁

◀ 米軍機が撮影した広島原爆の原子雲

「広島黒い雨訴訟」全面勝訴 所感

沖縄県「つなごう命の会」 矢ヶ崎克馬

原告84人全員に対して「被爆者健康手帳を交付せよ」との明快な判決でした。

その特徴は、

- (1) 雨域で線引きをしていない。その周辺も含めて「放射能環境」としての位置づけをしている。
- (2) 一切の線量論をしていない。
- (3) 「黒い雨」降雨域は宇田雨域にとどまるものでなく、増田雨域、大瀧雨域を含め、より広範囲に「黒い雨」が降った事実を確実に認めることができる。
- (4) 雨域の地区に居住住民を自動的に被爆者と認定することはせず、雨域外に外れていたとしても、原爆の影響との関連性が想定される障害を伴う疾患に罹患したという結果発生が認められれば、被爆者援護法1条3号に該当すると判断。

いわば、「75年という長年間、いっぱい病気に罹って、大変でしたね。放射能環境の可能性のある地域に居て、被爆関連性の病気に罹ったという証拠がありますから、皆さんみんな被爆者です。」という、被爆者援護法の精神に基づく、司法の三権分立の名に恥じない気骨ある人道的判断です。実際に指定疾患に罹患していることを条件に下されているので、反対論者などが文句を付けにくい「全員勝訴」であるのです。

矢ヶ崎の行った陳述と意見書の主なものは、今まで無視されてきた「高度4kmに水平に広がる原子雲の存在」を、写真などの証拠で明確化し科学上の理由も明示したことがその一つです（3頁以降の論考をご覧ください）。その水平に広がる原子雲は大瀧雨域および増田雨域の広さと時間経緯をぴったりと説明できるものです。判決では明確に水平に広がる原子雲を認め、「黒い雨に関する専門家会議」の原子雲像とシミュレーション結果は信頼できないとして、大瀧雨域等の雨域が放射能環境であることの科学的裏付けとして採用されています。内部被曝の機序や危険性等々も受け入れられております。

この全員勝訴の広島判決が「被爆者援護法1条3号にいう「身体に原子爆弾の放射能の影響を受けるような事情の下にあった」とは、「原爆の放射線により健康被害を生ずる可能性がある事情の下にあったことをいうと解するのが相当」としているのは、非常に残念に思います。特に広島黒い雨と同様な境遇にある長崎被爆者は、「長崎原爆体験者訴訟」および「被爆地域拡大運動」で、当該地域にいる事により被爆者健康手帳を交付することを要求しています。

残念な理由は：

(1) 第一に、原爆症認定と異なって、「被爆者援護法1条3号にいう「身体に原子爆弾の放射能の影響を受けるような事情の下にあった」とは、発病が未だ具体化していなくとも、将来に於いて、あるいはその子孫が、放射線被曝と疑われる疾病に罹ることが懸念される、そのような恐怖も含めて「放射能の影響」を受ける事情を予防医学的に指していると解釈してきました。ですから、発病していることを理由に「被爆者認定」したのは、原理的に違和感を感じずるのです。

(2) 被爆地域の指定についての政治的土台は、

①アメリカ核戦略/核開発の都合上「原爆は、破壊力は大きいですが、放射能で投下後に被害を与え続けることは皆無である」との原爆の虚偽像を確立することを目的として、その概念実施のために被爆地域も設定された。

②その政治目的の達成は「科学陣」により「残留放射能の調査をしたが健康被害の影響は無い」とすることによってのみ、達成できる。すなわち科学が政治的に利用されるプロセスを通じて初めて政治的プロパガンダが成立しうる。あたかも科学を実施したかのように振る舞い、真実と異なる結果発表をさせる。それによ

つてのみ事実を歪めた政治目的は達成しうるのです。

そのような虚偽の上に現状の「被爆地域」が設定されました。

被爆被害者のたたかいは、その虚偽に対して客観的事実を主張することに徹してきたのです。

③現状の被爆地域指定は内部被曝を無い事として、投下後の被爆環境が台風等で現場保存が出来ていない状態で放射能を測定させた上で設定されたからです。

枕崎台風等で床上1mの大濁流に襲われた後、土壌の放射能汚染がほとんど洗われて無くなった後で、一斉に測定させ、「放射性降下物をはじめから健康被害を与えないほどに少なかった」と「科学者」を名乗る「政治的下僕」に言わせた状態での地域設定でした。

現状の地域設定は虚偽の上の産物なのです。科学が「学問の自由」を発揮した状態で、被爆地域を設定していたら、必ず黒い雨地域も被爆地域に設定されたはずです。なお、投下後年月をおいて測定する放射線量は「被爆した証拠」にはなっても定量的な被爆環境推定材料ではないのです。

