

チェルノブイリ報告

岡 敏弘 (福井県立大学)

地域経済研究会

2012年11月4日 福井県立大学

ベラルーシ・ウクライナ訪問(2012年8月6日～10日)

- 8月6日 Ministry of Emergency Situations, Chernobyl Department (ミンスク)
- 8月7日 Bragin地区
- 8月8日 チェルノブイリ原発
- 8月9日 National Institute for Strategic Studies (キエフ)
- 8月10日 State Agency of Ukraine on Exclusion Zone Management (キエフ), Stepanova 医師 (キエフ)

—訪問中に見たこと、聞いたこと、事前に調べたこと、後で読んで整理したことをまとめて、日本が今やろうとしていることに役立つ情報を提供しよう。

チェルノブイリ原発事故

- 1986年4月26日午前1時23分頃、4号機が暴走、爆発し、火災を起こし、大量の放射性物質を放出した。
- 放出された放射能は12000PBq(1200京Bq)くらい。健康影響上重要なヨウ素131(^{131}I)は1760PBq(176京Bq)、セシウム137(^{137}Cs)は85PBq(8.5京Bq)、セシウム134(^{134}Cs)は47PBq(4.7京Bq)放出された(UNSCEAR2008*, p49)
- 福島では、 ^{131}I が150PBq(15京Bq)、 ^{137}Cs が12PBq(1.2京Bq) (原子力安全委員会)

*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2008), *Sources and Effects of Ionizing Radiation*, Volume II, Scientific Annex D.

汚染の拡がり (1)

- 汚染地域の面積 (UNSCEAR2000*)

^{137}Cs 蓄積量 (kBq/m^2)		面積 (km^2)
範囲	平均	
37-185	83	116,920
185-555	320	18,850
555-1480	910	7,230
1480-	2200	3,110

- 福島では、 ^{137}Cs が $100\text{Bq}/\text{m}^2$ 以上蓄積した範囲は、半径60km圏の半分くらいである(文科省の地図から)。この面積は $60 \times 60 \div 4 = 900[\text{km}^2]$ 。福島では ^{134}Cs が ^{137}Cs と同じくらいあったから、それを含めて $200\text{Bq}/\text{m}^2$ 以上の範囲の面積が 900km^2 くらい。(チェルノブイリでは ^{134}Cs は ^{137}Cs の55%。)

*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2000), *Sources and Effects of Ionizing Radiation*, Volume II, Scientific Annex J.

汚染の拡がり (2)

- ベラルーシ政府報告書*によれば、放射性降下物の35%がベラルーシに降り、国土の23%が37kBq/m²以上の汚染地域になった。
- これは46,450km²で、福島・宮城・茨城・栃木・群馬・山形を合わせたほどの面積である。
- 2010年には、汚染地域は30,100km²に減った(国土の14.5%)。その内訳は

1480kBq/m ² ~	420km ²
555 ~ 1480kBq/m ²	2220km ²
185 ~ 555kBq/m ²	6600km ²
37 ~ 185kBq/m ²	20860km ²

*National Report of the Republic of Belarus (2012), *A Quarter of a Century after the Chernobyl Catastrophe: Outcomes and Prospects for the Mitigation of Consequences.*

避難

- 4月27日のプリピャチとYanovの49604人に始まり、9月までにウクライナで91406人、ベラルーシで25724人、ロシアで186人、計116,000人が避難した(UNSCEAR2000)*。
(ベラルーシ政府報告書(前掲)には、107村から24700人が1986年中に避難したと書いてある。)
- 5月10日以降の避難の基準は5～20ミリ・レントゲン/時(mR/h)。これは86年4月26日から1年間の実効線量で100mSv以上に相当する(UNSCEAR2000,p473)†。

*UNSCEAR2008は115,000人と訂正。

†1mR=8.7 μ Gy(UNSCEAR2000,p531)、1Gy=0.8Sv(同 p476 から) とすると、5mR/hは35 μ Sv/hで、300mSv/y。生活時間・遮蔽因子を0.3とすると、100mSv/yになる。

避難者の被曝量(1)

