



セミパラチンスク核実験場近郊住民の 被曝線量推定と健康影響研究

(課題番号: 15406002)

平成 15 ~ 16 年度科学研究費補助金 (基盤研究 (B) (2))
研究成果報告書

平成 17 年 3 月



研究代表者: 星 正 治
大学原爆放射線医科学研究所 教授)

セミパラチンスク核実験場近郊住民の 被曝線量推定と健康影響研究

(課題番号：15406002)

平成15～16年度科学研究費補助金（基盤研究（B）（2））
研究成果報告書



平成17年3月

研究代表者： 星 正 治
(広島大学原爆放射線医科学研究所 教授)

セミパラチンスク核実験場近郊住民の 被曝線量推定と健康影響研究

目次

はしがき	.....	1
研究組織	.....	3
研究経費	.....	4
研究発表	.....	5
研究成果	.....	17
発表論文, および資料	.....	41

はしがき

セミパラチンスク旧ソ連核実験場からの放射線被曝について研究を開始してすでに10年目を終了した。セミパラチンスク核実験場はカザフスタン共和国にあり、旧ソ連時代に1949年から1990年まで合計467回の核実験が行われた。その後この核実験による近くの人々への影響があったとの報道が数多くあり、数十万人が被曝したと言われている。われわれの研究グループも平成6年の研究所の改組以来、研究テーマとし研究活動を開始した。ここはチェルノブイリと異なり放射能汚染は少ないが、被曝線量は大きい。たとえば、よく報道で出てくるドロソ村は1グレイ相当の被曝があったとされる。その後文部省の科学研究費補助金を平成7年から現在まで2年ごとに継続して受領してきた。本年（平成17年）は平成15年度から16年度にかけて受領した日本学術振興会の科学研究費補助金を使って行われた研究の報告である。

研究の内容としては、これまでの研究の継続として、プルトニウム、セシウムなどの土壌汚染、人体の骨や臓器などの汚染、人の歯を使った外部被曝線量評価、煉瓦を使った外部被曝線量評価などを行ってきた。これらにより、核実験により人々が本当に被曝したことを証明した。その後、人の影響調査に入り、甲状腺の検診、血液の甲状腺ホルモンの測定、血液の染色体異常の検出、個人被曝線量の評価などの分野に関しても研究を継続的に続けている。まず甲状腺の異常は放射線に感受性のある結節が多発している。個人被曝線量は現地の放射線医学環境研究所のグループやモスクワのオブニンスクとの共同研究で進めている。特に歯学部と共同研究し6年となった。口の奇形である発生異常、虫歯の多さなどを調べた。被曝地のサルジャル村と、被曝していないコクペクティ村との比較で明確な差が出てきた。これらはいずれも被曝量が大きいことを示していて、問題が大きいことが分かっている。

以上はこれまでの研究の継続であるが、平成14年後半に入ってから新しい研究として、セミパラチンスク近郊住民の心的影響を調べるためのアンケート調査を開始した。また、このアンケートには被曝者の被曝時の証言を書き込んでもらった。これは、広島と長崎で、被曝の影響を見るため、物理的な線量ではなくアンケートで心的問題を調査しその結果が出ていることによる。これらの調査で物理的な線量は小さくとも人的な影響がある場合が広島や長崎で分かってきた。また被曝の証言はセミパラチンスクで調査されたことはなく非常に貴重であると考えられた。これらの調査も引き続き行われた。

さらに、被曝のデータ解析のためには、計算機を現地に導入して新たなシステムを入れる必要となった。それまではデータを出すと、その都度必要な情報を出してもらっていたが、それぞれのデータベースを有機的に結びつけ解析するためには専用のシステムが必要となってきた。今回の研究期間内にサーバーの導入を完了した。現在、各種データの入力を続けている。またそのための専門の担当者のトレーニングを数回にわたって実行した。

また今回において特筆すべきことは、2005年3月9日-11日の3日間にわたって広島大

学の広仁会館で開催したワークショップである。これらは、主題：「セミパラチンスク核実験場近郊住民の被曝線量推定のための国際相互比較」で、3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site (10th Hiroshima International Symposium) を兼ねている。主催：広島大学原爆放射線医科学研究所、共催：広島大学 21 世紀 COE プログラム「放射線災害医療開発の先端的研究教育拠点」、日本放射線影響学会、支援：独立行政法人日本学術振興会(JSPS) (代表：星 正治)、である。これは、ヘルシンキ 2001 年、セミパラチンスク 2002 年を受けて開催された第 3 回目のワークショップでもある。このワークショップでは、ドローンの線量を中心として、煉瓦の TLD 測定、歯の ESR 測定、土壌汚染の測定、染色体異常などを相互に評価した。今までの線量評価はこれらの方法により全く異なっていたが、これまでの研究を集大成し結論を得た。これによりセミパラチンスク核実験場近郊住民の正しい被曝線量評価が実現することになった。大きな成果である。

以上述べたように、この地域の住民は大きな線量の被曝が認められる。住民が数多い地域での被曝は広島・長崎以外では存在しない。また放射線被曝の問題では低線量・低線量率の問題が最近クローズアップされている。この地域は大線量から低線量の被曝まで含み、全てが低線量率の被曝である。人への被曝で影響が認められるほどまで人口が多く、ある程度大きい被曝があるところとしては、この地域が唯一であろう。従って、今後さらに多方面で詳細で継続的な研究がますます必要である。

研究組織

- 研究代表者 : 星 正 治 (広島大学原爆放射線医科学研究所 教授)
- 研究分担者 : 遠 藤 暁 (広島大学原爆放射線医科学研究所 助教授)
岡本 哲治 (広島大学大学院医歯薬学総合研究科 教授)
川野 徳幸 (広島大学原爆放射線医科学研究所 助手)
峠岡 康幸 (マツダ病院呼吸器科 部長)
田中 憲一 (広島大学原爆放射線医科学研究所 助手)
高 田 純 (札幌医科大学医学部 教授)
山本 政儀 (金沢大学自然計測応用研究センター 助教授)
木村 昭郎 (広島大学原爆放射線医科学研究所 教授)
大 瀧 慈 (広島大学原爆放射線医科学研究所 教授)
片山 博昭 ((財)放射線影響研究所情報技術部 部長)
- 海外共同研究者 : Boris I. Gusev (カザフ放射線医学環境研究所 副所長)
Zhaxybay S. Zhumadilov (セミパラチンスク医科大学 教授)
Valeri F. Stepanenko (ロシア医学アカデミー放射線医学研究所 所長補佐)
- 研究協力者 : Kazbek N. Apsalikov (カザフ放射線医学環境研究所)
Nailya J. Chaizhunossova (カザフ放射線医学環境研究所)
武市 宣雄 (武市クリニック)
山田 英雄 (医療・技術ロシア語通訳・翻訳)
平 岡 敬 (ヒロシマ・セミパラチンスク・プロジェクト)
松尾 雅嗣 (広島大学平和科学研究センター)
今中 哲二 (京都大学原子炉実験所)
豊 田 新 (岡山理科大学理学部)
宮澤 忠蔵 (奥羽大学歯学部)
坂 口 綾 (金沢大学大学院自然科学研究科)
カシム・ズマジーロフ (広島大学大学院医歯薬学総合研究科)
イリダナ・テレウハン (広島大学大学院医歯薬学総合研究科)
焦 玲 (広島大学大学院医歯薬学総合研究科)
平林今日子 (広島大学大学院医歯薬学総合研究科)
ディナーラ・ジャルリガノワ (広島大学大学院医歯薬学総合研究科)
飯田 昭三 (広島大学原爆放射線医科学研究所)
佐々木正夫 (京都大学)

吉川 勲 (長崎大学環境科学部)
 高辻 俊宏 (長崎大学環境科学部)
 田中 公夫 ((財) 環境科学技術研究所)
 早川 式彦 (広島大学原爆放射線医科学研究所)
 佐藤 斉 (茨城県立医療大学保健医療学部)
 蓮中 正彦 ((財) 放射線影響研究所情報技術部)
 原田 結花 (広島大学原爆放射線医科学研究所)
 小島知恵子 (ヒロシマ・セミパラチンスク・プロジェクト)
 橋村ますみ (ヒロシマ・セミパラチンスク・プロジェクト)
 Rafail Rozenson (Astana National Medical Academy)
 Ian Bailiff (University of Durham, UK)
 Steven L. Simon (National Cancer Institute, USA)
 Yeter H. Göksu (GSF, Germany)
 Alexander Ivannikov (MRRC of RAMS, Russia)
 Alexander Romanyukha (USUHS, USA)
 Sergey Pivovarov (National Nuclear Center, Kazakhstan)
 Valeriy Skvortsov (MRRC of RAMS, Russia)
 Igor K. Khvostunov (MRRC of RAMS, Russia)
 Natalia Semioschkina (GSF-ISS, Germany)
 Mark Orlov (Medical Radiological Research Center of RAMS, Russia)
 Sergey Shinkarev (Institute of Biophysics, Russia)
 Yuriy Yakovlev (Kazakh Research Institute for Radiation Medicine and Ecology)
 Vladislav Golikov (Research Institute of Radiation Hygiene, Russia)

研究経費

交付決定額 (配分額)

(金額単位：千円)

	直接経費	間接経費	合計
平成15年度	7,000	0	7,000
平成16年度	6,500	0	6,500
総計	13,500	0	13,500

研究発表

(1) 学会誌等

1. 星 正治：セミパラチンスク被曝実態調査の今. NL だより, No. 310, pp1, 2003.
2. 川野徳幸, 平林今日子, 星 正治, 松尾雅嗣：セミパラチンスク核実験場近郊被曝証言の日本語版全文データベース. 広島平和科学, 25, 31-51, 2003.
3. 峠岡康幸, 川野徳幸, 武市宣雄, Zhumadilov Zhaxybay, 星 正治：カザフスタン共和国セミパラチンスク在住の核実験被曝者に対する健康状態聞き取り調査結果に関する検討. 広島医学, 56(3), 189-192, 2003.
4. Zhumadilov, Zh., Hoshi, M., Takeichi, N., Abisheva, G., Taooka, Y., Bhattacharjee, D. and Kamiya, K.: Some approaches to treatment of patients with thyroid nodular diseased in the Semipalatinsk region of Kazakhstan. Hiroshima J. Med. Sci., 52(4), 81-89, 2003.
5. Orlov, M. Yu., Stepanenko, V. F., Hoshi, M., Takada, J.: The accuracy of dose estimations for cohort radiation epidemiological studies. Atomnaya Energiya (Atomic Energy), 94(4), 331-333, 2003 (in Russian).
6. Orlov, M. Yu., Stepanenko, V. F., Hoshi, M., Takada, J.: Estimate of Natural Irradiation Dose for the Retrospective Luminescence Dosimetry. Atomnaya Energiya (Atomic Energy), 94(5), 413-415, 2003 (in Russian).
7. Orlov M. Yu., Stepanenko V. F., Kolyzhenkov T. V., Hoshi M., Takada J.: Monte-Carlo calculation of gamma-dose distribution inside brick wall and in air. Atomnaya Energiya (Atomic Energy). 94(6), 479-483, June 2003 (in Russian).
8. Toyoda, S., Tanizawa, H., Romanyukha, A. A., Miyazawa, Ch., Hoshi, M., Ueda, Y., Nitta, Y.: Gamma-ray dose response of ESR signals in tooth enamel of cows and mice in comparison with human teeth. Radiation Measurements, 37, 341-346, 2003.
9. Bratilova, A. A., Zvonova, I. A., Balonov, M. I., Shishkanov, N. G., Trushin, V. I., and Hoshi, M.: ^{131}I content in the human thyroid estimated from direct measurements of the inhabitants of Russian areas contaminated due to the Chernobyl accident. Radiation Protection Dosimetry, 105(1-4), 623-626, 2003.