今回の判決は、そのような意味で原則を外していると判断し、とても残念な側面がありました。画期的ではありますが、大きな問題点を残しました。今元気である住民もやがて皆さん寿命を全う致しますので、課題は被爆2世に引き継がれることとなるでしょう。

長崎の『被爆体験者訴訟』が出発670名、途中でお亡くなりになる人120名、2007年に出発し、第1陣、第2陣と分かれて法廷闘争をしましたが、結局は惨めな完全敗訴でした。

裁判長に司法の独立/三権分立などという司法の民主主義上の責任感はなく、「政府見解」を客観的に検討する気骨も無く、ただ権力に従う、権威主義が目立つ姿勢でした。福島原発事故後山下俊一などが言い出した「100ミリシーベルト以下は臨床的には被害が認められていません」という世界の科学常識を逸脱したドヒドイ「政治キャンペーン」に立脚していること。法的根拠の無い「裁判官の設定した恣意的線量基準」が判決基準でした。これらにより敗訴しました。長崎の被爆体験者2回目訴訟、がんばれ！です。

<論考>

水平に広がる原子雲が雨域を作った

§ 1 はじめに

(1) 「圏界面2」

広島・長崎の原子雲は「キノコ雲」として知られる。しかし「キノコ雲」の全体の高さのおよそ4分の1くらいの高さ（～4km）に展開する「水平に広がる原子雲」は広島でも長崎でも無視あるいは対流圏と成層圏の圏界面（「圏界面1」とする）での現象と混同して扱われてきた。高さ4kmは「圏界面1」と見なすことは出来ない。圏界面1と圏界面2での現象が混同され、この水平原子雲の成因についても語られてこなかった（詳述§2）。

本論文で命名した「圏界面2」は地上風と偏西風の境界であり、気象学的には圏界としての定義には含まれていない。論理的取り扱い上、「圏界面2」と命名した。広島・長崎原爆投下時点で共通してこの高度で地上風圏より偏西風圏の温度が高くなっていたことが論理的に帰結される。おそらく季節あるいは気象条件によってはこのような温度関係は逆転するであろう。

高度4kmに広がる水平原子雲の存在はキノコ雲の中心軸の温度構造と浮力を考慮することで明確になる。浮力と大気温度との関わりを科学的に考察することにより、水平の原子雲のみならず、一般の積乱雲と原子雲の違いがより明瞭に浮き上がる。

(2) 黒い雨・降雨

「黒い雨」については、「その本体は原爆により発生した二次火災による「煤」であり、」と主張されるが、事実はその限りでは無い。金属あるいは酸化物などの微粒子が集合すると概ね黒くなる。筆者の経験によると金属薄膜などを「蒸着」という方法（金属あるいは合金等を真空中で高温にして蒸気として飛ばしてターゲットにくっつけるやり方）で薄膜を作るが、ターゲットあるいは周囲に蒸着した粒子の色は概ね「黒」と表現して良い。放射性微粒子は原爆の爆弾管体を全てプラズマ化して冷却過程で互いによつかり合っ生成成、原子の並びも整然とした者ではない。放射性微粒子は鉄などを主体とした多種の原子を含み、微粒子は黒いと判断できる。したがって火災の煤を含まなくても、放射性微粒子を核に含む雨は黒い必然性がある。

黒い雨の源因は、放射性微粒子、巻き上げられた粉塵、火災の煤などが絡み合っていた。

さらにショックフロント（超高压衝撃波）により大気は断熱圧縮に引き続き断熱膨張を受ける。大気が過飽和あるいは飽和に近い状態で水分を含むならば、ショックフロントにより降雨がもたらされた可能性がある。巻き上げられた粉塵が核になって雨滴が生じ安くなる効果もある。さらに局所的には川の上の湿度の高い状態や小地域風も関与していたと思われる。

(3) 科学と原爆被害者の人生

原爆投下から75年も経た今、「原子雲の構造とでき方」解明は何の価値があるのか？と問われる。

現在に至るまで被曝地域の拡大を求める原爆被災者が、健康被害を訴え、法の下での平等と真実を求める運動が続いている。ヒロシマでは「黒い雨」雨域にあった原爆被災者の、長崎に於いては「被爆体験者」の原爆手帳請求裁判が被災者の生涯を貫いて行われている。世界で一番長期に渡る「反原爆運動」だろう。

これらの人々の実体験を法的に受け止めることが出来なく、かつ彼らの願いを断ち切ってきた要因の一つに、原子雲の物理的理解さえ達成されていない科学上の問題があった。

実はこの水平に広がる原子雲の存在を明確化することにより、広島における「黒い雨」雨域や放射能環境、長崎のマンハッタ調査団の記録が初めて全体的描像を得る。逆に言えば、この水平に広がる原子雲の存在を確認しなかったために「黒い雨」雨域や放射能環境が曖昧に処されてきた。

