

チェルノブイリ原発事故後の土壌の浄化と住民への被害

平成 23 年 4 月 12 日 サカエ薬局堅田 比内絢香

1986 年 4 月 26 日に発生したチェルノブイリ原子力発電所 4 号炉の事故における旧ソ連の汚染地域は、国際原子力機関（IAEA）の報告によると、約 14 万 5 千平方キロメートルで、その地域に住んでいた住民はおよそ 600 万人であった。

表 1. チェルノブイリ事故被災 3 ヶ国の汚染面積（平方 km）

国名	セシウム 137 の汚染レベル（キュリー／平方 km）				
	1 - 5	5 - 15	15 - 40	40 以上	1 以上合計
ロシア	4 万 8800	5720	2100	300	5 万 6920
ベラルーシ	2 万 9900	1 万 200	4200	2200	4 万 6500
ウクライナ	3 万 7200	3200	900	600	4 万 1900
合計	11 万 5900	1 万 9120	7200	3100	14 万 5320

-各国のチェルノブイリ被災者救済法に基づくと、汚染地域はレベル別に以下のように区分される。

- 40 キュリー／平方 km 以上：強制避難ゾーン
- 15～40 キュリー／平方 km：強制（義務的）移住ゾーン
- 5～15 キュリー／平方 km：希望すれば移住が認められるゾーン
- 1～5 キュリー／平方 km：厳しい放射線管理が必要なゾーン

【1】汚染地域の浄化⁽¹⁾⁽²⁾

汚染された都市や農村の大規模の汚染除去は 1986 年より 1989 年にわたって主に軍隊により行われた。

(1)事故後初期の対策

事故初期には、退避時の家畜対策と、ミルク中の放射性ヨウ素対策が緊急に必要とされた。1986 年 5 月 3 日～5 日に 30km 圏の住民が退避するときに 50,000 匹の牛、13,000 匹

の豚、3,300 匹の羊、および 700 匹の馬も退避したが、その後退避地区における飼料不足や飼育管理の困難さから、多数の家畜は屠殺された。また事故時の緊急の事態では家畜の汚染レベルを区分することが不可能であったので 1986 年 5 月～6 月で 95,500 匹の牛および 23,000 匹の豚が屠殺されている。これらは土中に埋められたり、一部は冷蔵保存された。これがその後の衛生問題および多量の汚染廃棄物問題に発展している。放射性ヨウ素対策では、事故後の第 1 週は主にミルク中の放射性ヨウ素の濃度を下げ、また汚染ミルクを食料流通に入ることを防ぐことであった。このため、牧草飼料より汚染のない貯蔵飼料に換えること、モニタリングを行い、 ^{131}I の濃度が 3.7kBq/L 以上のミルクは流通除外すること、この流通除外されたミルクは粉ミルク、チーズ、バター等に加工することが指示された。

この指示は事故後数日後に通知されたのだが、この情報はマネージャーや地方当局にしか届かず、末端の農業システムには伝達されていなかった。

(2) 事故後中期の対策

事故後中期には放射性セシウムや放射性ストロンチウムが問題となった。食肉中の放射性セシウム対策については、事故後数週間のうちに対策が始まり、汚染されていない飼料を動物に与える事となった（クリーンフィーディング）。これはクリーン飼料で飼育後 1～2 ヶ月後に牛の体内 ^{137}Cs を基準以下に下げられるためである。ただしこの時期は汚染されていない飼料の不足のためにこの対策は広く行き渡らなかった。

1986 年 6 月初旬には放射能汚染地図が完成した。これによって牧草の汚染の程度が分かり、何処で汚染牛乳が生産されるか明らかになった。事故後数ヶ月は著しく汚染された土地は、放牧禁止とされた。

1986 年 6 月より放射性物質の農産物への移行を低下させる対策が本格的に実施され、(a) ^{137}Cs の地表面汚染が 555kBq/m^2 を越える汚染地域の牛は 1.5 ヶ月のクリーンフィーディングの後に畜殺する、(b) 汚染された肥料の使用を制限する、(c) 農産物のモニタリングを行う、(d) 基準を越えたミルクは加工ミルク（バター、チーズなどの保存食品）にするなどの措置がとられた。

そして 1986 年 9 月、10 月には集約農家各自に各集約農地の汚染地図が配布された。

1986 年末にはロシアの 4 県、ウクライナの 5 県、およびベラルーシの 3 県では生産された農産物の多くは汚染基準を越えていた。中でも最も汚染された地域では、事故後 1 年間で基準を越えている穀物やミルクの割合は約 80% に達していた。

1987 年になってからは集約農業地の農産物の汚染レベルは低くなり、 ^{137}Cs の高レベル食品は肉やミルクのみになった。そこで対策は主として肉やミルクの放射性セシウムの低減に向けられた。

この年には、馬鈴薯や根菜類は放射能濃度が低いので生産されている。2 年目からは穀物中の放射性セシウムは前年より一段と低下したので、殆どの穀物が基準以下になった。1991 年までには 3 国の穀物中の ^{137}Cs 濃度が 370Bq/kg を越えるものは 0.1% 以下となった。