- 外部被曝(実効線量)
 - － プリピャチと他の30km圏からの避難者の外部被曝の平均は17mSv(0.1~380mSv) (UNSCEAR2000, p473)。ウクライナ9万人の集団実効線量は1500人・Sv。
 - － ベラルーシ 平均31mSv (100mSv以上は4%)。24724人の集団実効線量は770人・Sv(同上, p474)。
- 内部被曝(実効線量)
 - － 呼吸が75%、残りは牛乳
 - － ウクライナの集団実効線量1300人・Sv、ベラルーシが150人・Sv(同上, p474)。

避難者の被曝量(2)

- 甲状腺

年齢	算術平均被曝線量 (Gy)			
	ウクライナ			ベラルーシ
	プリピャチ	チェルノブイリ	他の村	
< 1	2.18	1.5	3.9	4.3
1-3	1.28	1	3.6	3.7
4-7	0.54	0.48	1.7	2.1
8-11	0.23	0.15	0.62	1.4
12-15	0.12	0.11	0.46	1.1
16-18 ¹	0.066	0.09	0.39	1.0
> 18 ²	0.066	0.16	0.40	0.68
計集団線量	8315	3206	18475	25158

1) ベラルーシは16-17

2) ベラルーシは> 17

(UNSCEAR2000,pp527,528)

その他の汚染地区の住民の移住—ベラルーシの場合(1)

- ベラルーシ非常事態省での聴取によれば、避難の基準は2年目(1987-88) 50mSv/y*、3年目(1988-89) 25mSv/y。それ以降は70年で350mSv (これは13mSv/yに相当[†])。
- 除染をやって住めるようにしようとしたが、基準を満たせない土地での新たな移住が検討された(ベラルーシ政府報告書、前掲p16)。
- 実際は蓄積量で移住を決めた—1480kBq/m²(40Ci/km²)以上のところは避難した。
- ソ連崩壊後の1991年に「チェルノブイリ原発事故汚染地域の法的地位に関する法律」が汚染地域を次のように区分した。

区域(zone)	¹³⁷ Cs蓄積量 (kBq/m ²)	被曝量 (mSv/y)
優先移住区域(primary resettlement)	1480-	-
二次移住区域(subsequent resettlement)	555-1480	5以上
移住権利区域(with the right to resettle)	185-555	1-5
定期監視区域(habitation with periodic control)	37-185	1以下

*2012年9月16日のNHKのETV特集では30mSv/yと言っていた。

[†]4年目から75年目にかけて350mSv被曝する時の1986年の¹³⁷Cs蓄積量は3018kBq/m²。その下での89-90年の被曝が13mSv。

その他の汚染地区の住民の移住—ベラルーシの場合(2)

- ベラルーシでは、2007年までに、優先移住区域及び二次移住区域の471村から13万7000人が移住した(前掲政府報告書p17)*。
- それ以外に、20万人が自主的に汚染地域から移住した(同)。
- 汚染地域(^{137}Cs が $37\text{kBq}/\text{m}^2$ 以上)の村と住民の数は次のように推移した(同p33)。

	1992	1996	2002	2006	2010
汚染地域の村の数	3513	2961	2775	2613	2402
汚染地域人口	1,852,900	1,639,300	1,462,900	1,288,200	1,141,300

- 聴取りによれば、汚染地域には220万人住んでいたという。
- しかし、次のような数字があってどれが正しいかわからない†。

*これには86年に避難した24700人(107村)を含むと非常事態省では聞いた。

†IAEA1996はIAEA, One Decade after Chernobyl, Summing Up the Consequences of the Accident: Proceedings of an International Conference, Vienna, 8-12 April 2006。UNSCEAR2000の出所はIAEA1996となっているのに、両者の数字は一致していない。

その他の汚染地区の住民の移住—ベラルーシの場合(3)

年	^{137}Cs (kBq/m ²)					出典
	37-185	185-555	555-1480	1480-	計	
1995	1,543,515	239,505	97,593	-	1,880,612	UNSCEAR2000,p529
● 1996.1.1	1,485,193	314,193	41,282	-	1,840,951	IAEA1996
?	-	312,600	42,300	-	1,800,000	同上
?	1,540,000	230,000	85,000	13,900	1,868,900	UNSCEAR2008,p133
1986-87			109,000		-	UNSCEAR2000,p529