(4) 水平に広がる原子雲についての歴史的認識

政府見解に大きな影響を与えた「黒い雨に関する専門家会議（座長は重松逸造氏）報告書」が原子雲のできた主たる原因を爆風の反射波(Afterwinds)とし、頭部のドーナツ型部分の真ん中を上向通風（地上からの風）が突き抜けるとするモデルで、雲の高さを8kmとして、被爆地域を主としてストークスの方法で見積もり、過小評価を行った。構造的には「キノコ雲」を特徴付ける大きな頭部と細い軸のキノコ構造を捉えていないことに加えて、当論文で論ずる水平に広がる原子雲は完全に無視されている。結果として彼らの原子雲像は高さで2分の1、広がる面積で8分の1に過小評価をして放射能汚染区域の広さを試算している。それが宇田雨域を支持するとされた。

専門家会議は、米軍が砂漠で実施した原爆実験の放射能の分布などのモデルを、乾燥地帯と多湿地帯の環境の違いを考慮せずに、機械的に適用など科学マナーに根本的誤謬がある。

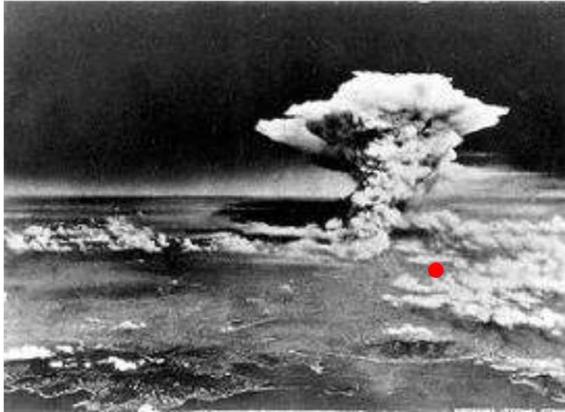
また、分析上の視点について言及すれば、上昇気流の物理的理由である「浮力」という概念は使用していない。「上昇気流」と言うとき、多くの場合は現象のみを指しているのであるが、「浮力」は、気団を取り巻く周囲の空気密度（温度と直結する）との関係が思考の対象に必然的に入り込む。本論文は「浮力」を思考対象に捉えている。

§2 米軍撮影の写真から何が読み取れるか

(1) 広島原子雲

写真1に米軍機が撮影した広島原爆の原子雲、写真2に長崎原爆の原子雲を示す。原子雲の写真は広島では1時間後に撮影された。

写真1 広島原爆 ほぼ1時間後。撮影場所は爆心地から約56km(東に33km, 南に45km)の地点であり、撮影高度は8680mとされる。



← 境界面1
← 境界面2
← ● 爆心地

馬場氏等は太陽の方位角と高さ、陰の出来方などを分析した結果、撮影されたのは1時間後としている。火災が本格的

に始まる前の撮影である。爆心地は図中に示した赤丸の位置とされる。写真での原子雲中心軸は爆心地より奥方向左にずいぶんずれ、その中心軸を中心に水平に広がる水平原子雲が同心円的に展開する(頭部の陰を移していることで円形雲の存在が明瞭である。左半分は円形であることが判別できるが、右半分は見えにくい)。水平原子雲は頭部の影をそのまま映し出している。以後水平原子雲と言うときこの雲を指し、頭部の広がりを目指すも

のでは無い。

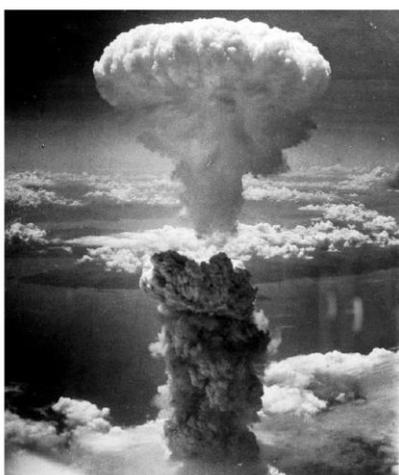
水平原子雲より上側の中心軸は画面右、すなわち東方向に傾く。これは水平原子雲を境目として下と上で風向きが異なることを示している。風向きが異なることすなわち風域の境界であることが水平原子雲の展開を読み解く鍵となる。

中心軸の移動を裏付ける水平原子雲の下の方角は当時の地表風(南東～南南東の風)と一致し、水平原子雲の上側の傾きは東側であり偏西風と一致している。よって、水平原子雲が展開する高度を地表風と偏西風の境目として「境界面2」と命名した。なおこの高度は約4kmで対流圏と成層圏の境界「境界面1」より低いものである。

