

黒い雨に関する専門家会議報告書

平成 3 年 5 月

黒い雨に関する専門家会議

はじめに

昭和20年8月、広島市上空で爆発した原子爆弾の放射線は、爆発後1分以内に空中から放射される初期放射線と、それ以後長時間にわたって地上で放射される残留放射線の2種類に分けられる。後者には核分裂生成物の放射能、未分裂核爆発物質の放射能及び中性子線による誘導放射能が考えられている。

爆発直後から数時間にわたり広島市内及び周辺地域に、いわゆる黒い雨が降ったが、この黒い雨には核分裂生成物や未分裂核爆発物質が含まれている可能性があり、残留放射能の有無について検討されてきた。原子爆弾爆発後数ヶ月以内に学術調査団が行った調査や昭和51・53年度の厚生省の調査による土壌中の残留放射能の測定がそれである。一方、黒い雨降雨地域については宇田調査報告（昭和28年）と増田調査報告（昭和62年）とがある。

広島の残留放射能による被爆が住民の健康に影響を与える量であったかどうか、また、黒い雨降雨地域が正しく判定されているかなどを検討することは非常に重要なことである。

広島県・市は、この問題に関して「黒い雨に関する専門家会議」（委員等名簿別紙）を設け、昭和63年8月以来、10回の会合を持ち検討を重ねてきた。ここに、その結論を報告する。

平成3年5月

黒い雨に関する専門家会議

黒い雨に関する専門家会議委員等名簿

氏名	所属・職	備考
丸山 隆司	科学技術庁放射線医学総合研究所 物理研究部物理第三研究室長	
澤田 昭三	広島大学原爆放射能医学研究所 教授	
鎌田 七男	広島大学原爆放射能医学研究所 教授	
吉川 友章	気象庁気象研究所 応用気象研究部第三研究室長	
熊取 敏之	(財)放射線影響協会 理事長	座長代理
重松 逸造	(財)放射線影響研究所 理事長	座長
阿波 章夫	(財)放射線影響研究所 遺伝学部長	
秋山 実利	(財)放射線影響研究所 放射線生物学部長	
堀越 一彦	広島県環境保健部長	
矢野 周作	広島市衛生局長	

オブザーバー

長友 恒人	奈良教育大学 教授	
本間 泉	厚生省保健医療局企画課課長補佐	

目 次

1	目 的	1
2	検討の背景	1
3	検討経過の概要	3
4	検討の要約	5
5	まとめ	7

1 目 的

原子爆弾投下直後に降った黒い雨の実態と、その雨に含まれていた放射能による人体への影響について、現時点で科学的・合理的に解明する方法の有無、及びその有効性について検討する。

2 検討の背景

(1) 広島原子爆弾投下直後に降った黒い雨に関する調査報告としては、昭和20年8月から12月にかけて広島管区気象台が中心となって調査し、宇田道隆気象技師らがまとめた「気象関係の広島原子爆弾被害調査報告（原子爆弾災害調査報告集 昭和28年）」がある。

これによると、広島原爆による驟雨は、「特に局部的に激烈顕著でかつ比較的広範囲で、長径19km、短径11kmの楕円形乃至長卵形の区域に相当激しい1時間乃至それ以上も継続せる驟雨を示し、少しでも雨の降った区域は長径29km、短径15kmに及ぶ長卵形をなしている。」と報告されている。

(2) 国（厚生省）は、昭和51年9月に大雨地域を健康診断特例区域に指定し、当時その区域にあった者は、被爆者と同様の健康診断が受けられる特例措置を講じた。

この健康診断特例区域からはずれた地域の住民から不満の声があがり、現在も広島県・市は黒い雨降雨地域全域を被爆地域に指定するよう国（厚生省）へ要望している。

(3) 国（厚生省）は、昭和51・53年度に爆心地から半径30km範囲の107地点（爆心地から2kmごとの同心円と爆心地から放射状に8方向に引いた線と交わった地点）の土壤中の残留放射能（セシウム137）調査を実施した。