- ベラルーシ政府報告書(前掲)によれば、2010年の汚染地域の村は2402あって1,141,272人が住んでいる。その内訳は、37-185kBq/m²が1904村、185-555kBq/m²が480、555-1480kBq/m²が18村(p10)。
- 一方、2009年には年平均被曝量が1mSvを超える村は191で、そこに48,000人が住み、年平均5mSvを超える村はなくなった(2004年には3つあった)(p12)。
- IAEA1996のベラルーシ報告は、事故後、131,200人が移住し、そのうち、84,300人は優先及び二次移住地域からであったと述べている(pp413,420)。

その他の汚染地区の住民の移住—ベラルーシの場合(4)

- 以上を総合すると、不明なところが多いが、次のようなのが実態だろうか
 - 汚染地域には事故前は220万人が住んでいた。
 - 事故後1年の内に24,700人が避難した。
 - その避難の後、後に優先移住区域と二次移住区域になる地域には109,000人が住んでいたが、そのうち59,600人が1996年までに移住した(先に避難したのと合わせて84,300人)。
 - 185-555kBq/m²の移住権利区域には、23万~31万人が住んでいたが、その中から1996年までに46,900人が移住した。
 - 合わせると1996年までで131,200人となるが、2010年までの移住者総数は137,700人である。
 - 以上が、法の枠組の中での移住だが、そのほかに自主的移住者が20万人いる。
 - 2010年に二次移住区域の村がまだ18あり、そこに人は住んでいる。人口は不明だが、475人/村から計算すると、8500人程度。
 - 2010年に移住権利区域の村が480あり、その人口は不明だが、475人/村から計算すると、23万人程度。

移住の基準(1)

- ベラルーシもウクライナも、1991年に、汚染地域の区分を定め、法的状態を決めた。
- 5mSv/y以上が移住区域、1mSv以上が移住権利区域と呼ばれることから、日本で20mSv/yを避難基準としたことが非人道的であったといった主張がされることがある。
- しかし、ベラルーシやウクライナでは、線量は計算値であり、 ^{137}Cs の蓄積量に基づいて、移住の判断をした。
- チェルノブイリでは ^{137}Cs と ^{134}Cs との割合(Bqで測った)は、1986年で1:0.55と言われている(UNSCEAR2008)ことから、その半減期(それぞれ30.17年と2.06年)を考慮すると、1986年に ^{137}Cs が1kBq/m²の環境で何の遮蔽もなくずっと外にいた場合の外部被曝実効線量は

1986	39.7 μSv
1987-95	177.3 μSv

となる。

移住の基準(2)

- ベラルーシとウクライナで仮定されている実効線量と¹³⁷Cs蓄積量との比率は

($\mu\text{Sv per kBq/m}^2$)

	ベラルーシ		ウクライナ	
	農村	都市	農村	都市
1986	19	12	24	17
1987-95	36	36	36	25

(UNSCEAR2000, p531)だから、次のような、生活パターンと遮蔽による低減係数が仮定されていることになる。

	ベラルーシ		ウクライナ	
	農村	都市	農村	都市
1986	0.48	0.30	0.60	0.43
1987-95	0.20	0.20	0.20	0.14

1987年以降については、0.14～0.20という低減係数が仮定されている。

移住の基準(3)

- 日本では年間被曝量を計算するときの低減係数は0.6である。もし日本と同じ値を適用すれば、1991年に ^{137}Cs が $185\text{kBq}/\text{m}^2$ 蓄積したところの年間外部被曝線量は 2.4mSv になる。 $555\text{Bq}/\text{m}^2$ なら、 7.3mSv になる*。
- さらに、1991年にそうであった場所は、1986年では、それぞれ年間被曝量 4.9mSv 、 15mSv に相当する。
- だから、ベラルーシとウクライナで行われた政策を日本に当てはめれば、事故が起こった年に $15\text{mSv}/\text{年}$ の外部被曝をする土地に住む人を5年後に移住させ(強制ではない)、事故が起こった年に $4.9\text{mSv}/\text{y}$ の外部被曝をする土地に住む人に5年後に移住の権利を与えるということである。