さらに原子雲の頭部は、図中「境界面1」とした高さで水平方向に広がり、頭部の中心の部分はさらに少し上まで上昇し、水平に頭打ちされている。なお、頭部の基本部分の球形の広がりには境界面に達して広がったものではない。境界面1で広がるのは、その周辺に薄く広がった部分である(長崎原子雲との比較で明瞭となる)。「境界面1」ではまず大気温度が一定となりさらに上空は高度と共に気温は上昇する。浮力が消失する温度構造がある。

馬場氏等によると原子雲の高度は約16kmとされる。これを元に写真画面から頭部の球形半径は6.4km、「境界面1」での広がり半径は9.6km、「境界面2」の水平原子雲直上の中心軸半径は2.7kmと読み取れる。また、水平原子雲高度はおおよそ4.0kmである。

さらに、原子雲中心軸の爆心地からのずれを、北西～北北西方向として、約10kmと読み取った。報告されている南東～南南東の風(風速3m/秒)から計算できる結果は1時間後の中心軸の位置は北北西に10km移動しており、写真から読み取れる距離と一致する。なお、写真から読み取れる水平原子雲の半径は15～18kmである。水平原子雲の半径及び位置は増田雨域及び大滝雨域と基本的に重なる。



← 境界面1
← 境界面2

(2) 長崎原子雲

写真2は長崎原子雲である。40分程後の撮影である。頭部は厚めのある円盤上であり、いくつもの縦の縞が見える。気流の構造が上下に展開していることを示す。広島原子雲写真1に見られたり、通常の積乱雲が対流圏と成層圏の「境界面1」に達したときに現れる横への広がりは見えない。なお、米軍が投下したときに撮影した動画等によれば、原子雲発生直後から、頭部の広がり中心軸より遙かに大きく、激しくトロイド状に上から吹き出し頭部直下へ潜り込む流れを示している。この縦縞はその動画に示される様子と一致

写真2 長崎原子雲 ほぼ40分後 米軍機より。

している。この写真の頭部の横への広がり「圏界面1」によるのでは無いことを示す貴重な現場写真である。なお、投下直後は水平に広がる原子雲は無い（写真3）。

水平に展開する原子雲が同心円的に広がっている。水平原子雲の下の原子雲中心軸は太く、上側の中心軸は細い。投下後約15分後に香焼村から撮影された写真には発達途中の水平に展開する原子雲の明瞭なフロントがほぼ円形に展開している。これと写真2を考慮すれば、投下後30分では半径15km程度まで広がっていたものと判断する。

水平原子雲の下の中心軸の太さは水平原子雲の上部の中心軸より明瞭に太い。このことは水平原子雲の成り立ちを解明し、周囲の気温構造に関連する、第一次的情報である。この高さが「圏界面2」である。原子雲に乱れが少ない。見かけ上真っ直ぐ立って見えるが、水平原子雲の下の中心軸は若干傾いている。地上風が西～西南西、上空の風が西風と記録されているが写真撮影の場所は爆心地の北東（風下）からである。地上風も偏西風も共に西（～西南西）風であり、原子雲が風になびいていても写真には現れにくい角度からである。

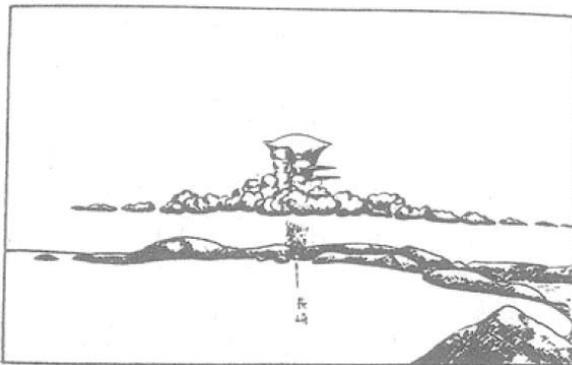


図1 長崎原子雲 温泉岳測候所のスケッチ¹⁷⁾。
11:40 とされる。

長崎原子雲のスケッチ記録がある。温泉岳（雲仙）測候所は爆心地からほぼ東に約30kmの位置にある。

温泉岳のスケッチには水平に伸びる雲底の上のカナトコ雲が記載されている。スケッチ時刻は投下後45分とされる。左右ほぼ対称である。この水平に広がるカナトコ雲は写真2の原子雲頭部と水平に広がる原子雲と一致する。一緒にスケッチされている地形から読み取ると、水平原子雲の厚い部分は半径15kmほど薄い部分は半径30km程度にまで伸びている。