その結果、残留放射能の算術平均値及び標準偏差は $68.36 \pm 37.47 \text{mCi/km}^2$ であった。これは、原水爆実験からの放射性降下物を含むものであり、広島原爆に起因すると思われる明らかな放射能は認められなかった。また、黒い雨降雨地域にも

他の地域との有意差は認められなかった。

(4)昭和55年12月、原爆被爆者対策基本問題懇談会(座長 茅 誠司)から「原爆被爆者対策の基本理念及び基本的在り方について」意見書が出され、その中で「被爆地域の指定は、科学的・合理的な根拠のある場合に限定して行うべきである。」と示された。

(5)昭和62年5月、元 気象研究所の増田善信氏が「黒い雨は、北約40km、東西約25kmで、従来言われていた地域より広い範囲に降った。今後の調査によっては、更に広がる可能性がある。」と日本気象学会で発表した。

その後、現地で証言の聞き取りやアンケート調査等を実施し、それらの資料を加えてまとめ、「黒い雨降雨地域は北西約45km、東西約36kmにも及び、従来言われていた地域の約4倍に広がっている。」と、日本気象学会機関誌「天気」(平成元年2月号)に発表した。

(6)これを契機に、地元住民の関心も高まり、関係団体等から被爆地域の拡大を要望する運動が起きた。

こうした地元の意向を踏まえて、昭和63年8月、広島県・市は、黒い雨に関する専門家会議を設置するに至った。

3 検討経過の概要

第 1 回 (63.8.25)

① 座長選出

座長・・・重松委員

座長代理・・・熊取委員

② 黒い雨降雨地域問題の経緯及び概要説明

③ 今後の検討の進め方を協議

今までの調査研究や現在研究されているものについて、当面その研究者から説明を聞く。

第 2 回 (63.10.4)

調査・研究内容等の聴取

○ 気象シミュレーション計算による線量推定方法について紹介された。

○ 気象学的調査の方法とその可能性について報告された。

○ 昭和51・53年度土壌調査データと宇田・増田両降雨地域との相関の有無について報告された。

○ 屋根瓦の残留放射能調査結果について報告された。

第 3 回 (元.2.6)

調査・研究内容等の聴取

○ 人体への影響調査、特に体細胞突然変異及び染色体異常頻度による被曝線量の推定方法について紹介された。

○ 気象シミュレーション計算による放射性降下物の濃度分布の算出結果について報告された。

第 4 回 (元.4.10)

今までの検討内容を整理し、今後の検討方針を協議

次の3点について具体的検討を進める方針を決定した。

○ 広島原爆による残留放射能の残存の有無

○ 気象シミュレーション計算による放射性降下物の降下状況

○ 体細胞突然変異及び染色体異常頻度による人体影響の有無

第 5 回 (元.6.5)

① 調査報告

○ 昭和51・53年度土壌調査データを見直した結果が報告された。

② 検討課題の追加

○ 広島 of 気象シミュレーション計算手法を物理的残留放射能測定が行われている長崎に適用し、この手法が妥当性をもつかどうかを検討する。

第 6 回 (元.10.17)

① 調査報告

○ 広島 of 気象シミュレーション計算手法を長崎の場合に適用した結果が報告された。

○ 人体影響の予備的調査の経過報告がされた。

○ 年輪に吸収された放射性降下物の滞留の調査について紹介された。

② これまでの調査の要約と今後の方針について討議された。

第 7 回 (2.2.16)

これまでの検討経過報告と今後の検討方針を協議

第 8 回 (2.7.19)

① 調査報告

○ 気象シミュレーション計算による放射性降下物の降下状況の推定

第 9 回 (2.11.26)

① 調査報告

○ 気象シミュレーション計算による放射性降下物の降下状況の推定

○ 人体影響の予備的調査の経過報告がされた。

○ 報告書作成の基本方針について協議された。

4 検討の要約

(1) 原爆による残留放射能について

i) 昭和51・53年度土壌調査データの見直し (^{137}Cs)

