

fall-out 粒子の落下分布について

山岡 義人, 田村 虎雄

1. 緒 言

ロートで受けた雨, 水盤で受けた落下塵などの放射能強度が, その受けた場所の相違で, さほど離れていない地点で同時に受けた fall-out の放射能強度がひどく違うことが従来しばしば報告された。校舎ただ1つ隔ててその裏側と表側とで, また約 1km 離れた地点で, 一方では殆んど放射能がないのに他方では数千カウント数万カウントの放射能強度が検出されたという報告もあった。これらの原因はいろいろ考えられるが, その最も一般的な原因の1つを探るために筆者らは, 写真乾板上に雨滴を受けてその中の放射能塵の分布状態を調べることにした。その動機となったものは, 原子核乾板による雨滴中の放射能の研究の途次, 数百枚の乾板のうちの1つに非常に強い放射能塵の落下があり, その痕跡を発見したことによる。以下報告する事項は, この実験から得られた結果とそれに附随する事項をも含んでいる。

2. 試料の作製

昭和33年10月各国とも原爆実験を一時中止したために, その後雨水中の放射能強度は次第に減少しつつあり, 適当と思われる降雨がなかなか得られなかった。しかし, ときどきかなりの強度の放射能をもった雨が降ることもあるので, それを予め見計らって採取した。これは昭和34年6月19日12時40分から13時10分までの間に降った雨による結果である。この雨を木枠に張った1m²のビニール布の上に約20分間(12時40分から13時頃まで)受けてビニール布上の雨滴が互にくっついたり流れたりしないように注意しながらそっと室内に入れて乾燥した。このビニール布は予め十分に洗浄し, 表面には富士写真フィルム株式会社処方のゼラチン液¹⁾をぬって乾燥したものである。

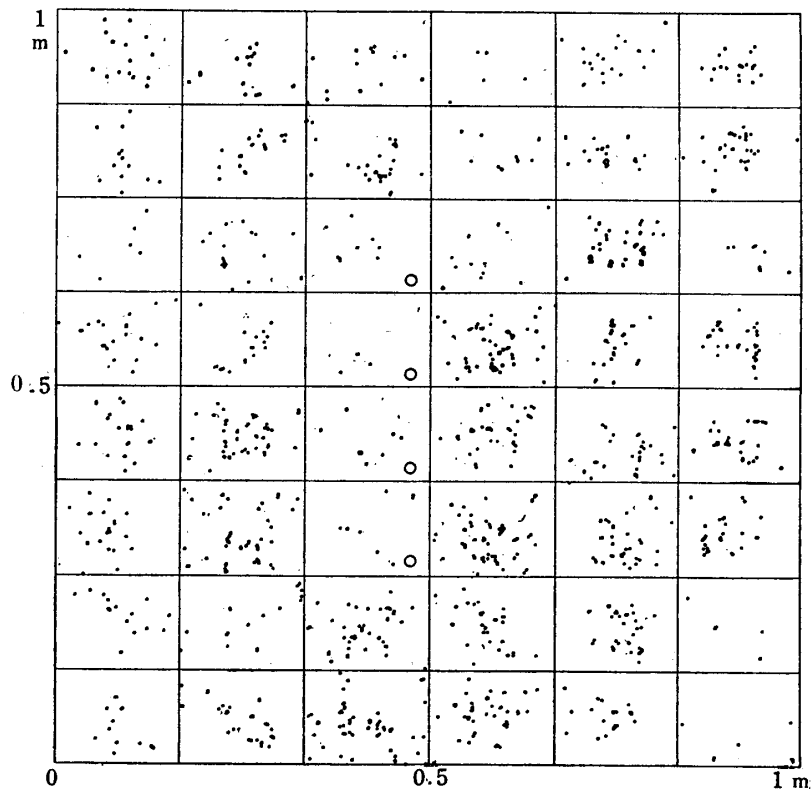
このビニール布は翌6月20日に, 第1図に示された枠のように, 全面を48区分して切り取り, 6月20日17時に暗室で48枚のプロセス乾板上に張りつけた。それを重ねて圧力をかけ, デシケーター中で約1ヶ月間放置した。