(3) 農産物に関する対応策

集約農家に対する主な対応策は、先ず化学的に土地を肥沃にするため改善を行うなどにより、穀物や飼料植物への放射性セシウムの移行を低下させることであった。

① 汚染土地で生産する飼料作物の変更

汚染された地域では、その放射性物質の吸収効率の良さから菜種が多く栽培された。収穫された菜種は菜種油や蛋白質ケーキ（動物の飼料）、さらに加工されディーゼル油としても利用される。吸収された放射能は、葉、茎、根、さや等のバイオマスと菜種油の搾りかすである菜種の皮に残ることが実証されている。NPO（特定非営利活動法人）チェルノブイリ救援・中部では、これを利用して、原発から70 km離れたナロジチ地区での土壤浄化プロジェクトを進行している。（ナロジチ地区では、表1で示した4つの区分すべてを含んでいる）

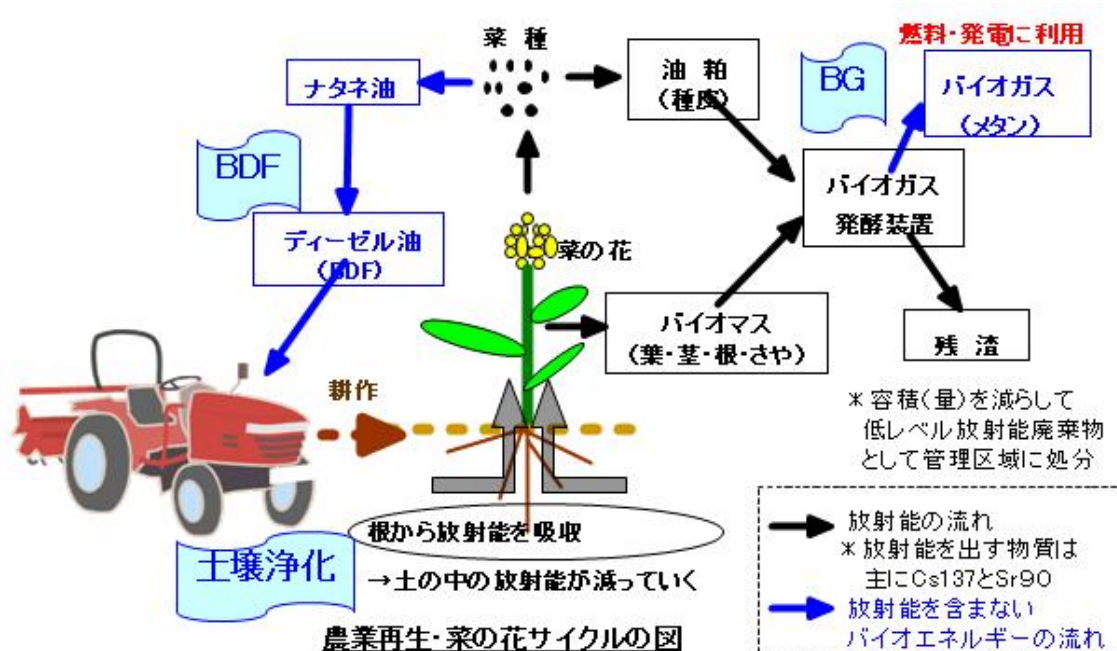


図1

② クリーンフィーディング

汚染された動物を、屠殺前の適当な期間の間、汚染のない牧草または飼料で飼育する方法(クリーンフィーディング)は生物学的半減期に応じて食肉およびミルク中の放射能を減らすことが出来る。

牛乳中の放射性セシウムは飼料の変化に急速に反応して生物学的半減期は2~3日である。

食肉中の放射性セシウムは、筋肉中の生物学的半減期が長いので、応答時間をもっと長くなる。しかしクリーンフィーディングは、旧ソ連3国で日常的に行われており、検査で汚染牛が見つければ、この牛は農場に再び戻され再びクリーンフィーディングされる。

③ヘキサシアノ鉄酸塩

ヘキサシアノ鉄酸塩（プルシャンブルー）は、乳牛、羊、山羊等の飼料に添加して胃の吸収を妨げ、牛乳および食肉中の放射性セシウムを低下させる最も効果的な放射性セシウム結合剤である。これはまた毒性が低く安全に使用でき、牛乳、牛肉等の畜産物で低減率が10まで達成できる。

ヘキサシアノ鉄酸塩の色々な製法が各国で開発され、何が最も効果的な化合物で、何が最も安く手に入るかを見出す努力がなされた。

初期の試用ではプルシャンブルーは飼料からミルクへ、および、食肉への ^{137}Cs の移行を1.5~6.0まで下げている。ベラルーシでは特別なプルシャンブルーの濃縮食品を作り、牛乳に対して低減率は3であった。一方ウクライナでは1990年代初期までしか使用されなかった。それはベラルーシにプルシャンブルーの資源が少なく高価であったためである。