昭和51・53年度土壌調査について再検討を行い、土壌採取方法・測定方法等の技術面及び統計的解析方法についても問題のないことを確認した。

即ち、昭和51・53年度に採取された試料は昭和30年以降の原水爆実験による放射性降下物 (^{137}Cs) を多量に含んでおり、測定値間の有意差についても広島原爆の放射性降下物によるものと断定する根拠は見当らなかった。

更に、敢えて昭和51・53年度の測定結果と宇田・増田両降雨地域との相関の有無を検討したところ、土壌中の残留放射能値は両降雨地域とも相関がみられないことが判明した。

なお、昭和20年の学術調査団による残留放射能強度測定は、相対的に放射能強度を考える場合には現在でも有効であろうと評価した。

ii) 土壌中 $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ の測定

自然界におけるUの同位体存在比が一定であること ($^{235}\text{U}/^{238}\text{U} = 0.007$) を利用して、広島原爆 ^{235}U を検出することを試みた。宇田雨域と増田雨域を考慮し、W27, S8, S26, NNW22.5の4点の土壌試料(昭和51.53年度土壌調査時試料)について二重集束型質量分析計を用いて測定したが、有意な結論は得られなかった。測定法の改良によっては再度検討することも可能であろう。

また、3試料 (N14, N20, ESE24) について、 α 線スペクトロメーター法を用いて検討したが、有意な結論は得られなかった。

iii) 土壌以外の物質からの残留放射能検出の可能性

ア 屋根瓦 (^{137}Cs)

屋根瓦中に含まれる ^{137}Cs の含有量について7か所の対照地点瓦ならびに30か所の測定点瓦を用いて検討したが、試料によって吸水性に大きな差があり、有意差を見出すことができなかった。

イ 柿木 (^{90}Sr)

年輪はそれを形成した時期の環境を反映するため、放射性物質や化学物質

の各年輪内蓄積を測定することにより当時の環境を推測することが可能な場合がある。北西11～21km地点の4か所より柿木2本、栗木2本を採取し、5年毎の年輪区分として灰化し、放射性ストロンチウム分析法ならびに原子吸光測定法により残留⁹⁰Srの測定を行った。極めて長時間の処理が必要であり、一部の結果しか得られていないため、黒い雨との関連は確定できなかった。

(2) 気象シミュレーション法による降下放射線量の推定について

i) 気象シミュレーションによる放射性降下物質とその地上での分布

原子爆弾からの放射性降下物となる線源として、火の玉によって生じた原爆雲、衝撃波によって巻き上げられた土壌などで形成された衝撃雲、および火災煙による火災雲の3種について検討した。

原子爆弾投下当日の気象条件、原子爆弾の爆発形状、火災状況等、種々の条件を設定した拡散計算モデルを用いたシミュレーション法によって、広島原爆の放射性降下物の降下量とその降下範囲について検討を行った。その結果、原爆雲の乾燥大粒子の大部分は北西9～22km付近にわたって降下し、雨となって降下した場合には大部分が北西5～9km付近に落下した可能性が大きいことがわかった。(図1)また、衝撃雲や火災雲による雨(いわゆる黒い雨)の大部分は北北西3～9km付近にわたって降下した可能性が大きいと判断された。(図2、図3)

この気象シミュレーション法を用いて推定した長崎の降雨地域は、これまでの物理的残留放射能の証明されている地域と一致することが確認された。

ii) 気象シミュレーション法に基づいた降下放射線量の推定

気象シミュレーション法によって得られた放射性降下物量、その地上での分布データならびにネバダ核実験値を用いて、最大被曝線量を推定した。原爆雲による爆発12時間後の最大放射能密度は約 $1,600\text{mCi}/\text{m}^2$ 、照射線量率 $12.7\text{R}/\text{hr}$ 、衝撃雲では²⁴Naで最大放射能密度約 $270\mu\text{Ci}/\text{m}^2$ 、照射線量率 $15\text{mR}/\text{hr}$ 、火災雲では最大放射能密度約 $90\mu\text{Ci}/\text{m}^2$ 、照射線量率 $5\text{mR}/\text{hr}$ であった。