7月21日14時, これら48枚のプロセス乾板上のビニール布を剥ぎ取って現像し, これを肉眼および顕微鏡で観測したのである。

6月19日の雨は福岡²⁾では6時間修正値 600cpm/l, 72時間修正値 600cpm/l, 前24時間降水量 1.5mm で, 宇部では6時間修正値 433cpm/l, 72時間修正値 428cpm/l, 全降水量(12時40分から17時30分まで)0.6mm であった。ビニール布上に採取した雨量は 0.2~0.3mm であった。

3. 実験結果

第1図は, 全面積1m²のビニール布上に落下した雨滴中の放射能塵により, 写真乾板上に現われた黒点の分布状態を示す。プロセス乾板の寸法は, 約 165×121mm であったので, 48枚の乾板相互の間には 2mm 乃至 4mm の隙間ができた。また, 写真乾板の乳剤膜とビニール布



第1図 放射性粒子の落下分布を示す。総黒点数1288個。

○印は現像時間が長過ぎたもの。

との密着性をよくするために、重ね合した各乾板の間にさらし木綿をはさんで押えたのであるが、結果から見ると乾板の周辺の密着度が充分でなかった傾向がある。第1図の黒点の分布が規則的に小集団をなしているのは主としてこれら2つの原因によるものと思われる。従ってここに述べる結果は、 1m^2 上に落下した全 fall-out 粒子を捕えたのではなく、48ヶ所にわたってサンプリングした結果と見た方がよい。顕微鏡下で放射能痕跡と認められた総黒点数は1288個であった。なお第1図中で○印を附した4枚の乾板は、現像時間が長過ぎたため、黒度の低い黒点の見分けが不可能となったものである。このことから、この方法では現像時間が問題になることが分る。

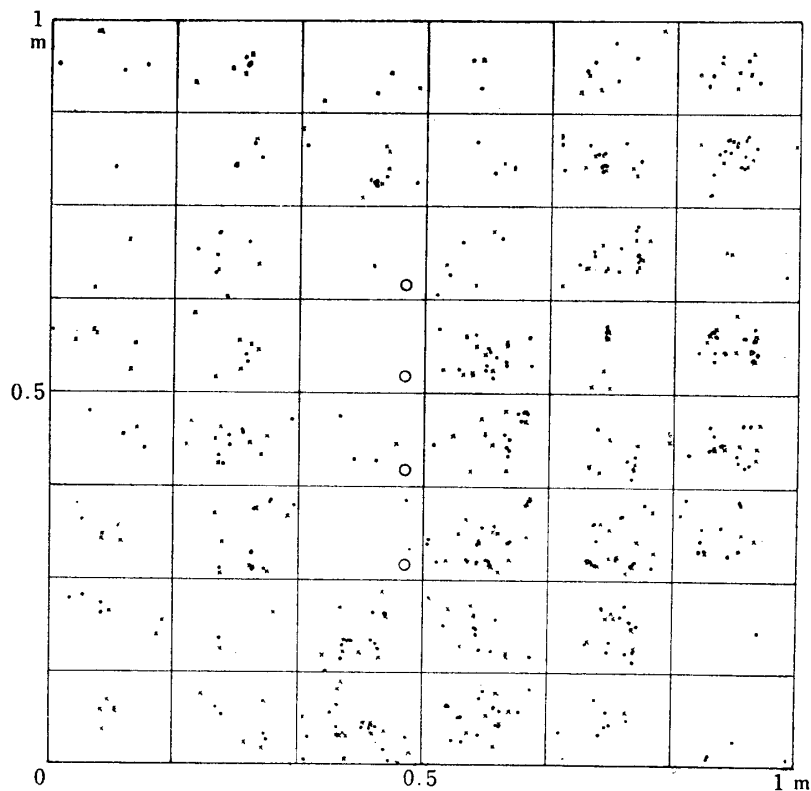
サンプリング面積比率，現像時間，見落とし，などを考慮に入れると，この 1m^2 上に落下した放射能塵の数は恐らく3000個に達したであろうと思われる。

4. 放射性粒子による黒点の黒度別分布

写真乾板上に現われた黒点の黒度は，ビニール布を張ったまま放置された1ヶ月間における全照射線量に比例すると考えられる。この黒度はリングルマン煤煙濃度表³⁾を利用して10%おきに測定した。0%は完全白で100%は完全黒を表わす。