(4)水生動植物への対策

水系汚染については、ドニエプル川（ロシアに発してウクライナを通過して黒海に注ぐヨーロッパ3番目に長い川）水系に対して、河川水の汚染がフォールアウトで汚染されていない地域にまで汚染を運ぶという問題があった。そこで、事故後1年間はドニエプル川からの飲料水の使用は制限された。ドニエプル浄水場では活性炭とゼオライトをフィルター系に取り付けた。活性炭は ^{131}I および ^{106}Ru を、ゼオライトは ^{137}Cs 、 ^{134}Cs および ^{90}Sr の除去に効果があった。

また、制限区域内的の淡水魚には食用禁止令が出されたが、この禁止令を無視する漁夫もいた。そこで魚の販売禁止処置をしたところもあるが、それもまた守られないことがあった。

【2】チェルノブイリ事故の放射線による人体への被害について⁽³⁾⁽⁴⁾

2005年9月にウィーンのIAEA本部で行われたチェルノブイリフォーラムでは、被ばくの多かった除染業者、避難した人々、汚染地区の居住者など約60万人の中から、これまでの死亡者を含めて約4000人が放射線被ばくが原因で死亡すると予測した。これに対して、事故の影響が過少評価されているとの批判もあるが、事故の影響とされる健康障害の原因は放射線そのものだけではないことが明らかになりつつある。

(1)子供の甲状腺がん

事故後早い時期から甲状腺がんのスクリーニングが行われ、事故当時18歳以下だった子供の甲状腺がんは約5000人(手術例)、そのうち死亡したのは15名という報告がされている。検診機会の増加による「見せかけ」の要因も考えられ、必ずしも被ばくの影響によるものとは考えにくいとの意見もある。しかし、事故後に生まれ、ヨウ素被ばくを受けてい

ない子供に甲状腺がんがほとんど認められていないことは、放射線が子供の甲状腺がんに関連性があることを裏付けている。

(2) 遺伝的影響

事故後 25 年という年月は、2 代目 3 代目となって現れる遺伝子レベルの影響を調査するには短すぎるようだ。チェルノブイリ事故後、胎児への不安から汚染地域では数万件もの人工流産がなされた。ベラルーシ遺伝疾患研究所では、ベラルーシでの人工流産胎児の形成障害頻度の観察が行われている。1995 年までの調べの結果を見ると、セシウム汚染地域と対象地域（ミンスク）ともに、チェルノブイリ事故後に先天性障害頻度が増加している。対象地域における頻度増加は放射線被ばくによるものではないであろうが、汚染地域ではその汚染レベルと障害の増加率に相関性がみられた。しかし、1999 年までの調査では、高汚染地域より低汚染地域の方が先天性奇形の発生率が高いというデータもある。このことから、先天性障害には少なからず放射線被ばくが影響しているが、放射線以外の要因（栄養悪化、精神的要因など）の影響も考えられる。

【3】考察

チェルノブイリ原発の事故後、汚染地域でさまざまな対策が提案されたが、伝達不足やコストの問題で十分に行われなかったことも多かったようだ。乳製品の摂取量の多いこの地域で、放射性ヨウ素に汚染されたミルクが住民の手に渡ってしまった事が、子どもの甲状腺がんの増加につながったと思われる。今回の福島原発事故でも、たくさんの原乳が処分の対象となった。半減期の短い放射性ヨウ素による影響は落ち着いてきたが、これからは放射性セシウムや放射性ストロンチウムへの対応を考えていかなければならない。

調べていて見つかる資料はほとんど高濃度汚染地域のもので、どの程度の汚染から事故後も普通に農業がおこなわれていたのか、それを食べた住民への影響はあったのかなど調べる事が出来なかった。ただ、子どもの甲状腺がん以外のがんについては、放射線との関連が認められていない。ベラルーシにおける先天性奇形の発生率も、高汚染地域より低汚染地域のほうが高かったりと、放射線に関連するものとは見られていない。放射線そのものによる影響のほかに、栄養や衛生環境の悪化、心理的な要因が絡んできていることが明らかになっている。一刻も早く、汚染地域への今後の対策を明確にし、住民の不安をとりのぞくことが必要だろう。

<参考文献>

- (1)チェルノブイリ原発における環境対応策と修復 <http://www.enup2.jp/newpage35.html>
- (2) NPO チェルノブイリ救援・中部 <http://www.chernobyl-chubu-jp.org/pg156.html>
- (3)チェルノブイリ 20年の真実 <http://www.aesj.or.jp/atomos/popular/kaisetsu200701.pdf>
- (4)チェルノブイリ原発事故によるベラルーシでの遺伝的影響
<http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/Chernobyl/saigai/Lazjuk-J.html>
- (5)チェルノブイリ事故による放射線影響と健康障害
http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=09-03-01-12

(表 1)今中哲二編より

(図 1)<http://www.chernobyl-chubu-jp.org/pg156.html>