10. Hoshi, M., Yamamoto, M., Takada, J., Sakaguchi, A., Apsalikov, K. N. and Gusev, B. I.: Radioactive contamination on land and external radiation dose in residential areas around the former Soviet Union's Semipalatinsk Nuclear test site: A review of our studies since 1995. *Indian Journal of Radiation Research*, 1(1), 1-20, 2004.
11. Yamamoto, M., Hoshi, M., Takada, J., Sakaguchi, A., Apsalikov, K. N., Gusev, B. I.: Distributions of Pu isotopes and in soil from Semipalatinsk Nuclear Test Site detonations throughout southern districts. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 261(1), 19-36, 2004.
12. Yamamoto, M., Hoshi, M., Takada, J., Sakaguchi, A., Apsalikov, K. N., Gusev, B. I.: Current levels and distributions of ¹³⁷Cs and Pu isotopes in soil on the Kazakhstan territory of the Kazakhstan-Chinese border: Semipalatinsk and Lob Nor nuclear test sites detonation. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 261(3), 533-545, 2004.
13. Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Hoshi, M., Apsalikov, K. N., Gusev, B. I.: Plutonium isotopes and ¹³⁷Cs in Dolon settlement near the Semipalatinsk Nuclear Test Site: About 50 years after the first nuclear weapon testing. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 260(3), 543-555, 2004.
14. Matsuo, M., Kawano, N., Hirabayashi, K., Taooka, Y., Apsalikov, N. and Hoshi, M.: A Full-text English Database of Testimonies of Those Exposed to Radiation near Semipalatinsk Nuclear Test Site, Kazakhstan. *Hiroshima Peace Science*, 26, 75-99, 2004.
15. 川野徳幸, 峠岡康幸, 平岡 敬, 松尾雅嗣, Apsalikov, Kazbek Negmatovich, Zhumadilov, Zhaxybay Shaimardanovich, 星 正治: セミパラチンスク核実験場近郊被曝証言の内容分析. *広島医学*, 57(4), 378-381, 2004.
16. 峠岡康幸, 川野徳幸, 平林今日子, Jumaseytovich Moldagaliev Talgat, Viktorovich Garich Bolis, Negmatovich Apsalikov Kazbek, 星 正治: セミパラチンスク核実験場周辺住民に対する健康状態聞き取り調査結果に関する検討. *広島医学*, 57(10), 776-779, 2004.
17. 田中憲一, 星 正治, Eldana Tieliewuhan, Alexander Ivannikov, 宮澤忠蔵, 豊田 新, 菅 慎治, 北川和英, 竹岡清二, 遠藤 暁: 歯の ESR 線量測定法における X 線手荷物検査の影響. *長崎医学会雑誌*, 第 79 巻, 原爆特集号別冊, 171-174, 9 月 25 日, 2004.

18. 川野徳幸, 峠岡康幸, 松尾雅嗣, 平林今日子, 平岡 敬, K. Apsalikov, B. Galich, T. Moldagaliev, 星 正治: セミパラチンスク核実験場近郊での核被害: 被曝証言を通して. 長崎医学会雑誌, 第 79 卷, 原爆特集号別冊, 162-166, 9 月 25 日, 2004.
19. Ivanov, V. K., Chekin, S. Yu., Parshin, V. S., Vlasov, O. K., Maksioutov, M. A., Tsyb, A. F., Andreev, V. A., Hoshi, M., Yamashita, S., and Shibata, Y.: Non-cancer thyroid diseases among children in the Kaluga and Bryansk regions of the Russian federation exposed to radiation following the Chernobyl accident. *Health Physics*, 88(1), 16-22, 2005.

(2) 口頭発表

1. 川野徳幸, 峠岡康幸, 平岡 敬, 松尾雅嗣, Apsalikov K. N., Zhumadilov Zh. S., 星 正治: カザフスタン共和国セミパラチンスク核実験場近郊の被曝実態調査研究報告: 被曝証言調査を通して (招待講演). 国際学術会議: 中央アジア研究報告会, ソウル, 4月11日-12日, 2003.
2. 川野徳幸, 峠岡康幸, 平岡 敬, 松尾雅嗣, Apsalikov K. N., Zhumadilov Zh. S., 星 正治: セミパラチンスク核実験場近郊被曝証言の内容分析. 第44回原子爆弾後障害研究会, 広島, 6月, 2003.
3. 焦 玲, 高田 純, 星 正治: Effect of sunlight irradiation on ESR signals of human tooth enamel. 第5回夏の学校環境放射能・放射線ワークショップ, 長崎, 8月6日-8日, 2003.
4. 星 正治: 広島大学・カザフスタンの放射線量共同研究について. HICARE・広島大学講演会, 広島, 1月6日, 2004.
5. Toyoda, S., Tanizawa, H., Tielweuhan, E. Hoshi, M., Miyazawa, C., and Romanyukha, A. A.: Electron Spin Resonance (ESR): dosimetry of Human Tooth Enamel of Low Dose Region Using a Numerical Method with Matrices. The 36th Midyear topical Meeting, San Antonio, Texas, January 26-29, 2004.
6. Apsalikov, K. N.: Dosimetry and Epidemiology Studies around the Semipalatinsk Nuclear Test Site. The Ninth Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 10, 2004.
7. Zhumadilov, Zh., Abisheva, G., Hoshi, M., Takeichi, N., Bhattacharjee, D. and Kamiya, K.: Selective Approaches to Treatment of Patients with Thyroid Nodular Diseases in the Semipalatinsk Region of Kazakstan. The Ninth Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 10, 2004.
8. Yamamoto, M., Sakaguchi, A., Hoshi, M., Imanaka, T., Apsalikov, K. N., Gusev, B. I.: Current Situation of Radioactivity Contaminants in the Surrounding Areas of SNTS: Dolon, Mostik, Cheryomushiki and Budene Settlements. The Ninth Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 10, 2004.
9. Sato, H., Hoshi, M., Takada, J.: Measurement of the Accumulated Doses of the Bricks for the

Estimation of External Doses in the Residential Area near Semipalatinsk Nuclear Test Site. The Ninth Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 10, 2004.

10. Ivannikov, A., Apsalikov, K., Zhumadilov, K., Tielewuhan, E., Jiao, L., Zhumadilov, Zh., Toyoda, S., Miyazawa, C., Okamoto, T. and Hoshi, M.: Radiation Dose Reconstruction by Tooth Enamel EPR Dosimetry for Population of Settlements Affected by Radiation in the Vicinity of the Semipalatinsk Nuclear Test Site (Dolon and Mostik). The Ninth Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 10, 2004.
11. Tanaka, K., Iida, S., Takeichi, N., Hoshi, M., Tchajjunusova, N. J., Gusev, B. I., Sakerbaev, A. Kh.: Unstable- and Stable Chromosome Aberrations in Lymphocytes from Individuals living near Semipalatinsk Nuclear Test Site. The Ninth Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 10, 2004.
12. Imanaka, T.: Assessment of External Radiation Exposure in Settlements around the Semipalatinsk Nuclear Test Site. The Ninth Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 10, 2004.
13. Katayama, H., Hoshi, M., Apsalikov, K., Gusev, B.: The Development of the Database for Epidemiological Analysis at the Scientific Research Institute of Radiation Medicine and Ecology in Semipalatinsk. The Ninth Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 10, 2004.
14. Ishida, N.: Agriculture in Syr-Darya Basin and Aral Sea Problems. The Ninth Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 10, 2004. Zhumadilov, Zh.: Selective Approaches to Treatment of Patients with Thyroid Nodular Diseases in the Semipalatinsk Region of Kazakhstan. The Ninth Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 10, 2004.
15. 焦 玲, 高田 純, 星 正治: 歯エナメル ESR 線量法に対する太陽光暴露の影響. 第 88 回日本医学物理学会学術大会, 広島, 10 月 1-2 日, 2004.
16. Hoshi, M.: Study of radiation effects for the residents near Semipalatinsk nuclear test site and basics. Symposium on Medical Sciences, Minsk, October 29, 2004.
17. 豊田 新, 門間あゆみ, 上田裕次, 今田裕子, 星 正治, 田中憲一, テレウハン・イリダナ, Romanyukh, A., Tarasov, O., 遠藤 暁: ロシア南ウラル地方のウシの歯に含ま

れる ^{90}Sr の分布のイメージングプレートによる計測と ESR 線量測定. 第 47 回日本放射線影響学会大会, 長崎, 11 月 25-27 日, 2004.

18. 星 正治: 世界における被ばくの実態. HICARE 研修会, 広島, 2 月 9 日, 2005.
19. 星 正治: 放射線の基礎と被曝. チェルノブイリ調査隊&検診団活動報告会. 広島, 2 月 20 日, 2005.
20. Hoshi, M., Tanaka, K. and Endo, S.: Dosimetry study and its meanings - Hiroshima and Nagasaki, Chernobyl, Semipalatinsk and Shilchar -. International Conference on Recent Trend of Radiation Biology, December 1-3, Mumbai, India.
21. Stepanenko, V., Hoshi, M., Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Apsalikov, K. N., Gusev, B. I., Kolizshenkov, T., Jungner, H.: International intercomparison of Retrospective Luminescence Dosimetry method: sampling and distribution of the brick samples from Dolon village, Kazakhstan. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
22. Sato, H., Hoshi, M., Takada, J.: Measurement of the accumulated doses of the bricks for the estimation of external doses in the residents near Semipalatinsk nuclear test site. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
23. Simon, S. L., McKeever, S. W. S., Blair, M. W., Bouville, A.: Experimental Methodology and Results for Intercomparison Bricks from Dolon Village. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
24. Göksu, H. Y., Stepanenko, V. F., Jungner, H. and Bailiff, I. K.: Experimental methodology and results for intercomparison bricks from Dolon' village: European Measurement Group. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
25. Heide, L., Bauer, S., Dalheimer, A., Gusev, B., Grosche, B.: Thermoluminescence measurement of five bricks from Dolon, Semipalatinsk and the Altai Region. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium,

- Hiroshima, March 9-11, 2005.
26. Ivannikov, A., Zhumadilov, K., Tieliwuhan, B., Jiao, L., Apsalikov, K., Berekenova, G., Zhumadilov, Zh., Toyoda, S., Miyazawa, C., Skvortsov, V., Stepanenko, V., and Hoshi, M.: Radiation dose reconstruction by tooth enamel EPR dosimetry for population of Dolon and Mostik settlements placed in vicinity of the radioactive fallout trace of the most contaminating nuclear test in the Semipalatinsk nuclear test site. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
 27. Romanyukha, A., Schauer, D. A., Thomas, J. A., Malikov, Y. K.: Analysis of current assessments and perspectives of EPR tooth dosimetry for radiation dose reconstruction of the population residing near the Semipalatinsk Nuclear Weapon Test Site. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
 28. Pivovarov, S., Rukhin, A., Seredavina, T., Abildinova, G., Sviatova, G.: Retrospective EPR and bio-dosimetry of Semipalatinsk Nuclear Test Site region inhabitants. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
 29. Skvortsov, V., Ivannikov, A., Borysheva, N., Stepanenko, V., Hoshi, M., Orlenko, S., Tikunov, D., Nalapko, M.: Comparative analysis of the results of EPR tooth enamel dosimetry around SNTS and in Chernobyl affected areas. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
 30. Zhumadilov, K., Ivannikov, A., Apsalikov, K., Zhumadilov, Zh., Toyoda, S., Zharlyganova, D., Tielewuhan, E., Endo, S., Tanaka, K., Miyazawa, C., and Hoshi, M.: Radiation dose estimation by tooth enamel EPR dosimetry for residents of Dolon settlement. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
 31. Toyoda, S., Imata, H., Romanyukha, A., Tarasov, O., Hoshi, M., Tielewuhan, B.: Toward ESR dosimetry of mammal teeth of high sensitivity: chemical treatment and the effect of ^{90}Sr . 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.