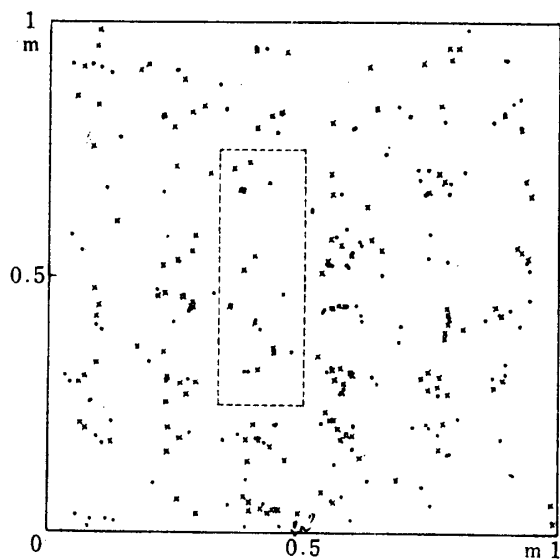
第2図(A)(B)(C)(D)(E)は，第1図の中の黒点を黒度10%おきに分けてその分布状態を表わしたものである。黒度の低い黒点を形成した放射能塵の放射能強度は弱く，黒度の高い黒点のそれは強いものと考えられるので，その分布と数との関係が，ロートで雨を集めた場合の放射能強度を支配するものと思われる。黒度10%のもの数は317個，20%255個，30%

155個, 40%159個, 50%139個, 60%101個, 70%69個, 80%47個, 90% 26個, 100% 20個で, その分布は第2図で分るように, 黒度60%の粒子までは比較的その分布が一様であるのに, 黒