カナトコ雲の雲底の高さは石田氏によれば「**温泉岳に流れてきた雲から推定して1200～1300m**」とあるが、

スケッチを上下左右同じ縮尺で描かれたと仮定すると、水平方向の広がり尺度を用いてカナトコ雲底部はおよそ4kmと計算される。これは「圏界面2」の高さを示し、広島原子雲の高さと一致する。

同様に原子雲最高部の高さは13km程度とスケッチ図から計測される。長崎市平和・原爆によれば、原子雲の上昇速度について「約8分30秒で9000m」等と記録されていることを合わせれば妥当な値である。

なお、このスケッチと合わせて写真2を読むと、頭部の半径は9.7km、中心軸半径は水平原子雲の下では2.5km、上では1.6kmと算定できる。

§3 浮力について

(1) 浮力——重力下の気体同士の相互作用

- ① 気体を構成する分子等の速度は気体の温度が高いほど速くなる（エネルギー等分配の法則）。
- ② 気体を構成する分子（微粒子）は互いに弾性衝突を繰り返すので、同じ圧力下では温度の高い気団分子同士の平均距離は長くなり（体積が増し）密度は低くなる（ボイルシャルルの法則）。
- ③ 同じ種類、同じ体積の気団を比較すると温度の高い気団の密度は低く、その体積に含まれる分子等が少なくなるので、重力は小さい。
- ④ 重力下に流体（気体、液体）がある場合は、ある基準面からの高さが増すと原子・分子等の高さによる位置エネルギー分だけ原子・分子の運動エネルギーが少なくなる。すなわち熱力学的速度が小さくなり、及ぼす圧力が小さくなる。したがって、気体中に、ある空間を想定すれば、その空間は下から受ける力が大きい。

- ⑤ 対象とする気団が周囲の空気と同じ温度を持つとき、その気団自体の重力が周囲から突き上げられる力と同じであるために力学的運動（上昇あるいは下降）は何も起こらない。
- ⑥ しかし、その対象気団の温度が周囲より高いときその気団の密度は小さいので気団自体の重力は周囲から受ける上向きの力より小さくなる。よって高温の軽い気団は上昇する力を受ける。これが浮力である。逆に対象気団の温度が低く密度が高く重いときは下降する。
- ⑦ 浮力は高温気団の重さと、その占める体積分の周囲の気体の重さの差（重力の差）だけ上向きに力を受ける。
- ⑧ 浮力は周囲の空気との相互作用であるので、周囲の空気の温度の高度依存に異変があれば、浮力事情も異変を生じる。

（２）原子雲の形を決定する要因

< 1 > 熱源

① 高温気団（元火球）

高温気団そのものが熱源であり、もし重力が無ければ点対称の熱放射を行う。点対称である熱源が強烈な浮力を持つので高速で上昇し流体運動を巻き起す。高温気団の通過した後の場所ではそもそもの熱源は既に無く、下方に後流を作る。Wikipediaによるとキノコ雲は「水蒸気を含んだ大気中へ、膨大な熱エネルギーが局所的かつ急激に解放されたことによって生じた非常に強力な上昇気流によって発生する、対流雲の1種である」と紹介されているが曖昧な表現であり、「熱源（高温気団）の急速上昇による」ことが原子雲の生成起因である。地上の一定地域に熱源を固定した場合の上昇気流による積乱雲とは著しく異なる。

初期に於いて高温気団は核分裂で発生する全放射性物質を含む。放射性崩壊により放射線が発せられ、その際多大な発熱がある。この発熱はその浮力を増強させる。この熱は特に高温気団が強い浮力を持ち続ける一因となろう。この条件で、どのような気流が発生するか？それが写真2で読み取れるトロイド状（ドーナツ状）循環気流となる。原子雲の形成と放射能の拡散を読み解くキーポイントである。

② 熱線で高温になった爆心地地表

爆心地の地表は熱線で 3000～4000℃に熱せられた。ここで作り出される上昇気流は一軸的であり周囲の湿った気流を巻き込んで上昇させる。熱量の規模は、火球が断熱膨張して高温気団に変化する時点では、圧倒的に高温気団の熱量が大きいと推察する。

爆心地地表の高温で作り出される上昇気流は高温気団の作り出す後流と協力的に合体し、中心軸を形成すると考えられる。これは①の高温気団でむしろ上から吸引される様な気流と合体するので、特に中心軸に上昇気流が集中する。本論で考察する時間帯は投下後 1 時間程度まで。投下直後火災は発生したとされるが、大火災が始まる前の時間帯である。

③ 凝結した水の潜熱放出

これは蒸気①、②が1次的熱源であるのに対し、それに巻き込まれた空気中の水分が凝結する際に潜熱として放出される熱である。浮力をやはり増加させる。上記①、②で述べた熱源の条件に従って与えられた対称性の元に協力的に上昇気流を発生させるのである。