32. Pivovarov, S., Rukhin, A., Seredavina, T.: Radiation – induced EPR – signal in Semipalatinsk Nuclear Test Site soils. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
33. Sevan'kaev, A. V., Khvostunov, I. K., Lloyd, D., Voisin, Ph., Goplub, E. V., Nadejina, N. M., Nugis, V. Yu., Sidorov, O. S., Skvortsov, V. G.: The analysis of Suitability of FISH Chromosome Painting and ESR-spectroscopy of Tooth Enamel Assays for Retrospective Dose Reconstruction. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
34. Yamamoto, M., Hoshi, M., Sakaguchi, A., Shinohara, K., Apsalikov, K. N., and Gusev, B. I.: Preliminary Results of Plutonium and Uranium in Human Tissues from People living near the Semipalatinsk Nuclear Test Site. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
35. Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Hoshi, M., Imanaka, T., Apsalikov, K. N., Gusev, B. I.: Radioactive Contamination in the vicinity of Semipalatinsk Nuclear Test Site Dolon, Mostik, Cheremshki and Budene Settlements. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
36. Imanaka, T., Fukutani, S., Yamamoto, M., Sakaguchi, A., Hoshi, M.: External Radiation in Dolon Village Due to the Fallout Deposition from the First USSR Atomic Bomb Testing in 1949. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
37. Semioschkina, N.: Assessment of the current internal dose due to ^{137}Cs and ^{90}Sr for people living within the Semipalatinsk Test Site, Kazakhstan. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
38. Orlov, M., Stepanenko, V., Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Hoshi, M.: Estimation of the width of radioactive trace near Dolon village. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
39. Gordeev, K., Shinkarev, S., Ilyin, L., Bouville, A., Hoshi, M., Luckyanov, N., Simon, S. L., Sudakov, V.: Methods and results of retrospective assessment of Exposure to the population

- living in areas of local Fallout from the Semipalatinsk nuclear test site. Part i: external exposure. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
40. Stepanenko, V., Hoshi, M., Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Orlov, M., Ivannikov, A., Skvortsov, V., Apsalikov, K., Gusev, B.: A gradient of external dose in Dolon' village near Semipalatinsk nuclear test site: comparison of computed values with instrumental estimates. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
 41. Simon, S. L., Beck, H. L., Gordeev, K., Bouville, A., Anspaugh, L. R., Land, C. E., Langer, J. C., Luckyanov, N., Shinkarev, S.: External Dose Estimates for Villages near to The Semipalatinsk Test Site as Modified by the U.S./Russian Joint Methodology. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
 42. Takeichi, N., Hoshi, M., Noso, Y., Fujikawa, K., Nakamura, Y., Chaizhunussova, N., Zhumadilov, Zh., Apsalikov, K.: Examination of thyroid in Semipalatinsk and in Hiroshima. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
 43. Zhumadilov, Zh.: Thyroid Nodules in the Population Living around Semipalatinsk Nuclear Test Site: Possible implications for dose-response relationships study. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
 44. Gordeev, K., Shinkarev, S., Ilyin L., Bouville, A., Hoshi, M., Luckyanov, N., Simon, S. L., Sudakov, V.: Methods and results of retrospective assessment of exposure to the population living in areas of local fallout from the Semipalatinsk nuclear test site. Part ii: internal exposure to thyroid. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
 45. Taooka, Y., Takeichi, N., Apsalikov, K. N., Noso, Y., Kawano, N., Hoshi, M.: Increased T-cell receptor mutation frequency in radiation-exposed residents living near the Semipalatinsk nuclear test site. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.

46. Kawano, N.: Remarkable Experience for Hibakusha from the Nuclear Tests at the Semipalatinsk Test Site. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
47. Matsuo, M. and Kawano, N.: Overall Images of Nuclear Tests and Their Human Effects: An Attempt at Analyses Based on Verbal Data. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
48. Tieliewuhan, B., Tanaka, K., Toyoda, S., Kadoma, A., Endo, S., and Hoshi, M.: ^{90Sr} concentration in cow teeth from south Ural region, Russia and from Semipalatinsk nuclear test area, Kazakhstan, in comparison with Monte Carlo simulation. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
49. Katayama, H., Apsalikov, K., Gusev, B., Madiyeva M., Koshpessova, G., Abdikarimova, A., Hoshi, H.: Development of the Database for Epidemiological Research – An Attempt at Institute for Radiation Medicine Ecology in Republic of Kazakhstan –. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
50. Apsalikov, K. N., Rozenson, R. I., Madiyeva, M. R.: Registry for Radiation Exposed near the SNTS. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
51. Chaizhunusova, N., Zhakupova, S., Kokorina, L., Alpysova, G.: Chromosome Aberration of the Population Living On the Territory Adjoining Semey Nuclear Testing Site. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.
52. Tanaka, K., Iida, S., Takeichi, N., Tchajjunusova, N. J., Gusev, B. I., Apsalikov, K. N., Hoshi, M.: Unstable type chromosome aberrations in lymphocytes from individuals living near Semipalatinsk nuclear test site. 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area with 10th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, March 9-11, 2005.

(3) 出版物

1. 川野徳幸, 峠岡康幸, 平岡 敬, 松尾雅嗣, K. N. Apsalikov, Zh. S. Zhumadilov, 星 正治 : カザフスタン共和国セミパラチンスク被曝実態調査報告書. 広島大学原爆放射線医科学研究所, 広島大学・ひろしま平和科学コンソーシアム, 2003.
2. Kawano, N., Taoka, Y., Matsuo, M., Hiraoka, T., Apsalikov K. N., Zhumadilov Zh. S., Hirabayashi, K., Hoshi, M.: Report on the Actual Conditions of the Radiation Exposed Residents near the Former Semipalatinsk Nuclear Test Site. Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University, Hiroshima Peace Consortium, Hiroshima University. January 2004.

研究成果

セミパラチンスク核実験場近郊住民の被曝線量と健康影響調査

星 正 治

広島大学原爆放射線医科学研究所

1. はじめに

広島大学原爆放射線医科学研究所（原医研）は開設以来、広島や長崎の被曝者の放射線被曝とそれによる健康影響調査を行ってきた。本研究所の国際放射線情報センターを中心として、世界中の被曝者の被曝やそれに関わる健康影響調査を行ってきた。最終的な目的は、第一に検診などの調査を行い被曝による疾病発生のメカニズムを調べることであり、被曝者自身の健康を守ることである。第二はこの調査により放射線の被曝量と疾病の発症の関係を明らかにし、上記のような放射線を使った業務に従事している人々や医療放射線による一般人の被曝による病気発症の危険性（リスク）を見積もることである。

放射線を有効利用する分野が避けて通れないとすると、それを職業的として使う人や一般人への放射線の被曝を必要最小限にする必要がある。そのための基準が必要となる。放射線の危険度（リスク）はほとんど広島・長崎の被曝者の疫学調査から導きだされている。そのリスクは国際的な機関である国際放射線防護委員会（ICRP）で決定されている。その結果は日本では放射線障害防止法を中心とした各種の法令（医療法など）にも取り入れられており、人々の被曝の限度を定めている。

セミパラチンスク関連の科学研究費補助金は平成7年から現在まで2年ごとに継続して受領してきた。本報告書は平成15年度から16年度にかけて受領した日本学術振興会の科学研究費補助金を使って行われた研究の報告である。

世界中で使われているリスクの基準はほとんど広島・長崎の被曝者の調査に基づいて決められているが、原爆による被曝は被曝の時間が一瞬であった。しかしセミパラチンスクなど数時間から数ヶ月にわたって被曝した場合はそのリスクが異なっているとする意見もある。放射線に少しずつ時間をかけて被曝すれば、被曝している間でも細胞内でDNAの修復が可能であるので、異なる可能性はもっともかもしれない。このことを明らかにすることがこの調査のもう一つの最終的な意味である。

ともかくも、本研究およびこれまでの一連の研究ではそれぞれ将来の目標に向かって、現地の放射線医学環境研究所のカズベック・アプサリコフ所長、ボリス・グシェフ副所長、ナイラ・チャイジュヌソバ副所長、セミパラチンスク医学アカデミーのテレウオフ・ムラット学長、ザクシバ・ズマジーロフ副学長などと共同で測定などを進めている。

1. 金沢大学の山本政儀助教授、坂口綾大学院生を中心とした、土壌の汚染からの内部被曝の推定のためのCs-137、Pu同位体、U同位体などの測定。

2. 原医研の、遠藤暁助教授、田中憲一助手、イリダナ・テレウハン大学院生、焦玲大学院生、茨城県立医療大学の佐藤斉助教授、岡山理科大学の豊田新助教授、奥羽大学の宮澤

忠蔵教授などを中心とした、煉瓦、歯などを使った外部被曝の測定。

3. 武市宣雄医師（広島大学非常勤講師）、山田英雄広島大学非常勤講師、田中公夫氏、飯田昭三氏などを中心として、村を回り人々に対し甲状腺の検診と、採血による染色体異常、小核の検査。

4. 原医研の川野徳幸助手、マツダ病院の峠岡康幸呼吸器科部長、平和科学研究センターの松尾雅嗣センター長、平岡敬前広島市長らによる、心的問題を検討するためのアンケートおよび被曝の証言の収集（平成14年より開始）。

5. 放射線影響研究所の片山博昭部長を中心とした、現地でのデータベース構築とその解析などの研究開発（平成14年より開始）。

6. 広島大学大学院医歯薬学総合研究科の岡本哲治教授を中心とした、歯科の検診と遺伝子などの検査、以上があげられる。

なおこれらの研究を進める上で、NGOの団体である、広島のアシマ・セミパラチンスク・プロジェクトとは、薬品機材などの供給で共同作業を行ってきた。

そのほか、平成16年度（平成17年3月9-11日）に広島大学でワークショップを開催した。この成果は今まで混乱していた線量評価に世界中のコンセンサスを与えるものとなった。大きな成果である。

本報告書では以上の研究について進行状況や結果を報告する。

2. セミパラチンスクでの被曝

セミパラチンスクには旧ソ連時代に使われていた四国ぐらいの広さの広大な核実験場がある。1949年から1989年にかけて旧ソ連により延べ459回の核兵器の爆発試験がセミパラチンスク核兵器試験場で実施された。その内訳は地表26回、空中87回、地下346回であった。ロシアの報告によれば、TNT換算総出力は地表0.6Mt、空中6Mt、地下11Mtからなる18Mtであった。これは広島原爆の出力16ktの1100倍である。この出力はソ連の全核爆発の6%であるが、実験場周辺に村や都市が接近しているため、周辺住民の放射線被曝としては深刻である。

大気中の核実験の直後は、核分裂後の放射能を含んだ雲が実験場の外の地域を通過して被曝や汚染を引き起こした。ただ核爆発地点から離れた住民への放射性フォールアウトによる放射線被曝が及ぼす人体影響は、爆発からの直接放射線影響に比べると不明な部分が多い。

旧ソ連から独立したカザフスタン共和国は実験場周辺地域の被曝データを公開した。しかしこれらは当時の軍の管理下で実施されたもので、疑問も少なくない。

健康影響調査に関しては旧ソ連およびその後のカザフスタン共和国による調査がある。主にセミパラチンスク市にある放射線医学環境研究所によって調査研究されてきている。それによるとこの地域の悪性腫瘍の発生は核実験の後に増加し、全体として被曝していない地域より多いとされている。被曝線量との関係も議論されており、放射線による悪性腫

瘍の発生は白血病、甲状腺、食道、胃、肝臓、腸、肺、乳房に観察されている。その他染色体異常や奇形など放射線によるとされる異常が観察されている。放射線によるリスクも計算され広島・長崎の原爆被爆者との違いも示されている。ただこれらは診断や調査の基準が異なっていることも考えられるため、今後第三者による確認などの作業が必要と考えられる。

3. 現在の周辺環境の現状

まず調査のはじめに現状はどうなっているかについて調査を行った。現在の居住区の環境調査は、我々の被曝の問題もあるし、今後の周辺住民の放射線被曝を調べる上で重要である。そのため、最初の 1995 年の現地調査では環境放射線測定を、ドロン、ズナメンカ、セミパラチンスク市そして原子の湖で行った。

原子の湖での線量率はおおよそ $10 \mu\text{Sv/h}$ (単位は一時間当たり百万分の一シーベルト) であった。幾つかの村とセミパラチンスク市の環境放射線線量率は、 $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 以下であった。原子の湖の爆発地点から 50km 離れた被曝した村といわれているズナメンカにおいても、線量率は自然レベルの $0.07 \mu\text{Sv/h}$ であった。広島での現在の自然放射線は $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 以下ぐらいであるので核実験場以外で現在居住することには何ら問題はない。