第2図(A) 放射性粒子による写真乾板上の黒点の黒度別分布

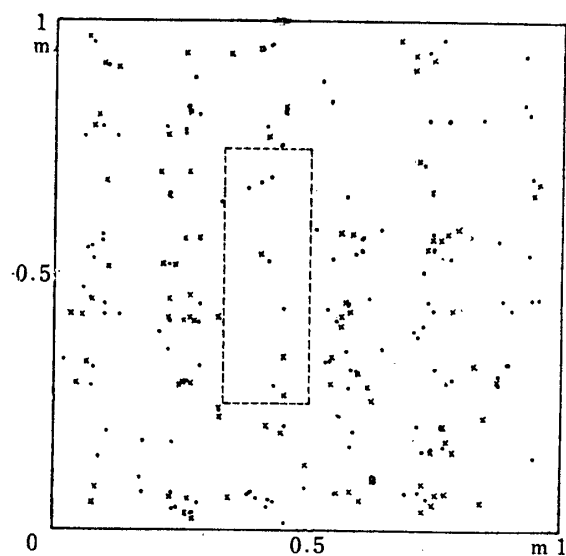
・印は黒度10%, ×印は黒度20%。
○印は現像時間が長過ぎたもの。



第2図(B) 放射性粒子による写真乾板上の黒点の黒度別分布。

・印は黒度30%,
×印は黒度40%。

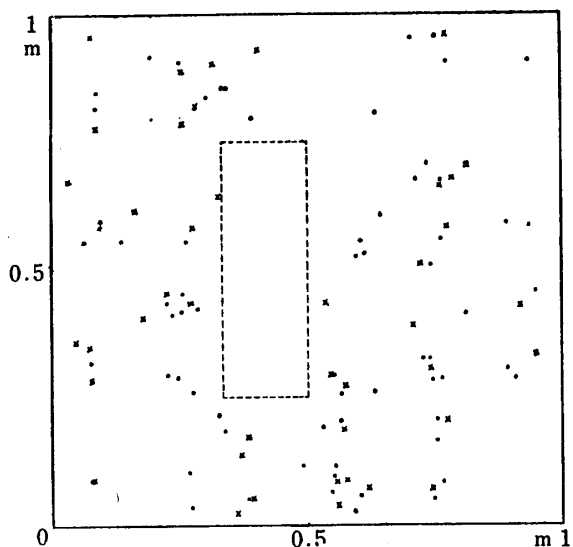
点線枠内は現像時間が長過ぎきもの。



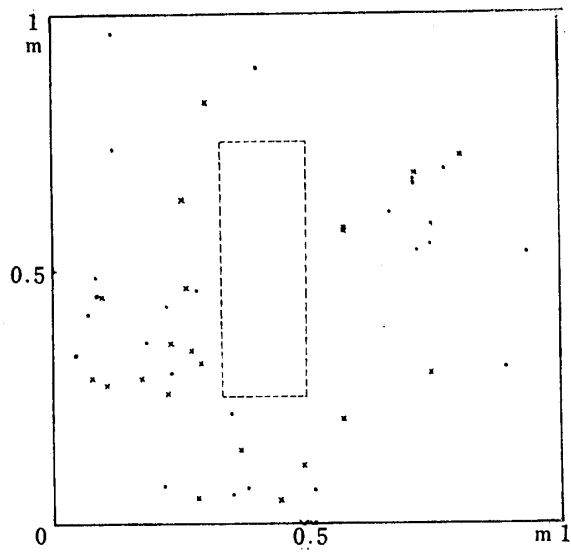
第2図(C) 放射性粒子による写真乾板上の黒点の黒度別分布。

・印は黒度50%, ×印は黒度60%。

点線枠内は現像時間が長過ぎたもの。



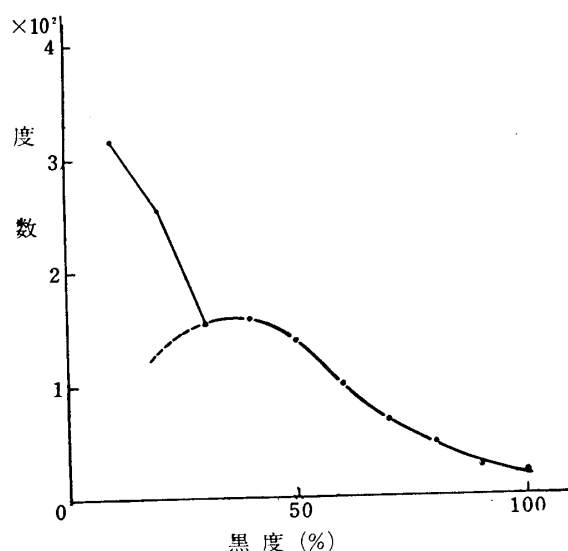
第2図(D) 放射性粒子による写真乾板上の黒点の黒度別分布。
 ・印は黒度70%, ×印は黒度80%。
 点線枠内は現像時間が長過ぎたもの。



第2図(E) 放射性粒子による写真乾板上の黒点の黒度別分布。
 ・印は黒度90%, ×印は黒度100%。
 点線枠内は現像時間が長過ぎたもの。

度70%以上の粒子になると、その分布が次第に気紛れになる傾向がある。特に黒度100%の粒子では、相当のむらができていることが分る。ただし、各図中の点線枠内は、写真乾板の現像時間の関係上考慮外にする必要がある。普通の採水ロート受口面積は1000cm²であるから、ここに示した各図の面積の10分の1であり、たとえ同じロートを1mを四角内に2個以上置いたとしても、それらによって採水された雨水の放射能強度は一致しないのが当然であり、またかなりの強度差が現われる可能性が存在することがこのことから伺われる。

第3図は黒点の黒度とその度数との関係を表わしたものである。黒度10%および20%の点を除けば、図中の点線のように規則正しい分布曲線が得られそうであるが、実験結果では実線のようなになったので、この原因についてはさらに検討する必要がある。もし点線のように分布したとするならば、その度数の最大の点の黒度が問題になるが、これは現像時間によって移動すると考えられるから、基準となる放射性物質を同時に乾板上に密着してその黒点の黒度と比較しない限り、その絶対値を云々することはできない。



