

## 特別講演

## ビキニ被災者20年間の臨床的、特に血液学的観察

熊取敏之

放射線医学総合研究所障害臨床研究部

ACTA HAEM. JAP. 38: 635-645, 1975

Clinical, especially Hematological Observations over the 20-Year Period  
on the Japanese Fisherman Exposed to Fallout in 1954

Toshiyuki KUMATORI

Division of Radiation Health, National Institute of Radiological Sciences, Chiba

On March 1 in 1954, 23 Japanese fishermen aged from 18 to 39 were exposed to radioactive fallout produced by the thermonuclear test explosion at Bikini Lagoon. After 14 days navigation they returned to their harbor where they were found to have been injured by radioactive materials. They were hospitalized for 13 months. After being discharged most of them have been examined so far as possible on an annual basis.

The fishermen were irradiated in the following three ways: (1) From the radioactive materials adhered to the skin. (2) Externally from the radioactive materials in the cabins, on the deck etc.. (3) Internally from the radioactive materials entered various organs. While the estimate of radiation dose to skin as well as the dose by internal radiation were difficult, the estimated external radiation dose was approximately 170-500 rad for 14 days, about, half or more of which was irradiated on the first day. The dose to each person differed depending on his behavior on the boat and the position of his cabin, and had the intimate relationship with his minimum value of leukocytes and neutrophils. Soon after exposure most of the fishermen experienced anorexia, fatigue, and conjunctivitis, and in some of them nausea and vomiting occurred.

Shortly after the exposure, they suffered from erythema which was followed by edema, vesicle, erosion, ulceration or necrosis. Epilations were observed in 20 cases. Though the skin injuries recovered gradually, some persons continued to show residual changes. However, neither chronic radiation dermatitis nor malignant changes was observed.

Leukocytes count decreased gradually, showing minimum count at 4th-7th week. 5 cases revealed a count of less than  $2,000/\text{mm}^3$ , 13 less than 3,000 and 5 less than 4,000. At first lymphopenia was noticed and then neutropenia became marked. At the recovering stage, eosinophilia and the appearance of immature neutrophils were observed in many cases. In severe cases slight anemia was observed, accompanied by the depression of reticulocytes. Platelets count showed minimum value at the 4th-7th week. Slight hemorrhagic tendencies were observed in severe cases. Bone marrow of severe cases was highly hypoplastic at the critical stage, which changed to slightly hypoplastic and turned into almost normal marrow. The coexistence of hypoplastic area and hyperplastic area was observed in histological sections at the recovery stage and even in the examinations of 10-15 years after the exposure. Morphological abnormalities of blood cells were noticed in both peripheral blood and bone marrow. The cumulative distribution curve of leukocytes counts displaced slightly to the left of normal one even 6 years after the exposure.

Follow-up of chromosome observations in blood cells has been performed since 1964. Even 20 years after exposure, cells with chromosome abnormalities (both Cu and Cs cells) exist in the peripheral lymphocytes with much higher frequencies than in general population. While the frequency of Cu cells (dicentric and rings) was decreasing Cs cells remained fairly constant. The frequencies of

the chromosome abnormalities were found to be corresponding to the severity at the acute stage. In the bone marrow, cells with chromosome abnormalities occurred with rather constant frequencies. In some cases clone formations were proved.

Number of spermatozoa about 2 months after exposure, was decreased and azoospermia was found. Both fall of motility and morphological abnormalities of spermatozoa were also observed. After 2 years recovery became remarkable. Then most of the patients got healthy children.

One case died with liver cirrhosis in 1954. It is difficult to prove the relationship between exposure and liver damage.

Further studies should be needed to detect the significance of subtle changes related late effects of radiation.

1954年3月1日未明、太平洋ビキニ環礁で米国の熱核爆発実験が行なわれたが、その爆発に際して生じた核分裂産物の付着した fallout によって、日本人漁夫 23 名、マーシャル群島住民 239 名、米人 28 名が、程度の差はあるが、いずれも放射線障害を受けた。