4. セミパラチンスク核実験場周辺の放射能汚染: ドロン集落の現状-2002 年

坂口 綾、山本政儀

本研究グループは、1994 年から実験場内及びその周辺地域の放射能汚染と被曝線量評価を行ってきた。今回は、最初の核実験 (1949 年 8 月 29 日) で生じた雲による深刻な放射能汚染が報告されているドロン村内の土壌試料を重点的に採取した (2002 年 10 月)。ドロン村では、モデル計算、レンガを用いた TLD 法、さらに住民の血液を用いた生物学的方法による被曝線量評価などが試みられてきたが、未だ不明な点が多い。そこで今回採取した試料について、半減期の長い Cs-137 ($T_{1/2} = 30.17 \text{ y}$)、及び Pu 同位体、

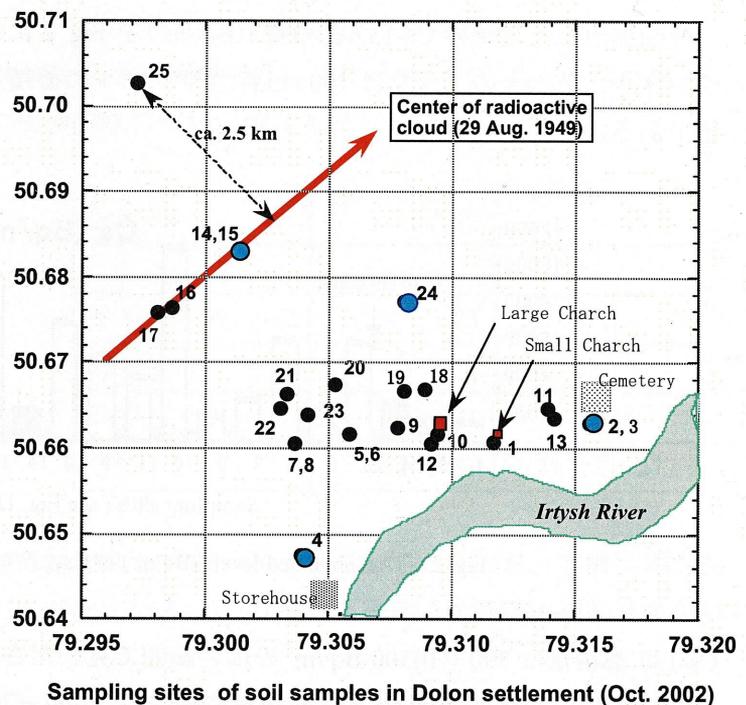


Fig. 1 Sampling sites of soil

Pu-238 ($T_{1/2} = 87.7 \text{ y}$)、Pu-239 ($T_{1/2} = 2.41 \times 10^4 \text{ y}$)、Pu-240 ($T_{1/2} = 6.55 \times 10^3 \text{ y}$)を測定し、レベルと分布及び汚染源の識別について詳細な検討を行い、併せて残留 Cs-137 放射能からの被曝線量評価を試みた。

試料採取・測定方法

土壌採取は、直径 4.7 cm 長さ 30 cm のステンレスパイプを用いて村内外併せて 25 カ所で行った。(Fig. 1) 特に汚染が深刻であると予想されている地点では、深さ約 100 cm まで (0–60 cm 深さ ; 4.7 cm^φ x10 cm x2 本、60–100 cm 深さ ; 4.7 cm^φ x20 cm x2 本) 穴を掘り、土壌採取を行った。

30 cm 深さ試料については、0–5、5–10、10–15、15–20、20–30 cm に分けてまず γ 線測定を行った。また、それらの試料いくつかについて深度毎に Pu の逐次分析 (硝酸加熱抽出+全分解) を行い、深度分布・存在状態を評価した。なお、100 cm 深さの試料についても、0–60 cm 深さまでは 10 cm 毎に、それ以深は 20 cm 毎に γ 線測定と Pu 逐次分析を行った。

Cs-137 の高蓄積量が見いだされた村の入り口 (sample No. 24 ; 放射能雲から 2.5 km 地点) で採取した土壌表層試料 (0–10 cm 深さ) については、土壌の粒度分画 (<0.45、0.45–32、32–88、88–125、125–250、250–500、>500 μm) を実施し、粒度毎の γ 線測定、Pu 逐次分析を行った。また、CR39 を用いた α トラック法による Pu 等の存在状態も検討した。

結果及び考察

今回採取した地点の Cs-137 蓄積量 (Bq/m^2) を Fig. 2 に示す。白い棒グラフは 30 cm 深さサンプル、色つきのグラフは 100 cm 深さサンプルの蓄積量を示す。蓄積量は試料採取日の値である。

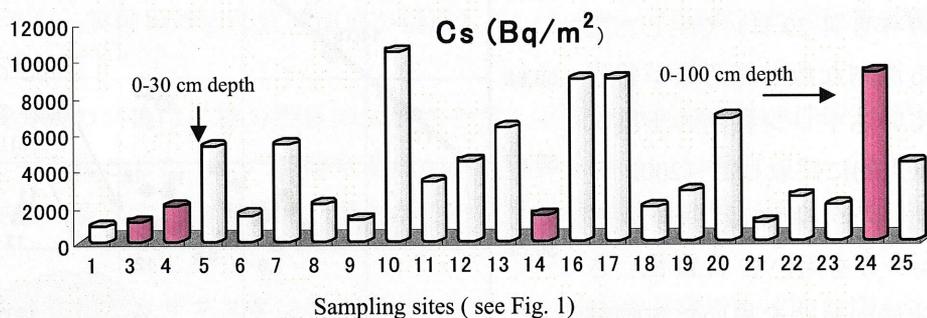


Fig. 2 Accumulated levels (Bq/m^2) of Cs-137 for soil samples.

Cs-137 蓄積量は $790\text{--}10300 \text{ Bq}/\text{m}^2$ の広い範囲で見いだされ、非常に不均一である。ドロン村及びその周辺地域での Cs-137 蓄積量に関して、 $1200\text{--}7900 \text{ Bq}/\text{m}^2$ (1985–1989 年) 1)、 $300\text{--}7900 \text{ Bq}/\text{m}^2$ (0–14 cm の深さ・9 試料、1996 年) 2) の値が報告されている。今回の測定

結果も、大部分はこの範囲内であるが、10300 Bq /m² (sample No.10) はこれまでの最高値である。Cs-137 蓄積量の不均一性は、爆発時に生じた種々の粒子が重力により地表に落下する際、そのサイズや風向、降雨の有無などによって大きく変化し、局地的フォールアウトをつくった事にも起因すると考えられる。さらに Cs-137 の深度分布は、指数関数的に減少していない地点も見られ、物理的・化学的風化及び人為的攪拌があったことが示唆される。Pu 濃度については現在測定中であるが No.24 地点で 12000 Bq /m² の値が見いだされている。Cs-137 蓄積量からの線量評価に関しては後に示すように今中が計算した。

参考文献

Deroglasow W. N., Safonow F. F., Sumagulow S. G., et. al., Radiohygenic situation in the region of the Semipalatinsk polygon, Bulletin of the Center of Public Information on Nuclear Energy, Moscow, Special issue. 20 January 1993

Gastberger M., Steinhausler F., Gerzabek M. H., Hubmer A., Lettner H., ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in environmental samples from Dolon near the Semipalatinsk Nuclear Test Site, Health Phys., 79, 257 (2000).

5. セミパラチンスク地域の被曝者の検診と染色体異常の検査

飯田昭三、武市宣雄、星 正治

セミパラチンスクの被曝者の甲状腺の検診や採血については、各村々を訪れて行った。それらの村として選んだ所は、もっとも大きな被曝地域 (1Gy 相当の被曝) として、ドロン村、サルジャル村、その次の村 (0.5Gy 相当の被曝) としてカイナル村、コントロールとしてコクペクティ村である。以下に検診の数について表にした。

2001 年	人数
ドロン	64
サルジャル	65
カイナル	36
コクペクティ	31
小計	196

2002 年	人数	
サルジャル	23	
カイナル	27	
コクペクティ	31	
小計	81	人数合計 277

甲状腺の検診結果などについては総合的なレポートはまだ出ていないが、参考文献の武市他 (広島医学) にその結果の一部が出ている。この報告は広島医師会の槇殿賞を受賞した。

染色体の検査についても現在も解析中であるがその一部を以下に報告する。培養法としては一般的なものである。血液は当地のセミパラチンスクでは十分に処理が出来ないので、

血液を冷蔵し持ち帰った。これは京都大学名誉教授の佐々木正夫氏の方法による。組織培養法および標本作製は一般的に広く用いられている方法を使った。以下にそれを述べる。

末梢血液の処理と培養方法

- (1) あらかじめヘパリン液(100U)でぬらした注射筒で5~10mlの静脈血を採取し、軽く混合して血液とヘパリンを混合させて、血液の凝固を防ぐ。
- (2) これを培養液+20%牛胎児血清 20mlの液に混合する。
- (3) 培養開始日にPHA(phytohemagglutinin)を0.2ml加え2日培養する。
- (4) 2日後、Colcemid処理で分裂細胞を集め、低張液処理で細胞を膨潤させメタノール3対氷酢酸1の液で固定して、スライドガラスに滴下し温熱乾燥法で標本作製する。
- (5) 乾燥後ギムザ染色液で染色して、顕鏡を行う。

検査の暫定的な結果を下表に示す。検査数を今後とも増やし、被曝との関係を考察する。

2001年	検査数	異常数 (%)
ドロン	34	24 (71)
サルジャル	15	7 (47)
カイナル	14	9 (64)
コクペクティ	10	5 (50)
計	73	45 (62)

2002年	検査数	異常数 (%)
サルジャル	6	5 (83)
カイナル	22	18 (82)
コクペクティ	22	9 (41)
計	50	32 (64)

6. セミパラチンスク核実験場近郊住人を対象とする被曝証言調査および健康状態に関するアンケート調査の概要

川野徳幸

カザフスタン共和国には米ソ冷戦構造の負の遺産とも言えるセミパラチンスク核実験場がある。そこでは、1949年から40年間、大気中での111回の核実験を含む合計456回の核実験が行われてきた。これにより、核実験場を中心とする広範囲で50万人とも、100万人とも推定される住人が被曝する結果となった。

川野らは、アンケート調査という社会学的手法を用い、カザフスタン共和国セミパラチンスク核実験場近郊の被曝実態の解明を試みてきた。これまでセミパラチンスク核実験場近郊の村々で2回の現地調査を実施した。第1回目は2003年8月8日から同月16日の日程、そして第2回目は2004年7月26日から8月2日の日程でそれぞれ実施した。調査対象の村は、第1回目がサルジャル村、ドロン村、カイナル村、コクペクティ村、カラウル村、ズナメンカ村の6地域、そして第2回目がズナメンカ村、ブラス村、ボデネ村、モスティク村、チェリヨムシュキー村、グラチ村の6地域を選んだ。アンケートの回収状況は

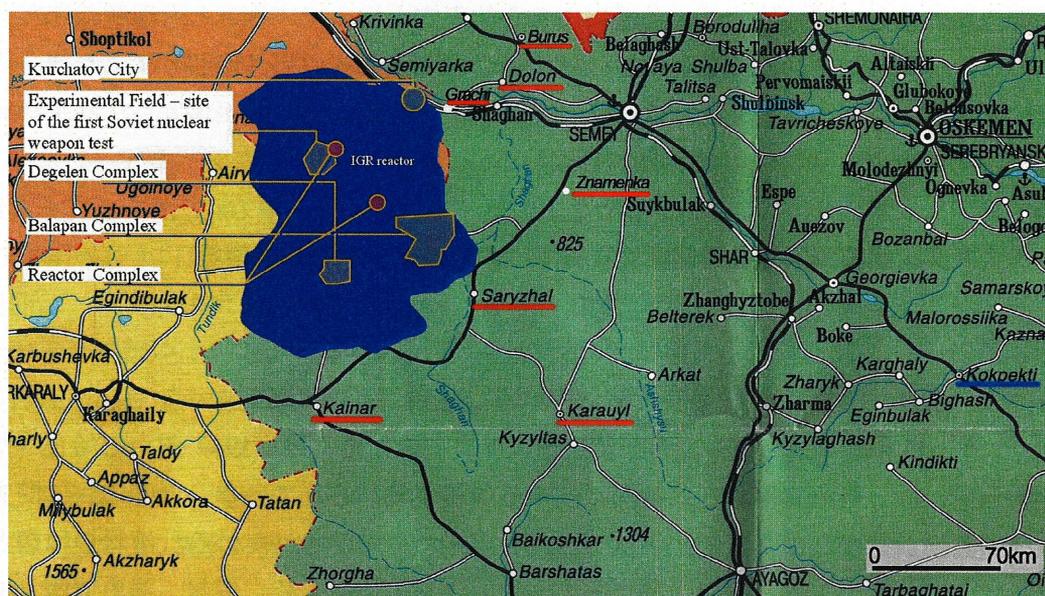
表 1 に、調査地の村は地図 1 に示した。

表 1 セミパラチンスク近郊におけるアンケート及び被曝証言回収数¹⁾

村名	2002年アンケート回収数	2002年被曝証言回収数	2003年アンケート回収数	2003年被曝証言回収数	2004年アンケート回収数	2004年被曝証言回収数	アンケート回収総数	被曝証言回収総数
サルジャル	48	48	51	20			99	68
ドロン	28	20	51	10			79	30
カイナル	48	48	26	7			74	55
コクベクティ	47	23	50	9			97	32
カラウル			50	31			50	31
ズナメンカ			24	15	50	35	74	50
ブラス					50	40	50	40
ボデネ					50	45	50	45
モスティク					50	45	50	45
チェリヨムシュキー					50	41	50	41
グラチ					30	28	30	28
研究所*					3	3	3	3
合計	171	139	252	92	283	237	706	468