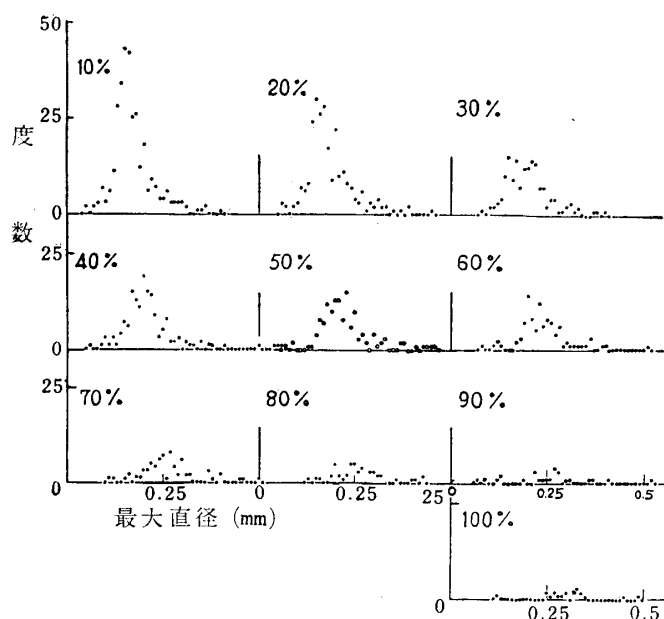
第3図 放射性粒子による写真乾板上の黒点の黒度とその度数との関係

5. 放射性粒子による黒点の最大直径分布

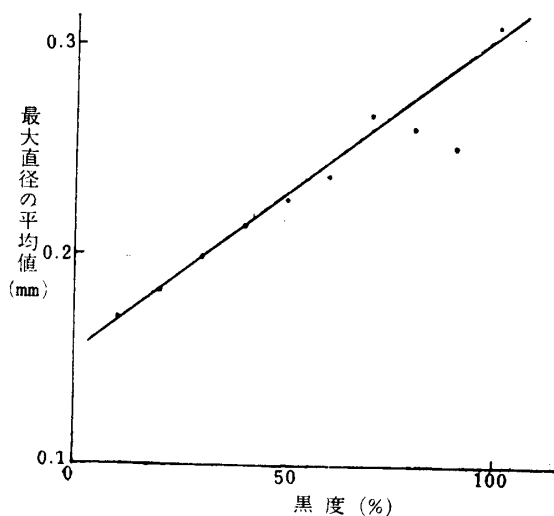
写真乾板上に置いた放射性物質が乳剤膜に充分密着したものと考えると、その黒点の最大直径はその放射性物質から放射された放射線の最大エネルギーを表わすものと考えられるから、この最大直径と度数との関係を求めてみた。

第4図にそれを示してある。

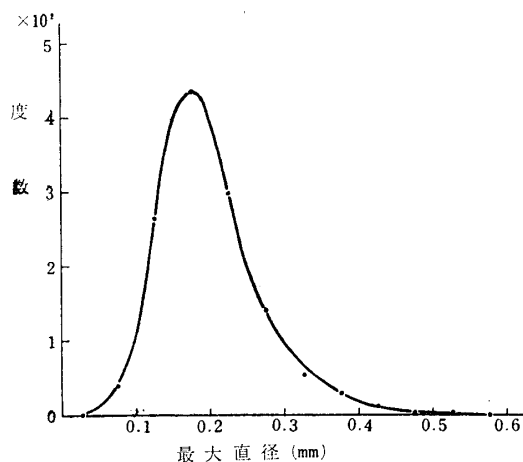
第4図は測定された黒点総数1288個についての結果である。このようにこの関係は極めて規則正しい分布曲線を形づくっている。そしてその分布曲線の頂点は最大直径 0.175mm の位置にある。このことからこの場合の放射性物質は最大飛程が 88μ のエネルギーをもった放射線を放出する物質を最も多く含んでいることが分る。しかし、この場合にも基準物質を密着させ



第5図 放射性粒子による写真乾板上の黒点の黒度別度数分布



第6図 放射性粒子による写真乾板上の黒度とその黒度に対応する黒点の最大直径の平均値との関係



第4図 放射性粒子による写真乾板上の黒点の最大直径とその度数との関係

た結果がないために、この物質が何であるかはここでは判定困難である。

またさらにこの度数曲線を黒点の黒度別に調べてみた結果を第5図に示した。このように、黒度の高いものほど黒点数が減少することはすでに述べた通りであるが、その度数の最大値に相当する最大直径の位置が黒度が高くなるに従って右（最大直径が大きくなる方向）に移動することが分る。

そこで各黒度別に最大直径の平均値を求めて、これと黒度との関係を調べてみると第6図のようになった。この関係はほぼ直線的である。ただ黒度90%の点がかかなり直線から外れているだけである。従って黒度と最大直径の平均値とはほぼ直線的に比例するものとみることができよう。この場合に写真乾板の乳剤膜と放射性物質との距離が問題になるが、この距離が大きくなると黒度は減少し、最大直径は増加する筈であるから、第6図の傾向とは逆になり、従って第6図の関係は本質的なものであると考えることができる。