空気の上昇に伴い温度が低下し1 km 上昇するごとに 6.5℃低下する（大気温度減率：6.5K/km）。当該気団の温度が露点より低くなると水の凝結と夥しい潜熱（発熱：2257 k J/kg）が生じ、この発熱がさらに浮力を増加させる。

通常地表の固定された場所の熱で発生する上昇気流では、上向きの一軸的上昇気流を生じさせ、それに地表の高温多湿の空気がまきこまれるので水分が多い空気集団の発熱となるのである。また、原子雲とは異なる条件は、雲が自由空間に発生し伸びていくことである。それに対し、原子雲は流線が中心軸に集中するという特徴がある。

高温気団には大量の放射能が含まれ、放射性微粒子自体が電荷を帯びることと放射線による電離により

水分子に対する大きな凝縮効果を持つ。したがって、放射能を含む気団の露点は、放射能を持たない気団の露点より高いと推察される。通常より高い温度で雲を発生させるのである。

原子雲の場合は、高温気団が作り出す流線は上述したように最初にトロイドで巻き込む空気が、高度が高く既に冷却した状態であり水分含有量が低下している空気を巻き込む。それ故、地表に固定された熱源が、高い温度の湿った空気を上昇させて、それに伴う多量の雲を発生させ、潜熱の放出が大である時と比較して、それらの規模は小さいと判断される。

「どのような気流が作り出されるか」に従い、凝結・雲生成および潜熱放出は現れる。それがどのような構造を取るかが考察ポイントである。

<2>連続性

流線に沿った流管のどの断面に於いても流体の質量流量（単位時間あたりに断面を通過する質量）は常に一定である（流体の連続性）。中心軸を流管としてみた場合、上部にある高温気団に流れは常に引っ張られることになる。爆心地地表の高温によって作られる上昇気流は流管の中の上部から引っぱられる流れに対して連続性を保たなければならない。一般の積乱雲が自由空間に展開するのに対して、原子雲の地表から頭部にいたる空間の雲の出来る形態は中心軸に集中するだろう。

<3>周囲の空気の気温

周囲の気温と高温気団などの温度との関わりで浮力が決定づけ等得る。本論文では周囲の気温が異変を起こす2つの境界があることを論理的に明らかにする。それは高度4km程度での地表風圏と偏西風圏の境界である「圏界面2」と対流圏と成層圏との境界である「圏界面1」である。「圏界面2」では、高度4kmにおける地表風圏の温度より偏西風圏の温度が高いことが重要である。

§4 きのご雲（頭部と中心軸）の形成—熱と放射能が中心軸に集積—

図2に、以上の考察に基づいて、きのご雲（原子雲頭部）の形成メカニズムと原子雲中心軸に熱と放射能が濃密に移行することを図解する。

（頂点は高温気団）原子雲形成の全ての源である高温気団が最高部である。トロイド状の雲を形成する。

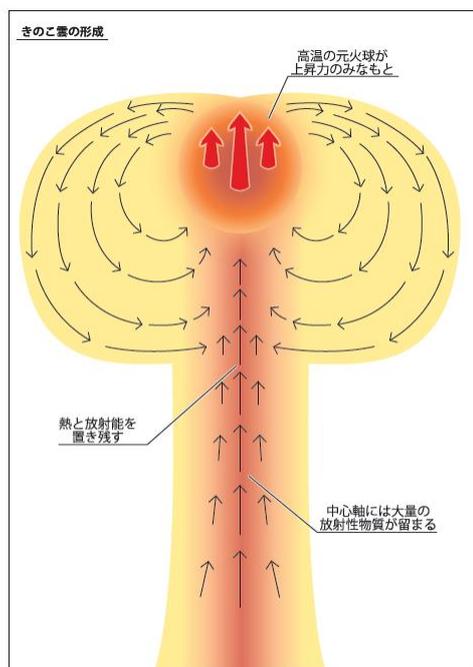


図2 きのご雲頭部の形成と中心軸

（原子雲頭部のメカニズム）

通常の積乱雲の形成は地表に平面的に固定された熱源を機動力にして周囲から流れ込んだ暖かい多量に水分を含有する湿った空気が、断熱膨張、温度低下、凝結、潜熱放出という発熱が、（一軸的な）上昇気流と合力して雲を自由空間に連続的に生長させる。原子雲の場合はそれとは異なる雲の構造を与える。

高温気団はかなりの速度をもって上昇する（約8分30秒で9000m）。

高温気団の直上の冷えた空気は高温気団の熱に会い、急速に熱力学的速度が上昇し膨張するので急上昇する高温気団からは横方向に広がる粒子の流れが形成される。頭部の急速上昇に伴い高温気団直下は気圧が低くなり、そこへ頭部最上部からの吹きだしが流れ込む。よって気流はトロイド状の循環を行う。高温気団の直下には熱と放射能が置き残される。このとき巻き込まれる空気は高度が高いだけ、温度が低下しており、地表の暖かい多量に水分を含有する空気より