*中西準子『雑感606』(2012.9.3)「チェルノブイリの移住基準は、外部被ばく線量 $5\text{mSv}/\text{年}$ ではない—チェルノブイリ訪問(4)—」(http://homepage3.nifty.com/junko-nakanishi/zak606_610.html)では $14.8\text{mSv}/\text{y}$ となっている。ここでその半分くらいになったのは、 ^{134}Cs と ^{137}Cs との比が91年には86年の5分の1になっていること、1年の中での ^{134}Cs の減少を考慮したことによる。

内部被曝

- ウクライナでは、牛乳への移行係数に応じて、 ^{137}Cs 蓄積量当たりの内部被曝実効線量が

移行係数 (Bq/L per kBq/m ²)	内部被曝実効線量 ($\mu\text{Sv per kBq/m}^2$)	
	1986	1987-95
< 1	9	26
1-5	42	144
5-10	95	320
> 10	176	591

となっている。外部被曝に匹敵するか、それよりも大きい。

- ベラルーシ、ロシア、ウクライナの汚染地域全体を平均して、内部被曝実効線量は、被曝実効線量全体の3割程度と見積もられている (UNSCEAR2008、p136)

食品の基準値(1)

(Bq/kg(L))

	ウクライナ						日本
	^{131}I	β 線核種	$^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$			^{137}Cs	$^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$
	86.5.6	86.5.30	87.12.15	88.10.6	91.1.22	PL-97	12.4.1
水	3700	370	20	20	20	2	10
乳児用食品			370	370	185	40	50
パン		370	370	370	370	20	100
牛乳	3700	370	370	370	370	100	100
チーズ	74000	7400	370	370	370		100
バター	74000	7400	1110	1110	370		100
肉		3700	1850	1850	740	200	100
魚	37000	3700	1850		740	150	100
野菜	37000	3700	740	740	600	40	100
じゃがいも		3700	740	740	600	60	100
野生生ベリー・茸		18500	1850		1480	500	100
野生乾燥ベリー・茸			11100		7400	2500	100

(NISS Nasvit 氏)

食品の基準値(2)

- ウクライナでは、実現可能性を考慮して徐々に基準を厳しくしてきた。
- 1997年の基準では、年被曝量1mSvを根拠に定めた。1990年の食品摂取量を前提にして、そのときの現状濃度を基に作物に基準値を割り振った。これで農家の負担を考慮に入れることができる(食品摂取量は91年以降の経済崩壊で現実的でなかったかもしれないとのことだが)。
- 日本では、達成のしやすさがほとんど考慮されなかったため、一律基準であり、農水産業と食文化に悪影響を与える可能性がある。

ベラルーシとウクライナの政策への研究者の評価

- 除染は、ソ連時代は3分の1に下げるくらいの効果はあった。軍がやったので、費用はあまり考えていない。91年以降は除染はあまり被曝を減らしていない。精神的効果が大きい。人・Sv当たり10万ユーロを超えるようになったので、やめた。
- 農業の対策の方が効率的だ。
 - － (1) 牧草地 (pastures and meadows) の根本改良 (RI: radical improvement) (深耕、施肥、再播種)、(2) 牛へのプロシアン・ブルーの使用、(3) 非汚染牛乳の供給、(4) キノコ消費制限、(5) ジャガイモ畑へのミネラル肥料の施用、(6) 豚への屠畜前非汚染給餌。
- 1人・Sv当たり費用が1人当たりGNPを超えるような対策は費用のかけすぎだ。

福島政策の特徴

- チェルノブイリに比べると、初期に広めに避難させ、後で戻そうとしている。チェルノブイリでは、徐々に避難・移住が広がった。
- 初期に放射性ヨウ素を取り込まないように食品を規制した。放射性セシウムの規制値も1年目から厳しい。家畜の飼料のほとんどを輸入に依存している。チェルノブイリで有効とされた農業対策はあまり参考にならない。
- 食品基準値の作り方は参考になる。
- 1人・Svあたり費用は、1人あたりGNPをはるかに超えた。食品規制でも除染でも1億円を超える。