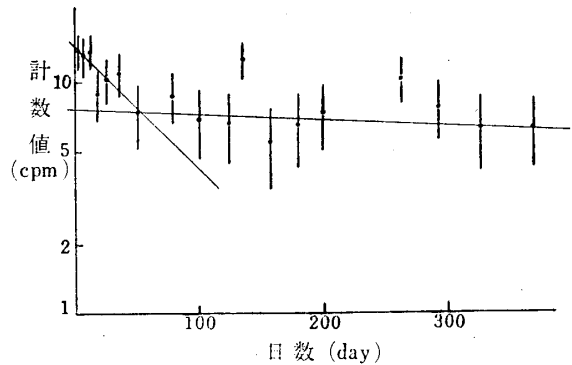
6. 放射性粒子個々の放射能

これについては、あとでビニール布

の、乾板上の黒点と一致する位置から判断して各粒子の放射能強度の測定を行なうはずであったが、個々の粒子の放射能強度が非常に弱いことと、粒子の大きさが非常に小さいことと、すでに時日が経過していることなどのためにまとまった結果が得られなかった。このことは川崎、加藤⁴⁾の電気集塵による観測の結果でも分るように、粒子半径がわずかに $0.01\sim 0.04\mu$ となっており、また筆者らの原子核乾板による観測結果⁵⁾でも粒子がなかなか見つからなかったことなどから判断して当然の結果と思われる。

ただ1例として、原子核乾板上に捕捉した粒子の放射能減衰曲線を第7図に例示しておいた。

このようになりに強いと思われる fall-out 粒子でも最近においてはただ1個だけでは大抵7~10cpm 程度である。



第7図 ただ1個の放射性粒子による放射能強度の減衰曲線

7. 結 言

以上述べたように、雨滴中の放射性物質の大部分は1個1個の粒子となって落下しているように思われる。そしてそのような粒子の 1m^2 の面積への落下分布ならびに放射能強度についての観測結果は、次のように要約することができる。

- a) 放射能強度の高い粒子ほどその数が少なく、偏在的になるので、隣接した場所で同一時刻に集めた雨水でも、その放射能強度が異なる確率が大きい。
- b) 放射能塵の放射能強度は統計的分布をしており、ある代表的強度のものが現在の状態をあらわしていると思われる。
- c) 放射線強度もまた b) の場合と同じく、あるエネルギーの放射線が代表的に存在して現在の状態をあらわしていると考えられる。
- d) 各 fall-out 粒子の放射能強度とその放射線最大エネルギーとは直線的比例関係を保っていると思われる。

ここに報告した結果は、もちろん十分な結果とはいえないが、少なくともこの方法によって判断できそうな諸問題と今後どの点に注目して研究を進めるべきかを明示した点に重点がある。したがってここで不明の諸点については、さらに将来実験を重ねて報告するつもりである。

終りに懇切な御指導を賜った北海道大学教授中谷宇吉郎博士ならびに理化学研究所主任研究員山崎文男博士に深甚の謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 古関靖夫：オートラジオグラフィー，化学の領域，昭和29年
- 2) 気象庁：放射能観測速報，第Ⅲの6号，p. 5，昭和34年8月17日
- 3) 中央熱管理協議会編：熱管理技術講義，p. 215，丸善，1957
- 4) 川崎弘司，加藤啓二：自然放射線塵埃の放射能の粒径分布，電気試験所彙報，22巻11号，昭和33年11月
- 5) 山岡義人，田村虎雄：放射能測定方法の吟味（その2），山口大学工学部学報，第9巻第1号，p. p. 113~116，昭和33年

Synopsis

Rain drops was collected on a vinyl resin sheet, one square meter in its area, which was previously treated with gelatine solution and spreaded horizontally on a wooden frame on June 19, 1959. These drops was carefully collected as the drops do not tooch together and this sheet was cut in 48 small sheets after dried and put on the 48 photographic plates to mark the radioactivity on the plates. The distribution, blackness and maximum diameters of these spots marked on the plates were observed after one month under the microscope and was found that; (1) the total spots estimated by the sampling method was about 3000 per square meter, (2) the relations between the number of spots and the blackness or the maximum diameter of spots are both represented in the form of error curves, (3) the relation between the mean value of maximum diameters and the blackness was represented by a linear trend, (4) the irregularity of the distribution of the most black spots according to its small number was found the cause of occurence of the different radioactive intensity of rain samples collected in adjacent places at the same time.

Further investigations will be performed in order to clarify the details.