含有する水分の量は少ない。凝結に伴う潜熱放出による雲の増幅は通常の積乱雲より少ないと考えられる。そして頭部直下に置き残された気団は浮力を持つ中心軸を形成する。

ここで通常の積乱雲は地面近くの温度の高い多湿空気が上昇し自由空間に展開して冷却されていくのに

対して、高熱気団の巻き込む周囲の空気は高さなりに冷えている空気が、上昇してきた高温気団によりいきなり加熱される。

(中心軸の形成)

高温気団の激しい上昇により、中心軸の流体は強く上方に引っ張られる力を受ける。流体の連続性維持により、より下方の流体の動きと連続性を保つ。すなわち高温気団が上昇に伴い置き残した後流は下方からの上昇気流と合体する。地上からの上昇気流が拡散せず中心軸に集中する物理的原因である。

爆心地地表が高温に熱せられたことによる上昇気流は、中心軸という流管内に上から引っ張られる力がある故に、中心軸に集中する。頭部の高温気団に引かれる流体が流れの連続性を保つために空気(雲)の流れは中心軸に集中する。これが原子雲頭部と中心軸の形成、いわゆる「キノコ雲」の生長原理である。

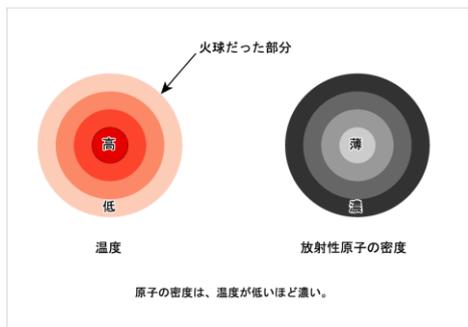
爆心地地表の高温化は半径2km程度と考えられるが、長崎の原子雲(写真2)の水平に広がる原子雲の下側では半径が約2.5kmと読み取れ、大きさの規模でつじつまが合う(広島の写真1からは読み取れない)。

なお、時間経過と共に温度分布が落ち着いて準定常状態となると周囲から冷却されるので原子雲中心軸は中心ほど高く外側で(半径にしたがって)低い温度となり同一水平面内では中心対象を取るようになる。

§5 高温気団内部の温度分布

高温気団の内部に温度分布があればそれに伴い気体密度の差が生じ、浮力の大きさの差が生まれる。温度勾配と放射能の分布の様子を図3に示す。

雲が出来て準定常的な状態になると、高温気団の中でダイネミックな粒子の運動があるが、熱的には中心ほど温度が高い状態が保たれる。図3のように中心部分ほど温度が高い事情は原子雲の頭部だけでなく中心軸にも当てはまる。準定常状態になれば原子雲中心軸でも中心ほど温度が高く、周辺ほど温度が低い対称性



ができ上る。この構造をもって、①広島原子雲の頭部の構造が理解できる、②「圏界面2」における広島・長崎両原子雲が水平に広がる原子雲を持つことが理解できる。

§6 水平原子雲の形成—「圏界面2」の存在—

(1) 大気温の不連続性

広島原子雲(写真1)および長崎原子雲(写真2)、および香焼村からの撮影により水平原子雲の存在は明らかである。

① 水平原子雲の上下で中心軸の傾きが変化する、②中心軸の太さが水平原子雲の上部では細くなる、③水平原子雲の高度は広島、長崎共にほぼ4km程度である、ということが判明している。この高

度で大気温度構造に不連続があることが必然的に示唆される。

対流圏では空気の温度は高さが増すにつれて低くなる(1kmで6.5℃)。当日の朝の広島の地上温度は26.7℃と報告されている。4km上空の気温は0.7℃程度である。上空に地表風より高い、すなわち0.7℃より高い温度の偏西風(偏西風に限定する必要はないがとにかく上空の西風)が吹いていれば写真1, 2を矛盾なく説明できる。この空域を偏西風圏と命名しこの境界を「圏界面2」とする。

地表風圏から偏西風圏に切り替わる高度:「圏界面2」:で大気温度が不連続的に高くなると、「圏界面2」で浮力事情に異変が生じる。

中心軸の出現した直後はこの高度での中心軸温度が全体的に高いので、異変(水平原子雲の出現)は生じない。写真3は原爆投下直後の米軍による写真である¹⁵⁾。未だ水平に広がる原子雲は無い。