注* 2004年7月31日、カザフ放射線医学環境研究所に入院中の被曝者3名より回収

1) 但し、2002年調査を含む。



地図 1 セミパラチンスク核実験場と近郊の村

回収したアンケート調査からは、まず、セミパラチンスク核実験場近郊住民の心的影響を含む健康状況の考察を行った。次に、セミパラチンスク核実験場近郊住民の核被害の全体像を明らかにすることを試みた。具体的には、被曝者は核実験に際し、何を見て、何を体験し（被曝体験の概要）、その結果、現在何を感じているのか、また、彼らは現在何を求めているのか、という 4 つの視点から被曝証言の特徴を拾い上げ、考察を加えた。同時

に、健康面、社会経済面、精神面の各視点から核被害の全体像の解明を試みた。また、ここでは、本調査と同時に行ったインタビューの内容も加味し、議論した。

健康調査においては、過半数の被曝者が体調不良を訴えていること、中でも高血圧、心臓疾患、甲状腺疾患、消化器疾患を具体的疾患として挙げるものが多かった。また、被曝者の3割以上が放射線被曝により何らかの心的不安を感じており、精神的後遺症といえる心的状態の変化を認めた（峠岡康幸担当）。

被曝体験については、核爆発の様子を恐怖感を持って目撃し、間近に起こる爆発に伴う轟音、閃光、地面の揺れを不安の中で体験した様子が理解できた。また、核実験時の強制移住の様子、避難の様子について吟味した。それにまつわる各村における相違点などは、旧ソ連当局の核政策の一端を知る上で重要な情報といえる。現在の気持ちに関しては、核実験に対する強い憤りが語られていた。その背景には、現在の健康障害の要因を核実験であるとする強い認識があると考えられる。核兵器廃絶、核実験即時中止への強い願いは、今後の平和運動の担い手としての役割も大いに期待させるものである。多くの被曝者が、医療を中心とする援助、国家に対する補償を求めていることも理解できた。

健康面、社会経済面、精神面の各視点からの核被害については、セミパラチンスクの被曝者の最も深刻でかつ関心が高い点は、自身の健康被害、つまり「からだ」についてであることが理解できた。精神的には、被曝による心的不安を抱えていることも理解できた。同時に、セミパラチンスクの被曝者は、放射線被曝による家族の死、差別等により社会経済的な被害も被っていることが理解できた。以上の研究成果は、『広島医学』、『広島平和科学』（広島大学）等のジャーナルに掲載されている。

7. カザフスタン共和国保健省医学環境研究所におけるデータベース構築

片山 博昭

はじめに

カザフスタン共和国保健省医学環境研究所（カザフ研究所）には、1949年から始まった旧ソビエト連邦による核実験場近郊住民に関する情報が集められている。近郊住民に関する情報は核実験が行なわれた当初から集められ、現在でも継続されている。情報の種類としては、姓名、性、生年月日や居住歴などのいわゆる基本情報、死亡情報、罹患情報、検診情報、各種の質問表、被曝した試料からの線量測定情報など多岐に渡っている。これらの資料は紙に書かれた状態で保存され、各国との共同プロジェクトが発生する度に、この用紙からパーソナルコンピュータに入力されてきた。即ち、これらの資料は物理的に保管する場所として一箇所にまとめられ管理されてはきたが、デジタル資料としての一元的な保管・管理はされていなかった。そのため、各部署に設置されたパーソナルコンピュータの中には同じ内容、もしくは少しだけ異なったデータが分散され保存されている。有効な疫学的な解析を行なう場合は、これらの資料がデータベースとして一元管理されることが

望ましい。さもなければ、新しい解析が行なわれる度に、そのためのデータセットを以前と同様に作成しなければならなくなる。我々はまた、疫学的影響を調査するだけでなく、被爆者個々の被曝線量を出来るだけ詳しく計算する事も目的の一つとしている。その為には、土壌や煉瓦などの被曝試料から得られた測定値データや ESR などから得られた生物学的線量推定値、被爆者が摂取した食事やミルクの量などを調査した質問表、更には被爆者個々の居住歴、仕事の内容などが多角的にリンクされなければならない。これらを達成する為には高度に一元化されたデータベースの構築は必須である。

経過

2002年8月23日、カザフ研究所のアプサリコフ所長、グシェフ副所長と協議し、データベース構築はカザフ研究所の完全な協力の下に行なうこと、我々の役割としてデータベース構築に必要な機材の設定、技術力供与、そして研究所職員の教育を行なうことを決定した。また、研究所は保有する全てのデータを可能な限り、構築するデータベース上に置く。その為の職員の確保を行なうことも決定された。この協議により、2003年3月19日から4月15日まで、2003年6月4日から7月8日までの2回に渡り、カザフ研究所からプログラマーを招聘し放射線影響研究所情報技術部にてデータベースの研修を行なった。当初は現地プログラマーにアプリケーションプログラムの作成をさせることを試みたが、最終的にデータベースに使用するアプリケーションは日本側で作成し、現地プログラマーにはデータベースの保守をすることになった。2003年7月21日、カザフ研究所に設置されたデータベースサーバに OS、データベースエンジンをインストール、クライアント PC にも必要な設定を行なった。2003年7月25日、データの入力が始まった。データの入力は順調に進み、2003年9月30日には49,000件、2005年1月31日には110,000件に達した。入力する対象集団は、核実験場に近い地域から始めた。現在は、アバイ地区、ベスカラガイ地区、ジャナセメイ地区を主として個人情報の収集を行ない、データベースへの入力を行なった。今後は周辺の地域の情報を入手し、旧セミパラチンスク州を全て含むデータベースを構築する予定である。データベースへ入力されている情報は個人情報に関するものが主で、姓名、姓、生年月日、家族構成、居住歴、職歴、被爆者手帳の記載事項等である。解析に当たっては、これらの基本的情報を持つ母集団を策定し、その上で解析に必要な集団を抽出する。

データベース

データベースに使用したハードウェアの仕様は、CPUは Pentium III 1.4GHz、1GB RAM、本体の HD は 36GB、データ部に 108GB(36GB*3)の RAID III である。ソフトウェアとして、OSに RedHut Linux 8.1、データベースエンジンに Sybase 11.0.3.3 for Linux を採用した。Sybase 11.0.3.3 for Linux を採用した第一に理由は OS と同じく、使用に関してライセンス費などが発生しないこと、必要に応じて容易に拡張ができることであった。データベース自体は 2 台用意し、一台はバックアップとして設定され、毎晩メインのデータベースからデータが

転送され、不意の障害に備えている。全ての機器は19インチラック内に設置され施錠されている。またデータベースサーバが設置されている部屋も常に施錠され、厳重に守られている。

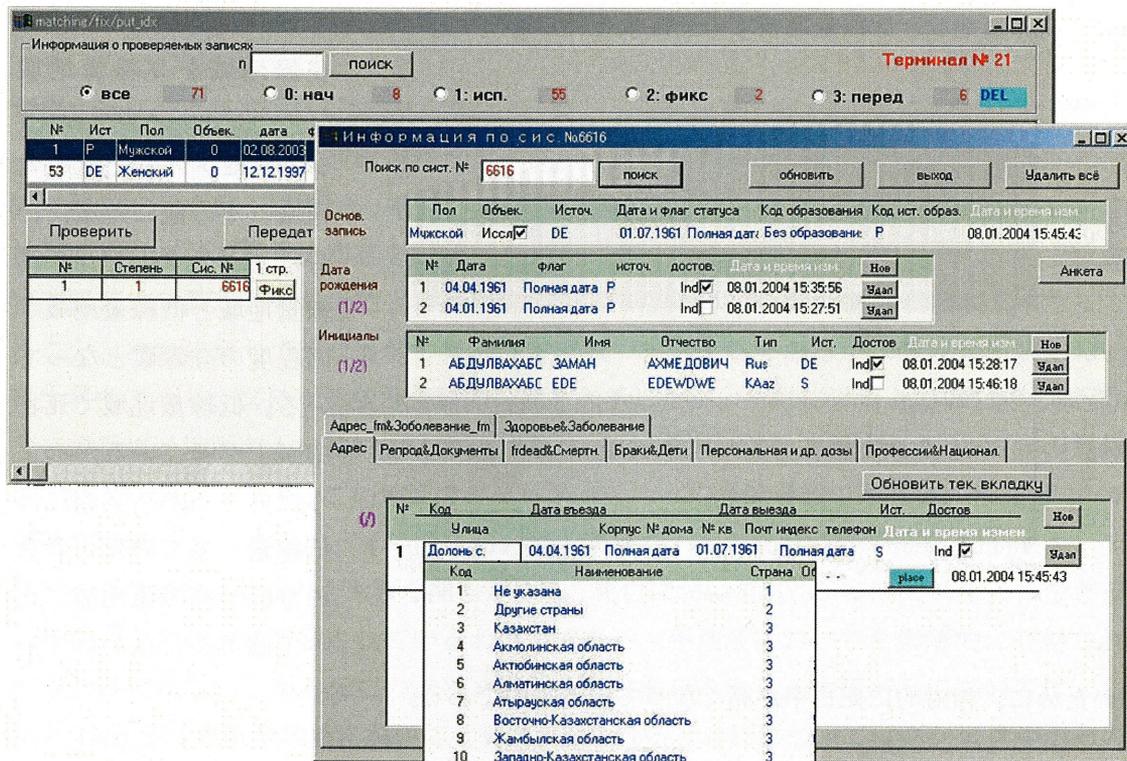
データベーステーブル構造

places * idplace country region area settlement descrip updt	clc_code * idclc code code_item updt diag * iddiag icd9 icd10 descrip updt	id * sysid gender tpstat stat_src stat_dt stat_df ideduct ideduct_src updt	names * sysid * seq_no firstname lastname midname type src ind updt	idead * sysid * seq_no icd9 icd10 comment deaddt deaddf src ind updt	doze * sysid * seq_no total dozemdt dozemdf src ind updt	disease * sysid * iddiag * seq_no now_past comment diagdt, df src updt	reprod * sysid id_number typegroup usedhozp birtdoc ushozbk per4648 per4650 liv_bgdt,df liv_enddt,df left_bgdt,df left_enddt,df updt
dbours * src descrip updt	heath * idheath descrip updt	id_entry * tty_id * s_no src gender tpstat stat_dt stat_df ideduct firstname lastname midname nametype birthdt birthdf run_fig reg_fig sysid updt	births * sysid * seq_no birthdt birthdf src ind updt	nations * sysid * seq_no idnational sourd sourd src ind updt	marriage * sysid * seq_no mardt mardf idhusband src ind updt	heaths * sysid * idheath src updt	irdead * sysid iddead updt
nation * idnational descrip updt	istusr * iduser lastname updt	adres * sysid * seq_no idplace street box housemb room postalindex numbertel indt,df outdt,df doc_type src ind updt	trades * sysid * seq_no idtrade bgdt,df enddt,df src ind updt	children * sysid * seq_no * idchild updt	disease_fm * sysid * idrelat * iddiag seq_no qe_no src updt	question1 * sysid * qe_no exam_dt,df pid exam_place harm_trade marr_1 trade_reason updt	question2 * sysid * qe_no exam_dt,df pid exam_place dr_sign updt
rtrade * idtrade descrip handle_1-5, o job_type updt	doc_type * doc_type descrip updt	doc_type * doc_type descrip updt	doc_inf * sysid * doc_type * seq_no number serial memo src updt	adres_fm * sysid * idrelat * seq_no idplace indt,df outdt,df src ind updt	clc_data * sysid * qe_no * idclc * code value notes updt	relat * sysid * idrelat * idrelt dozes updt	
tprel * idrelat descrip updt	rezid * idrezult descrip updt	icd9 icd9 descrip updt					
clc_item * idclc clc_item type unit class_no updt	icd10 icd10 descrip updt	mh_out * tty_id * s_no * mh_type * sysid					