これらの最大値は、いずれも異なる地点であるので、広島原爆の残留放射

能による照射線量率は、炸裂12時間後で約5R/hr(最大積算線量：無限時間照射されつづけたと仮定した場合は約25rad)と推定される。

(3) 体細胞突然変異および染色体異常による放射線被曝の人体影響について

黒い雨に含まれる低線量放射線の人体への影響を、赤血球のMN血液型決定抗原であるグリコフォリンA蛋白(以下、「GPA」という。)遺伝子に生じた突然変異頻度ならびに末梢血リンパ球に誘発された染色体異常頻度について検討を行った。GPAに関しては己斐町、古田町、庚午町、祇園町など(降雨地域)に当時在住し黒い雨に曝された40名(男性20名、女性20名)と宇品町、翠町、皆実町、東雲町、出汐町、旭町など(対照地域)に当時在住し黒い雨に曝されていない53名(男性21名、女性32名)について調査したが、降雨地域に統計的有意な体細胞突然変異細胞の増加を認めなかった(表1)。染色体異常に関しては、体細胞突然変異検討と同様に降雨地域60名(男性29名、女性31名)、対照地域132名(男性65名、女性67名)について検討したが、どの異常型においても統計的有意差は証明されなかった(表2)。また、体細胞突然変異および染色体異常頻度の解析にあたっては、医療被曝の影響を考慮する必要があることが示唆された。

5 ま と め

本専門家会議は40数年前の低線量被曝を、現今の近代的科学技術でどこまで正確に把握できるかを慎重に討議するとともに、現時点で可能な方法を見い出して検討を行った。

調査上大きな問題点は、物理学的には放射能そのものが自然に減衰してより微量化していくとともに、一方では原水爆実験等による放射性降下物が新たに追加されている点であり、また生物学的には、被曝状況の複雑さ、調査対象把握の困難さ、医療被曝との区別、異常検出方法の限界などの点であった。

本専門家会議は検討内容を整理し、① 残留放射能残存の有無、② 気象シミュレーション計算法による放射性降下物の降下範囲ならびに降下放射線量の推定、

③ 体細胞突然変異及び染色体異常頻度による人体影響の有無の3点に絞って具体的検討を行った。残留放射能の推定には、屋根瓦を用いた γ 線測定方法は不適當であり、土壤中 $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 測定法は、客観的資料を提供できる十分な方法であるという確証は得られなかった。柿木による ^{90}Sr の測定は進行中であり、現在までの結果では黒い雨との関連は確定できなかった。

気象シミュレーション計算法を用いた降雨地域の推定では、これまでの降雨地域(いわゆる宇田雨域)の範囲とほぼ同程度(大雨地域)であるが、火災雲の一部が東方向にはみ出して降雨落下しているとの計算結果となった。また、原爆雲の乾燥落下は北西の方向に従来の降雨地域を越えていることが推定されるが、その後の降雨などで、これらの残留放射線量は急速に放射能密度を減じている。

体細胞突然変異及び染色体異常頻度の検討では、降雨地域と対照地域で統計的に有意差はなく、人体への影響を明確に示唆する所見は得られなかった。

以上、本専門家会議は、ウラニウム爆弾の特殊性、当時の気象学的・物理学的資料の不確実性、残留放射能検出法の限界、原爆放射線と医療放射線の人体影響に関する区別の困難性などに配慮をしながら、現在可能な方法を用いて検討を行ったが、黒い雨降雨地域における残留放射能の現時点における残存と放射線によると思われる人体影響の存在を認めることはできなかった。今後はさらに研究方法の改良等により、黒い雨の実態解明に努力する必要があるだろう。