写真3 原爆投下直後の原子雲（長崎）¹⁵⁾

「圏界面2」の高度で、準平衡状態に達した中心軸の外周部分の温度が偏西風圏の温度より高いときには異変は生じない。時間がたって、その高度での中心軸自体が冷えていき、中心軸外周部分の温度が、偏西風圏の温度と一致したときこの部分は浮力を失う。この外周部分は圏界面より下の地上風圏では浮力を持つので、下から突き上げる形で「圏界面2」に押しかける。この下からの力に押されて外周部分は水平に同心円的に繰り出すこととなる。これが水平に広がる原子雲である。投下後15分とされるが、香焼村で撮影された原子雲には、非常に明確に、水平に広がる原子雲の円形フロントが映し出されている。

この原理的説明図を図4に示す。

図4 水平原子雲の形成原理と高温気団上昇停止のメカニズム

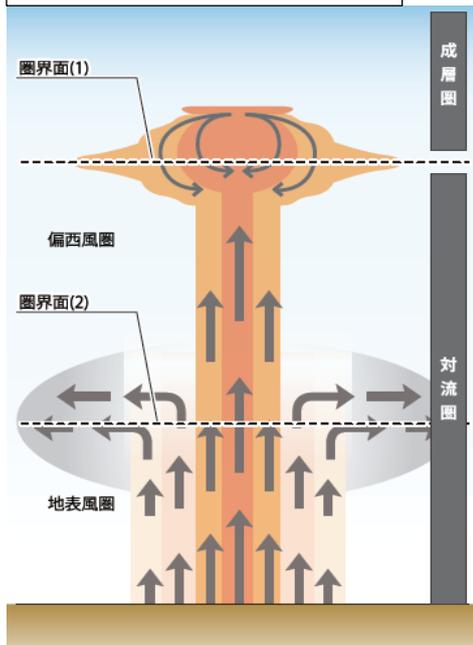


図4は中心軸の太さが「圏界面2」で減少することと、水平の原子雲の生成原理を図示している。縦矢印は浮力の大きさと流れの方向を示している。頭部の丸い線で示した矢印は頭部周囲の流れを示す。

図示した原理で、水平方向の原子雲が広島でも長崎でも半径15～30キロメートルに展開していく力学的原因である。この水平原子雲の成長は原子雲中心軸の形成後に時間的には少し遅れて出現する。

原子雲頭部の上昇が停止する高さは、大気温の高度依存性が変化する対流圏と成層圏の境界面すなわち「圏界面1」で生じる。広島原子雲(写真1)を参照にして表記した。まず圏界面1で高温気団外側部分の上昇が停止し水平に繰り出す。圏界面より上まで突き抜けた中心部分は成層圏で高度と共に気温は上昇するので程なく同温度となり停止する。最終的に原子雲の上昇が停止する。

なお、降雨は本論文で取り上げた水平に広がる原子雲と中心軸あるいは頭部からの降雨および放射性微粒子を考察すべきである。

§7 まとめ

広島・長崎原子雲写真等を分析した結果得られた新たな知見は以下のとおりである。

(1) 「圏界面2」： 地上風圏と偏西風圏の境界。高度は広島・長崎共に約4km。地上温度が26℃くらいとすれば偏西風の温度が概ね摂氏表示でプラス温度であれば偏西風圏の方が高温となり「圏界面2」が形成される。

(2) 「圏界面2」の上下： 原子雲の風になびく方向はそれぞれ地上風と偏西風の向きによる。「圏界面2」の下は北北西、上は東(広島)。長崎では上下共に東方向付近と見られる。中心軸の太さは「圏界面2」より上が下より細い(長崎)。広島は判定不可。

(3) 水平に広がる原子雲： 「圏界面2」での水平に広がる原子雲は半径15km～18km(広島)、15km～30km(長崎)。「圏界面1」での広がりは一規模(広島)。なお、写真2の時刻では長崎原子雲頭部は未だ「圏界面1」に達していない。

(4) 浮力： (①「圏界面2」) 中心軸の外周部分が浮力を失う(中心部分は浮力を保持し上に突き抜ける)。(②「圏界面1」) (広島) 原子雲頭部の外周部分が浮力を失い水平に広がる。頭部の中心部分は浮力を維持しさらに上昇し、頭打ち状態となる(一直線にカットされている)。

(5) 原子雲を特徴付ける要因： ①急速に上昇する熱源(高温気団)。②加えて、爆心地が熱せられてできる上昇気流は上から高温気団により作り出される後流である中心軸に連続する。

◆参考文献 (省略)

(琉球大学名誉教授)

<振替用紙は「LETTER」購読、ご寄付にご使用ください>
ご意見は、一般社団法人 被曝と健康研究プロジェクト代表 田代真人へ
masa03to@gmail.com 〒325-0302 栃木県那須町高久丙 407-997 ☎0287-76-3601