この中、日本人漁夫は静岡県焼津漁業協同組合所属の第五福竜丸 (100t) の乗組員で、当時 18 歳～39 歳の男子 23 名であった。3 月 1 日午前 3 時 50 分頃 (日本時間)、西方に巨大な閃光を認め、その後、7～10 分で鈍い音を聞いた。記録によれば船の位置は、東経 166°58′、北緯 11°53′ で、爆発地点から東北東約 190 km の所に位置していた。全員、投錨作業に従事していたが、午前 7 時頃から小雨混りに白い粉末が降り始め、約 4 時間半降り続き、激しい時には眼も口もあけていられなかったと被災者は訴えている。また、甲板上に積った fallout は足跡のつく程度であった。乗組員は作業を中止し、甲板の水洗を行なった。14 日間の航海後、3 月 14 日母港焼津に帰着した。帰港後、全員放射線障害と診断され、3 月 28 日までに東京大学付属病院に 7 名、国立東京第一病院に 16 名 (現在の国立病院医療センター) 収容された。1954 年 9 月 23 日に死亡した 1 名を除いて、1955 年 5 月に退院した。退院後、数名を除いては、原則として 1 年に 1 度の医学的検査を続行している。これらについては初期からしばしば報告を行なっているが<sup>10)</sup>、今回は被災当初から 20 年間の臨床的、特に血液学的観察をまとめて述べる。

### I. 被曝様式

被災の原因は核爆発によるものであるが、広島・長崎における原爆被曝と異なり、fallout による放射線障害で風と熱による被害はない。この被曝様式は次の如くなる。

1. 体表面に付着した fallout からの被曝。(これは  $\beta$  による被曝である)。

2. 甲板や船室に溜った fallout からの体外被曝。(これは  $\gamma$  線によるものである)。

3. fallout の吸入や汚染飲食物による体内被曝。これら 1～3 の被曝を同一人が受けたのであるが、急性障害の発症には、2. の  $\gamma$  線による体外被曝が重要な役割を演じたと考えられる。

fallout は爆発時の熱によって変性した珊瑚礁の粉末に核分裂産物が付着したもので、その大きさは 19～460  $\mu\text{m}$  で平均 257  $\mu\text{m}$  であり、また長径と短径の比は 1.0-0.3 であった<sup>10)</sup>。

また、乗組員が持ち帰った fallout の放射化学分析は、日本の多くの研究室で行なわれたが、東大理学部木村研究室の発表<sup>11)</sup>によれば、26 核種が検知されている。なお、4 月 23 日の比放射能は 0.37 mCi/g で、この値から 3 月 1 日午前 7 時の比放射能は 1.4 Ci/g と推定された。

### II. 被曝線量

#### 1. 体外被曝線量

体外被曝線量の推定は次のようにして行なわれた。

a. 同種の珊瑚礁粉末を用いて降灰実験を実施し、これによって甲板上の fallout 量を概算し、さらに甲板上で作業中の被曝線量を推定した。

b. 帰国後、船体各部を頻回測定して、 $\gamma$  線の線量率を計測し、これを外挿して被曝後の各部線量率推定を行なった。

c. 船中における各人の行動を時間を追って調査した。

以上の a, b, c を総合して  $\gamma$  線による体外被曝線量を推定すると第 1 表の如くなる。すなわち、空中線量として、14 日間に、少ない者で総量約 170 rad, 多い者で約 600 rad となり、第 1 日にその 1/2 以上の被曝があったものと考えられる。

#### 2. 体内被曝線量

被曝初期の尿からは、明らかに放射性核種の排泄が証

表 I 体

Subject No.	Ist I
T-1	240~2
T-2	210~2
T-3	150~20
T-5	400~41
T-6	130~18
T-7	140~19
T-8	310~36
K-1	190~220
K-2	130~180
K-3	140~190
K-4	120~170
K-5	140~190
K-6	180~230
K-7	230~280
K-8	220~270
K-9	310~360
K-10	140~190
K-11	120~170
K-12	100~150
K-13	250~300
K-14	420~500
K-15	140~190
K-16	120~170

\*T-3 は降下物をベッドの傍に約 100R 加算される。

明され<sup>12)</sup>、また、甲状腺の被曝 206 日で死亡した症例 (K-14) の結果<sup>13)</sup> からみて、体内に地はない。しかし、特殊の場合決定することは困難であった。

甲状腺に関しては、体外計測射能を測定した。これは東大で行なわれた。甲状腺に集まった放射能を測定し、甲状腺重量を 20 g とすると線量は 20～120 rad となる。この線量は、これに各人の体外被曝線量を加えて各人の被曝環境がほぼ同一である甲状腺の体内被曝線量は同程度と推定される。

#### 3. 皮膚被曝線量

皮膚障害は主として fallout によって生じたものであるが、しかし、発生した皮膚障害から推定するに、脱毛の生じた部分の毛髪は、すなわち 200 kVp の X 線で 400