図1 原爆雲雨落下・乾燥落下粒子分布図

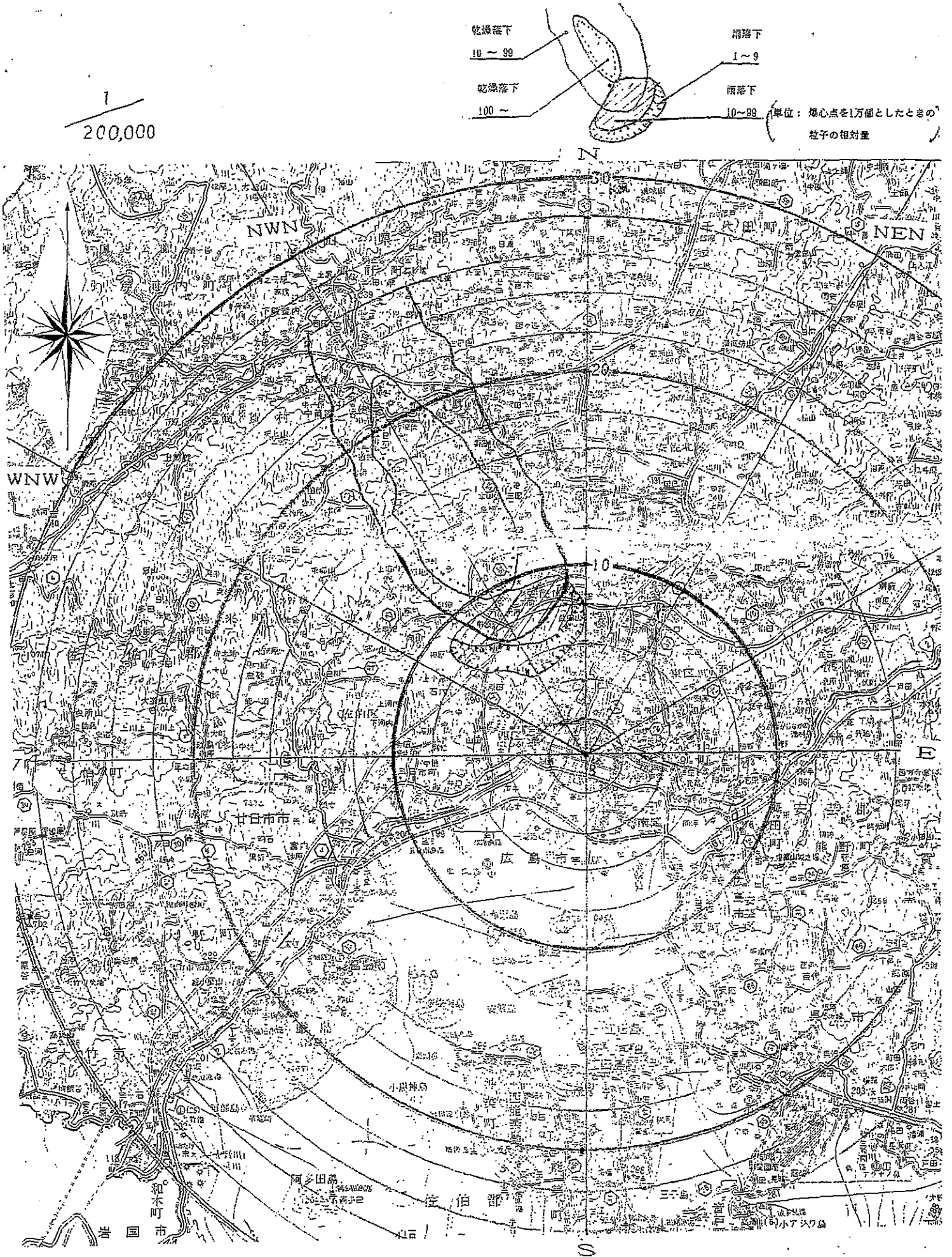


図2 衝撃雲雨落下粒子分布図

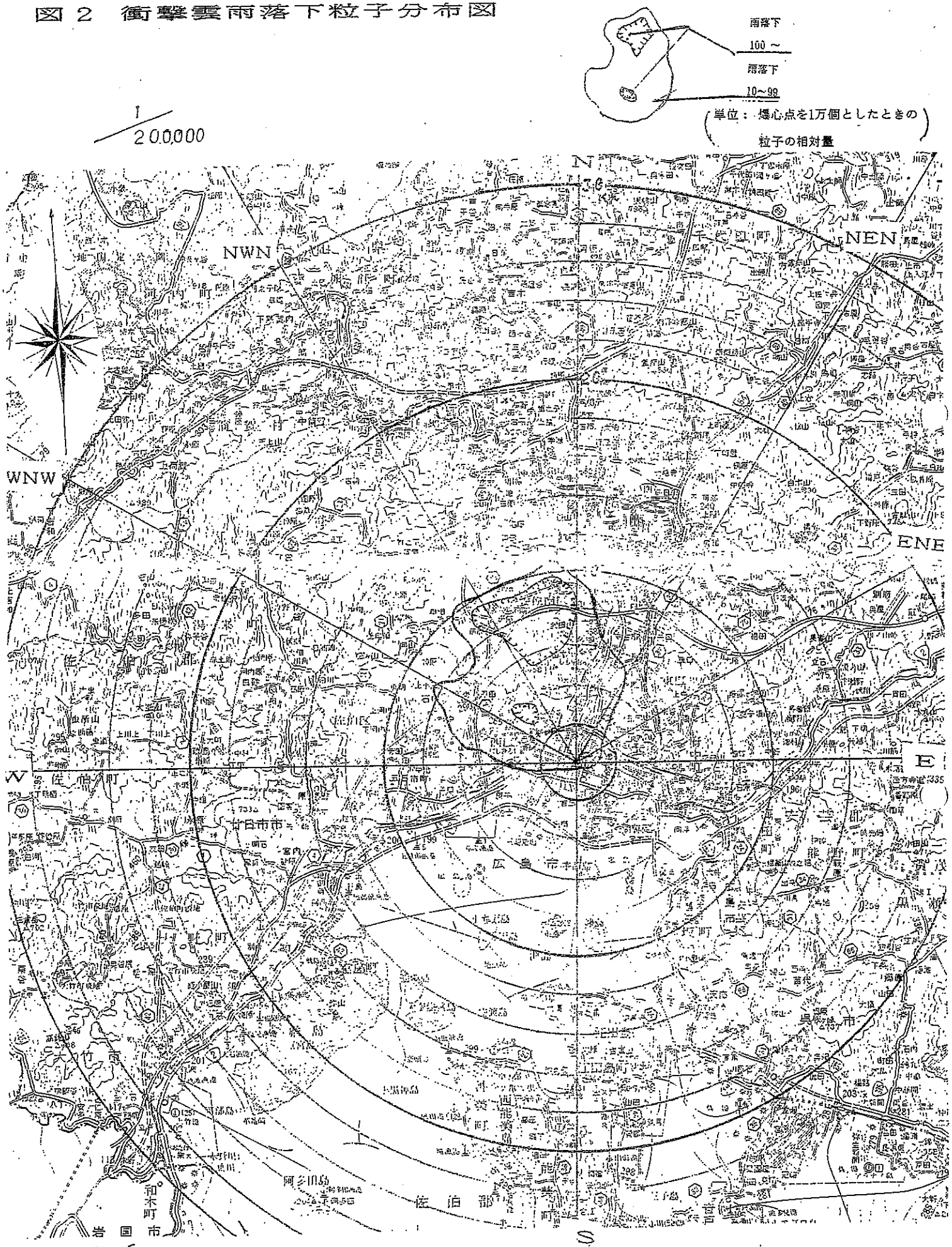


図3 火災雲雨落下粒子分布図

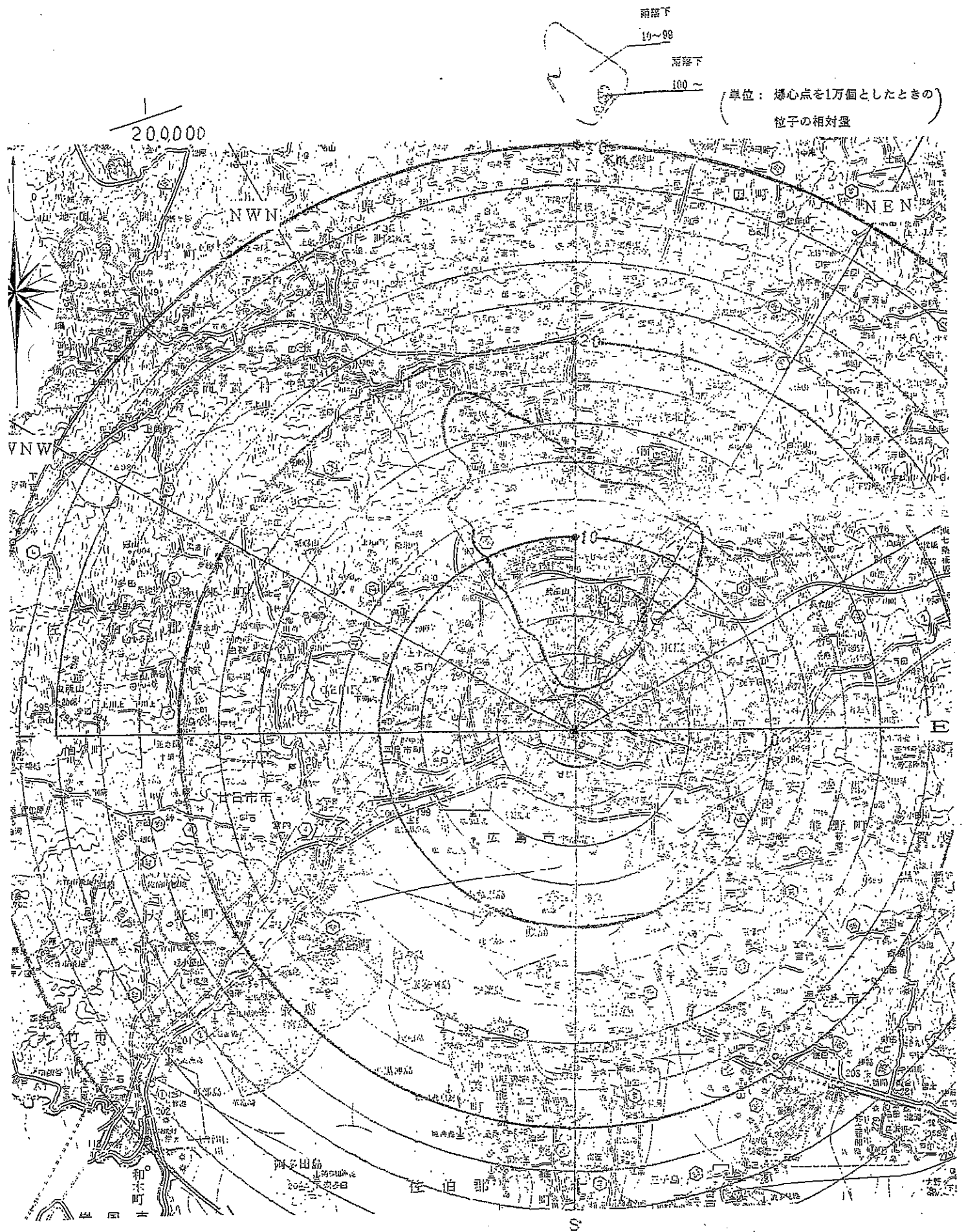


表1 両地域における赤血球GPA遺伝子突然変異頻度

対照者グループ	突然変異体頻度(平均±SD, $\times 10^{-6}$)		
	NO	MO	MM
対照地域グループ53名	22.7±22.6	20.5±18.8	33.9±44.0
黒い雨地域グループ40名	22.8±12.6	52.1±97.9	18.0±18.5

表2 黒い雨降雨地域および対照地域住民の染色体異常

	降雨地域	対照地域
対象者数 (人)	60	132
男性 (人)	29	65
女性 (人)	31	67
平均年齢 (歳)	60.3±10.6	59.3±10.6
平均被爆距離(km)	3.2±0.2	3.3±0.2
平均医療被曝線量(mGy)	16.0±15.0	15.1±13.2
平均染色体異常率		
a) 不安定型(%)	0.80±1.15	0.83±0.98
b) 安定型(%)	1.50±1.52	1.70±1.48