データベースは上記に掲げた基本情報のみでなく、死亡情報、集団検診による血液学的検査、生化学的検査の結果も含んでいる。これらのデータは様々な入力源から得られ、全てのデータは sysid と呼ばれる一意の番号で結合されている。

アプリケーションプログラム

クライアント PC でデータ入力に使用されるアプリケーションプログラムは、パワービルダーで作成する。開発は日本語で作成するが、最終的にロシア語に翻訳シランタイムバージョンにし、メールにて現地に配送する。現地では研修を受けたプログラマーが送付されたアプリケーションソフトが各クライアント PC で使用できるように所定の場所にコピーする。これらのプログラムは個人同定を含むために、非常に複雑に出来ている。



集計結果

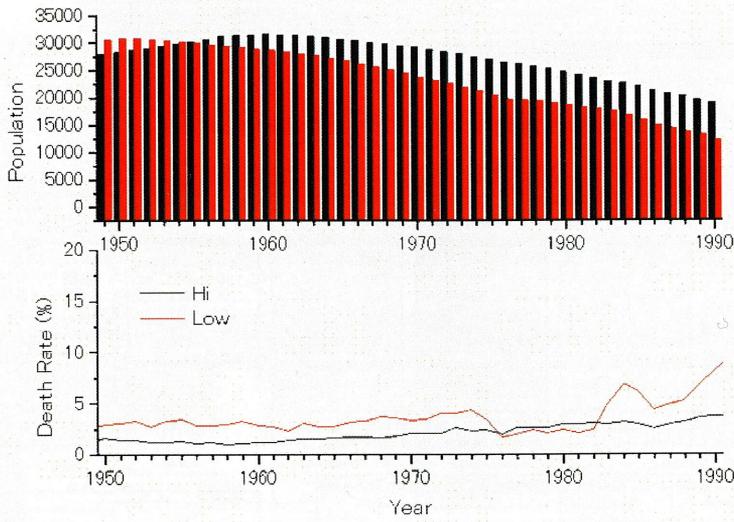
- 年次別地域別登録者数および死亡者数

	1949	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
人口												
Abaisky	5914	5862	5715	5784	5355	4821	4100	3386	2550	1806	1102	353
Ayagozsky	4	4	4	5	5	6	6	6	5	5	5	1
Kokpektinsky	3548	3517	3153	2647	1924	1137	227	0	0	0	0	0
Jarminsky	11707	11764	11145	10141	9182	7952	6537	6494	5745	4545	2075	67
Charsky	3099	3079	2852	2611	2175	1782	1405	1304	1205	863	370	1
Jana-Semeisky	3438	3458	3482	3461	3535	3323	2943	2583	2070	1485	653	4
Baskaragaisky	18672	19124	21151	22406	21846	21105	20001	18801	17374	15597	13461	11400
Borodulhinsky	7902	8055	8681	9356	9712	9997	10195	9200	7768	6168	4285	2389
Unknown	4510	4468	4241	3926	3756	2924	2066	1605	1158	714	281	27
死亡者数												
Abaisky	142	90	62	125	148	212	241	210	195	169	227	0
Ayagozsky	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Kokpektinsky	149	172	214	209	167	198	216	0	0	0	0	0
Jarminsky	365	381	523	441	385	346	129	0	523	501	610	0
Charsky	131	150	93	106	90	16	115	0	106	80	2	0
Jana-Semeisky	36	65	53	4	18	111	83	116	124	147	197	0
Baskaragaisky	162	273	265	214	299	267	276	348	289	365	365	36
Borodulhinsky	1	4	3	5	0	4	21	317	216	366	370	5
Unknown	132	170	176	48	80	214	223	120	127	58	92	0

これは現在のデータベースに入力されているデータを年次別、地域別に表にしたもので、上段は登録者数、下段は死亡者数である。5年毎の区切りで表示している。このように5年毎の数値で見ると、安定した入力が行なわれているかのように思える。次にジャナセメイ地区だけを取り出して、1958年から1965年までの死亡者数を表にすると、如何に少数の死亡者数しか登録されていないかがわかる。

	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
Jana-Semeisky	0	1	4	9	8	7	7	18

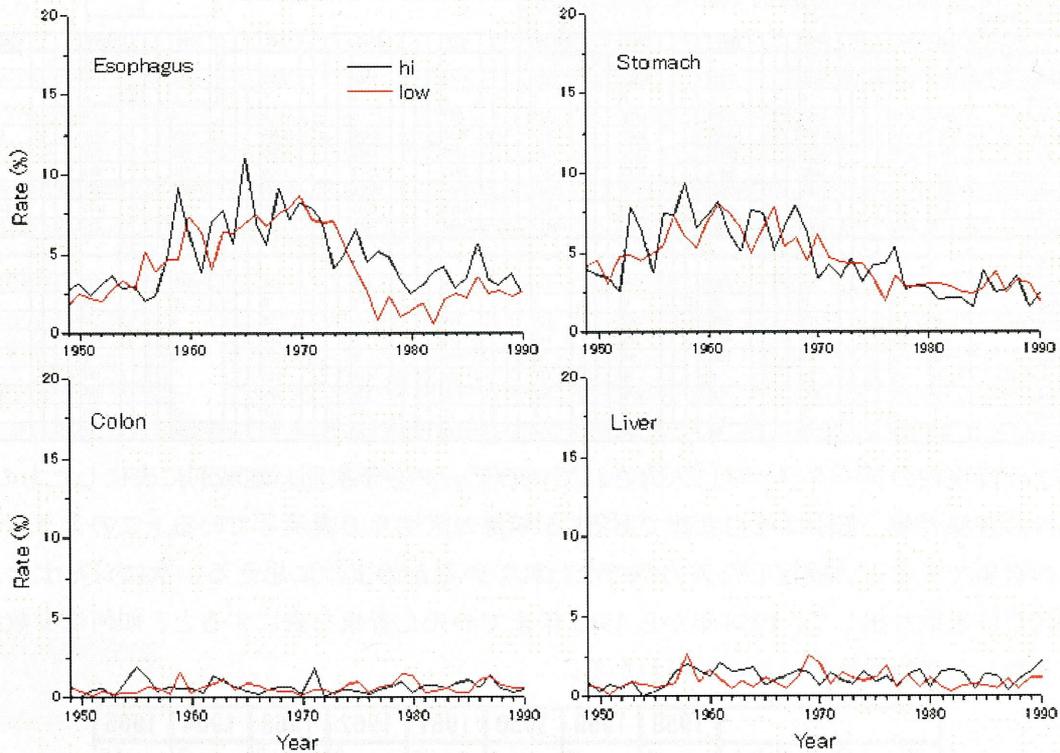
- 高線量地域と低線量地域での登録数と死亡率



登録地域を高線量地域（アバイ、ベスカラガイ、ジャナセメイ）と低線量地域（その他の地域）に分けてグラフ化した。高線量地域と低線量地域が同程度の登録数となっている。低線量地域で死亡率が上がっているかのように見えるが、実際には低線量地域での死亡者数の登録が高線量地域に比べて確実にこなわれてい

ないために、相対的に死亡率が高くなっているものである。

- がん死亡のタイプ別死亡率



ここでは代表的ながん（食道、胃、大腸、肝臓）の年次死亡率を表した。

考察

現在データベース上に登録されたデータを用いて高線量地域と低線量地域に分けて全体の登録数や死亡率、またがん死亡についてもその登録数や死亡率を示した。しかし、この結果を見ただけで線量の影響を解析することは極めて早計である。年次別の登録者数および登録死亡者数からもわかるように、各地域とも登録者数が年度を追う毎に低くなっていること、それに反して死亡者数の登録は各地域でまちまちであるが、高線量地域においては上昇している。国による統計資料の一部を入手したが、それによると 1995 年の時点で、ベスカラガイ地区の人口は約 30,000 人であり、データベースに登録された 1995 年の登録者数は約 13,000 人である。この地区でのデータベースへの登録者数で最も多い年度は 1960 年で約 22,000 人である。アバイ地区においても同様で、国の統計資料では約 22,000 人、データベースでは約 1,100 人と大きな開きがある。死亡においても、ジャーナセメイーつをとっても年度ごとに確実に登録されているわけではなく、各地域においても網羅的に登録されているわけではない。がん死亡のタイプ別年次死亡率をみると、食道がんにおいては、1960 年と 1965 年に高線量地域においてピークが見られる。これについてはグシェフ等がその論文の中で発表している。しかし、先に述べたように全体の登録数が国による統計資料と比べ大きな差があるために、果たして登録された人々が何等の偏りなくその情報が収集されたかどうかは定かでない。ただ、グラフとして表示はしなかったが、呼吸器系のがん死亡は、全体の登録者数や死亡登録数が一定ではないのにも関わらず、年度を追う毎に上昇を続けており死亡数の上昇に関与する何かを考えられると思うが、これも今後の登録者数の充実を待たねばならない。

結語

これまで述べたように、データベースへの登録は順調に行なわれているが、内容を詳細に見てみるとかなりのばらつきが見られる。最終的に、疫学的解析を行なわなければならないが、解析するに足るデータ精度を得るために、(1)国あるいは州による地区別、性別、年代別、また年次別の人口動態統計資料、(2)死亡原因別の統計資料などを入手する必要がある。その資料を元に、データベースに登録された登録者数を比較し、できるだけその差を埋める努力をしなければならない。さもなければ、解析に当たって、登録されたデータに偏りが無いことを証明することは難しい。また、現在のデータの収集作業は統計学者や疫学者による長期的計画に基づいたものではないために、収集内容も場当たりの傾向が強く地区毎の偏りがあるように見受けられる。従って、早急に統計学者や疫学者を交えた解析検討委員会などを設立し、長期的視野に立った研究計画書の作成を作り、それに基づく効果的な情報収集を行なうべきだと考える。

8. 平成17年3月9-11日に広島大学で開催した国際ワークショップ

平成17年3月9-11日の3日間にわたって広島大学の広仁会館で開催した。会議の主題は、「セミパラチンスク核実験場近郊住民の被曝線量推定のための国際相互比較」で、3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site (10th Hiroshima International Symposium) を兼ねている。主催は、広島大学原爆放射線医科学研究所、共催に、広島大学21世紀COEプログラム「放射線災害医療開発の先端的研究教育拠点」、日本放射線影響学会がある。それから、独立行政法人日本学術振興会(JSPS)(代表:星正治)の支援を受けた。これは、ヘルシンキ2001年、セミパラチンスク2002年を受けて開催された第3回目のワークショップでもある。以下に詳細を説明する。(本文は今中哲二氏の2005年3月25日付のまとめを基にしている)。

8-1. 初日(3月9日) 午前 TL測定

セッション1: TL測定

8-1-1. Stepanenko (Obninsk、ロシア、MRRC: Medical Radiological Research Center) が TL 相互比較サンプルの説明をした。ドロン村の TL 相互比較測定に供するため、2002年9-10月にドロン村3カ所から4つのレンガサンプルを国際相互比較用に採取した(学校1、大教会2、小教会1)。レンガは、MRRCで7つに分割し、そのうち5つを Intercomparison サンプルとして、ヘルシンキ大学、広大原医研、米国 NCI、英国 Durham 大学、ドイツ GSF に送った。

8-1-2. 佐藤 斉(茨城県立医療大学)も日本での TL 相互比較サンプル測定結果を報告した。TL 測定の方法は従来からの、石英粗粒子法である。レンガから石英を抜き出し、フッ酸で表面処理(α の寄与を除くため)をする。TLは200~400°Cのプラトー部分の発光量を用いた。試料に(0.2~1Gy)で何点か既知量の追加照射をして、発光プラトーの高さをプロットし、未照射サンプルの被曝量を求めた。

カザフからの建造年の情報を基に BG 値(230~350mGy)を差し引いた。表面1cmでの吸収線量は、220~310mGy くらいであった。

8-1-3. Simon (NCI)による米国での TL 相互比較測定。

Simon の所属は、NCI の Division of Cancer Epidemiology and Genetics である。相互測定サンプルを Simon が代表となり受けとり、測定は Oklahoma State University (OSU)で行った。OSU での TL 測定法は、Optical Stimulated Luminescence (OSL: 光刺激蛍光) というものである。Simon からは、ドロン村の相互比較サンプルだけでなく、Kanonerka 村など独自にサンプリングしたデータの報告もあった。Simon らの BG 推定法はレンガ深さ10cmのところ(約0.5Gy)を自然 BG レベルとする方法である。1cm 値から BG レベルをさっ引いて fallout 線

量とする。ドロン村の結果は、レンガ 1cm で $0.21 \pm 0.12 \text{Gy}$ となった。さらに、形状・遮蔽効果を見込んだ換算係数を 2 とすると、地表 1m 空気線量は $0.42 \pm 0.24 \text{Gy}$ となる。

8-1-4. Goeksu (GSF)のドイツでの TL 相互比較測定。

GSF も OSL 法による測定。建物の建築後年数を、(レンガ深部の TL 総線量) \div (レンガの β 、 γ 成分、現場の外部 γ 測定に基づく年間線量) で評価した。ドロン村の大教会の建築後年数は 95 ± 6 年となった。一方、記録は 1904 年の建築であるから、みごとに一致している。BG 値を引いた相互比較レンガの 1cm 線量は約 200mGy で、これに (モンテカルロで求めた) 換算係数を用いて地表 1m 空気線量にすると、 $0.3 \sim 0.5 \text{Gy}$ となった。

Goeksu らのレンガ TL 測定値の表

	TL(Total)10m, mGy	BG 値, mGy	10mmNet, mGy
大教会(KSD2-1)	540 ± 35	350 ± 10	190 ± 25
大教会(KSD1-3)	585 ± 65	390 ± 10	195 ± 47
小教会(KSD3-2)	602 ± 64	380 ± 10	222 ± 47
学校(KSD4-1)	530 ± 48	320 ± 10	210 ± 32

8-1-5. Bailiff (University of Durham)の TL 相互比較測定へのコメント。

Bailiff、Stepanenko、Goeksu らは連名で昨年 12 月の Health Physics にセミパラ TL 測定の論文を出している。その論文での大教会の 2 つのサンプルに基づく地表 1m 空気線量は、475 と 415mGy だった。

Bailiff からは、BG の評価方法、サンプル採取位置 (建物のコーナーからサンプルをとるとその影響がある)、汚染の非一様性の問題などのコメントがあった。

1-6. Grosche (Federal Office for Radiation Protection, Germany)の TL 測定報告。

相互比較の枠外で、ドイツグループが行った TL 測定の報告をおこなった。Grosche は疫学の専門家である。大教会のレンガ表面と深さ 10cm での TL 値が同じくらいだった。バックグラウンドの問題は簡単ではない。大教会レンガでの BG 値を $350 \pm 50 \text{mGy}$ とすると、1cm_Net 線量は $200 \sim 300 \text{mGy}$ となる。レンガ 1cm 吸収線量から地表 1m 空気吸収線量への変換係数をとりあえず 2 とすると、ドロン村での地表 1m 空気線量は $400 \sim 600 \text{mGy}$ となる。

8-2. 初日 (3月9日) 午後

セッション 2: 歯エナメル ESR 測定

8-2-1. Ivannikov (MRRC) : ドロン、モスティク村住民

歯のエナメル質の測定を ESR 法で行った。ドロン村から 29(11)本、(その隣の)モスティク村から 16(7)、(イルティッシュ川対岸の) Bodene 村から 23(9)の測定結果が得られた。(か

っことは、1949年にエナメル形成が終わっていたサンプル数)。サンプルは、セミパラチンスクの Apsalikov らが被曝を確認した上で記録したものである。それを広島大の ESR 測定装置を使って、岡山理科大の豊田と、Obninsk の Ivannikov の指導の元に測定した。ドロン村の測定結果では、自然 BG 値を 0.8mGy/y として差し引いた。モスティクでは、ドロンのように 1949 年以前サンプルでの顕著な増加はなく、全体の平均で 42mGy だった（ただし、1.3Gy という Outlier 値ひとつは除いた）。ドロン村の被曝量分布は大小 2 つのグループに分かれ(Bimodal)、線量の大きい 4 人の平均線量は 370mGy だった。

8-2-2. Romanyukha (University of the Health Sciences, Bethesda)

Romanyukha は、豊田や Simon のグループである。歯エナメル ESR の線量がモデル計算値に比べて小さいのは今回の WS までの大きな問題であった。それに関して、確かなサンプルが必要などとの意見を述べた。

8-2-3. Pivovarov (Institute of Nuclear Physics, Kazakhstan)

Pivovarov は歯の測定を行い測定における問題点を指摘した。

8-2-4. Skvortsov (MRRC, Obninsk)

Obninsk の MRRC でこれまで行ってきた、チェルノブイリ汚染地住人、チェルノブイリ事故処理作業員、原子力潜水艦乗務員などの歯エナメル ESR 測定の紹介をした。

8-2-5. K. Zhumadilov (広大原医研)

歯エナメル ESR 測定の測定条件などの検討結果を発表した。

8-2-6. 豊田 新 (岡山理科大)

牛の歯を使って ESR 測定を試みようという Trial の話。NaOH または KOH による化学処理について、濃度、時間に関する最適処理条件に関する報告をおこなった。

8-2-7. Pivovarov : 土壌の ESR

セミパラチンスク核実験場内外の土壌をサンプリングし、ESR 測定により核実験による被曝線量を測定した。その結果被曝地からの距離の遠くないところでその影響が出るものであったが、信憑性に疑問が残る。

8-2-8. Khvostunov (MRRC, Obninsk) : 急性被曝患者の染色体異常と歯 ESR

原子力潜水艦での被曝 24 人、チェルノブイリ事故運転員 10 人の染色体異常 (Dicentric と FISH による translocation) の経時変化、歯エナメル ESR、物理的推定線量を相互比較した。Dicentric は 30~40 年たっても少し残っている。Translocation と物理線量の関係は今でも観

察されるが、広島・長崎の場合よりちょっと少ない。ESR と物理推定値は大ざっぱに一致した。歯のエナメル質の測定が他の結果と比較して線量評価に役立つことを示した。

8-3. 2日目 (3月10日) 午前

セッション3: 汚染測定、計算

8-3-1. 山本政儀 (金沢大学 LLRL): 周辺住民の骨中の Pu と U 測定と線量評価

核実験場周辺の各地区から、解剖後の人骨サンプル (肋骨 or 長骨) を 89 個 (50~200g、灰化して 5~20g) 入手して測定した。サンプルの平均死亡年齢は 59.3 歳。 $^{239, 240}\text{Pu}$ の測定結果では、平均は 0.05mBq/g ash。 ^{238}U では、平均濃度は 0.28mBq/g ash。U の由来はもちろん Natural である。

セミパラチンスク周辺の人たちの人骨中 Pu 濃度は、世界の他のデータと比べとくに大きいということはない。U については、日本の 10 倍くらいで明らかに大きい。STS 周辺の村での井戸水を測ってみると日本に比べ 100 倍くらいのところがあった。WHO による飲料水中のウラン基準は 2ppb だそうで、それを遥かに上回る場所があった。

骨中の Pu 測定値を基に、(取り込みは 1955 年に 1 回の吸入で生じたと仮定し、ICRP66 モデルで残存割合を求め) 平均 Pu 取込量を求めると約 10Bq となり、それにもなう被曝は 0.2mSv となった。U による被曝については、 $^{234}+^{235}+^{238}$ を合わせた U の摂取量が毎年 30Bq であったとして、生まれてから 60 年間の被曝を計算すると約 0.1mSv となった。

8-3-2. 坂口 綾 (金沢大学 LLRL): 土壌中 Pu、Cs 測定

1949 年の最初の核実験により大きな汚染を受けたと言われている Dolon、Cheremushki、Mostik、Budene 村での土壌中の Pu、Cs 測定結果。Pu の測定結果をみると、Dolon、Cheremushki はかなりの汚染だが、Mostik (2 サンプル) は小さい。Budene はその中間。Pu データを元にしたと、放射能雲の幅はずい分狭かったと言える。

土壌を、粒径別に分けて、それぞれの Pu、 ^{137}Cs を測定してみると、粒子が小さくなるほど Cs の割合が大きくなる傾向が認められている。

8-3-3. 今中哲二 (京都大学原子炉実験所): ドロン村汚染データに基づく線量評価

ドロン村の土壌中 Cs137 について、山本らによる 22 データ、Gastberger らの 27 データ、合計 49 データを解析した。Global フォールアウトの BG 値として 1.9kBq/m² を採用して差し引いて汚染分布をプロットし、さらに明らかな outlier 値を除くと、きれいな Log-normal 分布を示した (22 データ)。その 90 パーセンタイルを汚染の代表値とすると、1949 年の Cs137 汚染レベルは 32kBq/m² となった。

一方、核実験直後の Cs137 沈着 1kBq/m² 当りの地表 1m 線量を計算で求めた。ドロン村への沈着を 3 時間後としたときの線量率変化と積算線量である。50 年間の積算線量は、1kBq/m² 当り 20.1mGy であるが、はじめの 1 年で 19.3mGy(96%)である。

上記の計算は、FP 組成が（希ガスを除き）そのまま沈着したとしての計算である。実際には、元素の性質にもなって fractionation を起こす（高融点元素は早めに凝固し爆発点近傍での落下が多くなる）。Decay とともに元素組成も変化し複雑になる。幸い、Nevada 核実験の測定データが報告されている（Hicks、1982）のでそれを参考にして fractionation 効果を計算してみた。それによるとはじめの 1 年間の積算線量は 16mGy となった。Arrival time の影響については、3 時間後を基準に、2 時間と 4 時間の場合を計算してみた。その結果は積算線量に 1 割程度の違いがあった。結局、ドロン村の Cs137 沈着量の代表値を 32kBq/m² とすると、はじめの 1 年間の空気線量は 510mGy となった。

8-3-4. Semioshkina (GSF、ドイツ) : 核実験場内の汚染の現状、Pu, Sr, Cs

Semioshkina のグループは、ISTC（国際科学技術センター：旧ソ連の核科学者流出を防ぐ基金）のプロジェクト（複数）として核実験場内の状況や環境汚染を調べた。土壌中の Pu、Sr、Cs データに関する報告があった。旧核実験場内では現在、馬などの放牧が行われており、そうした人々の線量評価が実際的な問題のようだ。彼らの全身計測データでは Cs137 濃度はそれほどではなかった。

8-3-5. Orlov (MRRC、Obninsk) : 放射能雲の幅の評価

ドロン村の被曝線量に関する以前の物理的評価は、約 2Sv という大きな値で、その値の根拠は実験直後のモニタリングデータとされてきた。最近の資料、今回のワークショップを通じて明らかになったことは、その根拠となっているデータは、1949 年 9 月 5 日にドロン村郊外で記録された、33 μ R/sec (119mR/h) というただ一つのデータだったことである。その値を減衰曲線に当てはめて、約 2Sv という値が出てきていた。

一方、今回ワークショップでは、ドロン村の空間線量は 0.5Gy 程度だったという評価に落ち着きそうである。Orlov によると測定記録は、放射能雲の軸上（ドロン村の境界からは北西 1.5km）の値で汚染の最大値を示している。TL データが得られた大教会からは 3.2km である。ドロン近辺と思われる汚染分布データが得られており、放射能雲の広がりはずいぶん小さかったことを示している。

8-3-6. Shinkarev (Institute of Biophysics、Moscow) : ドロン村の外部被曝線量評価

Biophysics は、旧ソ連の軍事関係の放射線研究所で、セミパラチンスク汚染問題についてももっとも関わってきた研究所である。論文は Gordeev（最近亡くなられたとの連絡があった、ご冥福をお祈りする）が中心になって行ったことの報告である。Shinkarev からも、ただひとつの測定データを基に、減衰曲線をあてはめて積算線量を評価すると、2.4Sv という値になったと報告した。

8-3. 2 日目 (3 月 10 日) 午後

8-3-7. Stepanenko (MRRC, Obninsk) : ドロン村の外部線量

1949年のただひとつの測定記録に基づく MRRC の評価は 2.26Gy となった。ただし、Orlov が報告したように、雲の幅はずいぶん狭かった。ガウス分布とみなすと $1\sigma=1.5\text{km}$ で、ドロン村の平均線量は 576mGy となり、TL データと consistent である。Ivannikov の歯エナメルデータからドロン村住民の被曝量を 174mGy とすると、「生活スタイル・遮蔽効果」係数は 0.3 となった。

8-3-8. Simon (NCI, Bethesda) : ドロン村の外部線量

米国側でも、ドロン村ただひとつの測定データと Trinity 核実験の減衰カーブを用いて線量評価を行った。「生活スタイル・遮蔽効果」係数を考慮すると、「雲の中心軸上」での被曝量は 0.25~0.75Gy となった。ドロン村での平均被曝量はその 20~30%であろう。とすると、歯エナメル ESR データやレンガの TL データと consistent である。

8-4. セッション 4 : Related research activities

セッション 4 では、広島およびそのグループにおけるその他の研究活動を発表した。内容は医療関係・人文関係の報告が主であった。以下表題のみとする。

8-4-1. 武市宣雄 (武市クリニック) : Examination of thyroid in Semipalatinsk and in Hiroshima.

8-4-2. Zh. Zhumadilov (Semipalatinsk State Medical Academy): Thyroid nodules in the population living around Semipalatinsk Nuclear Test Site: Possible implications for dose-response relationships study.

8-4-3. Shinkarev (Institute of Biophysics): Methods and results of retrospective assessment of exposure to the population living in areas of local fallout from the Semipalatinsk nuclear test site PartII: Internal exposure to thyroid.

8-4-4. 峠岡康幸 (マツダ病院、現広島大学) : Increased T-cell receptor mutation frequency in radiation-exposed residents living near Semipalatinsk nuclear test site.

8-4-5. 川野徳幸 (広大原医研) : Remarkable experiences for Hibakusha from the nuclear tests at the Semipalatinsk Test Site.

8-4-6. 松尾雅嗣 (広大平和科学研究センター) : Overall images of nuclear tests and their human effects: An attempt at analyses based on verbal data.

8-4-7. Tieliewuhan (広大原医研) : ^{90}Sr concentration in cow teeth from south Ural region, Russia and from Semipalatinsk nuclear test area, Kazakhstan, in comparison with Monte Carlo simulation. ここでは動物の歯の中のストロンチウムの測定をイメージングプレートで測定する方法を発表した。

8-5. 3日目 (3月11日) 午前

セッション4 (前日のつづき)

8-4-8. 片山博昭 (放影研) : Development of the database for epidemiological research: An attempt at Institute for Radiation Medicine Ecology in Republic of Kazakhstan. 今までサーバーを導入し疫学データを入力していたが、データベースそのものやデータの入力状況を報告した。

8-4-9. Apsalikov (Institute of Radiation Medicine and Ecology, Semipalatinsk)

Registry for radiation exposed near the SNTS. Apsalikov は本研究課題で進めている共同研究の最も重要なカウンターパートである。この研究所は旧ソ連時代より、セミパラチンスクの核実験場近郊住民の放射線による健康影響を研究してきたところである。この研究所には今まで蓄積した線量データや、疫学データがあるが、これについてまとめた。このデータは前の片山らが進めているデータベースに入力される。

8-5. セッション5 : 染色体異常

8-5-1. Chaizunussova (IRME: Institute of Radiation Medicine and Ecology, Semipalatinsk)

ドロン村と control の Chekoman 村で、各 15 人の 1945-49 年生まれの女性から血液を採取し、FISH 法を用いてリンパ球での Translocation 頻度を調べた。染色体検査がうまくいったのは、ドロン村で 10 人、Chekoman 村で 5 人だった。ドロン村では 15086 個の細胞をしらべ Translocation 頻度は $1.6 \pm 0.2\%$ 、Chekoman 村では 8730 個の細胞をしらべると $0.6 \pm 0.18\%$ で、ドロン村の方が有意に大きかった。線量・効果直線をあてはめてドロン村のドナーの被曝量を求めると、 $0.18 \sim 0.26\text{Gy}$ となった。

8-5-2. 田中公夫 (環境科学技術研究所)

SNTS 周辺の 5 つの村と市 (Dolon, Sarjal, Kaynal, Znamenka, Semipalatinsk) から 123 人、control として Kokpekti から 36 人の血液を採取し、リンパ球の不安定型染色体異常を調べた。Dolon, Sarjar, Kaynal での Dicentric+Ring の頻度は、1000 細胞当り 2.25、1.69、1.55 で、Kokpekti(0.78)の 2~3 倍だった。Dolon などでは、MCA(multiple complex aberration)の明らかな増加が認められた。また、汚染地域 212 人と control(Kokpekti)21 人の小核細胞を調べた。汚染地域の方が若干大きい傾向が認められた (有意ではなさそう)。FISH を用いて Sarjal と Kokpekti での translocation を 5 人ずつ調べた限りでは違いは認められなかった (検査細胞数 5040 と 5080 で、異常細胞率 2.17%と 1.77%)。汚染地域の村で Dicentric や MCA の頻度が

きいことは、現在も被曝が続いていることを示唆しており、Pu 汚染などの内部被曝が疑われる。

染色体データについては、統計処理の方法次第で話が変わってくるかもしれないというコメントが佐々木正夫先生からあった。

Chaizhunossova の報告をそのまま受けると、ドロン村の被曝量は約 200mGy ということになって、TL 測定、歯エナメル測定、物理的評価など、ドロン村に関するほぼすべての評価が consistent となるようだ。

8-6. セッション6: ここではそれぞれのセッションの担当者がまとめを行った。特にドロン村の線量について話を進めた。最終的には本年 8 月をしめきりとして、Journal of Radiation Research の supplement として論文集を刊行することが決まった。

以下にドロン村の線量評価に関してまとめる。

(1) レンガの TL 相互比較測定に基づく空間線量

相互比較測定の結果、BG 値の評価方法に問題は残るが、表面 1cm の吸収線量として 0.2~0.3Gy であった。この値を地表 1m 空気線量に換算すると、0.4~0.6Gy となる。

(2) 汚染データに基づく空間線量

今中が Yamamoto らと Gastberger らの土壌測定データに基づいて計算した。事故直後の Cs137 沈着量を 32kBq/m² とすると、地表 1m での積算線量は 0.51Gy となった。

(3) 実験直後のモニタリングデータに基づく空間線量評価

ただひとつ記録されている実験 1 週間後のドロン村郊外での線量率測定データに基づく、その場所での積算線量は 2~2.3Gy。この値は、放射能雲の直下なので、2~3km 離れたドロン村での値はその 20~30% となり 0.4~0.7Gy となる(Stepanenko, Shinkarev, Simon)。

上記の 3 つの評価から、ソ連最初の核実験にともなうドロン村での空間線量は約 0.5Gy ということになる。今後詰めなければならない問題は残されているが、これでおおよその線量の結論が出たといえる。

(4) ドロン村住民の被曝量計算

計算値について。Simon の報告にもあったが、

$D_{\text{person}} = D_{\text{air}} \times (D_{\text{body}}/D_{\text{air}}) \times ((T_0/24) + ((24-T_0)/24) \times SF)$ とする。

ここで、 D_{body}/D_{air} : 人体の自己遮蔽効果(0.75)、 T_o : 屋外にいる時間、SF 家屋の遮蔽効果係数(0.33)とする。

従って、 $T_o=12h$ の場合、 $D_{person} = 0.5 \times D_{air}$ なので、空間線量 0.5Gy として全身被曝量は 0.25Gy となる。

(5) 歯エナメル ESR 測定による biological 線量評価

Ivannikov の値は、報告によって少しずつ違ったりしているが、1949 年にドロン村にいた 11 人の平均線量として 140mGy を得た。そのうち大きな線量を示した 4 人の平均で 370mGy という値である。「生物学的線量評価」にともなういろいろな問題を考えると、物理的モデル評価 (平均 0.25Gy) との一致は良好である。

(6) 染色体異常データに基づく biological 線量評価

Chaizhunossova の線量評価 (0.18~0.26Gy) と物理的被曝評価 (0.25Gy) は全く consistent になった。染色体異常については、ヘルシンキのグループがドイツやカザフスタンと共同研究をし、被曝地でもその染色体異常の頻度は変わらない、すなわちバックグラウンドと一緒にという結論を得ている。それで今回の結論はそれと異なっている。そのため、今回の染色体の結果をもって物理学的な評価と一致したと結論する前に、染色体異常観察結果の研究者間での違いを検討する必要があると考える。染色体グループだけでも集まって討議する必要性を感じる。

(7) 高田らの TL データに関する今中のコメント

ドロン村の大教会から最初にレンガを採取し TL 測定を行ったのは、高田・星・山本グループである。Takada ら (JRR1999) によると、TL 測定に基づくドロン村の空気中線量は 1.42Gy で、住民の外部被曝量は 0.99Gy となっている。同じ大教会サンプルで、今回の相互比較の線量は Takada 論文の約 3 分の 1 となった。

この違いについて、検討した。

Takada らによる総 TL 線量 (表面 5-10mm から厚さ 20mm 分) : DTL は、 $790 \pm 90mGy$ である。この値は、今回の相互比較の総 TL 線量 $600 \pm 50mGy$ とさほど違っていない。DTL から、空気線量 D_{air} への換算は、

$$D_{air} = 2 \times (DTL - DBG)/T_{av} = 2 \times ((790-270)/\sim 0.7) = 1420mGy$$

である。

ただし、はじめの 2 は壁表面線量から地表 1m への換算係数、 T_{av} は表面から TL サンプル深さへの透過係数である。住民の外部被曝 D_{Ext} は、 D_{air} に「建物遮蔽・生活スタイル」係数 0.7 をかけて 990mGy となる。(さらに、人体自己遮蔽係数 0.7~0.8 が入るが、Takada らの評価には入っていない)。

今回の相互比較と Takada らの値は、今回の相互比較に比べ、「DTL が若干大きく BG 値が若

千小さい」(Net で 520mGy なので相互比較の約 2 倍)、「TL の Net 線量から地表 1m への変換係数が大きい」(1.5 倍) で 2 つを合わせて約 3 倍ということになる。

Baillif は今回の発表で、建物コーナーのレンガをサンプリングすると、エッジ効果があつて、壁の中央より TL 値が大きくなると Monte Carlo 計算結果を示しながら指摘していた。

9. まとめ

以上のように、本研究の成果は、本年(2005 年)3 月のワークショップに集約されている。これまで 2 年間の測定などの結果を使い、世界各地の研究者に集まってもらい(学術振興会の国際研究集会の支援を含む)ドロン村の線量に集中して議論した。その結果、異なる方法で推定した線量が一致する方向となった。それぞれの研究についてまだまだ詰めるべきことが残っているが、これは今回の成果である。これにより被爆者の個人線量推定の作業に移る。片山らの構築中のデータベースに線量を入力し低線量率の被曝の影響、特にリスクを求めることが今後の大きな課題である。

謝辞

広島大学原医研における調査は、国内外の共同研究者との共同研究で推進してきた、今までに名前を挙げた研究以外にもその他、関係された数多くの研究者とともに実施された。また NGO であるヒロシマ・セミパラチンスク・プロジェクトのメンバーまた医療通訳の山田英雄氏他関係の方々には多くの御協力をいただいている。ここにあげていない関係者も多いが、これらすべての関係者に心から感謝する。