

III. 畜産物中の放射性物質に関する過去の知見

1. 畜産物中の放射性物質濃度について

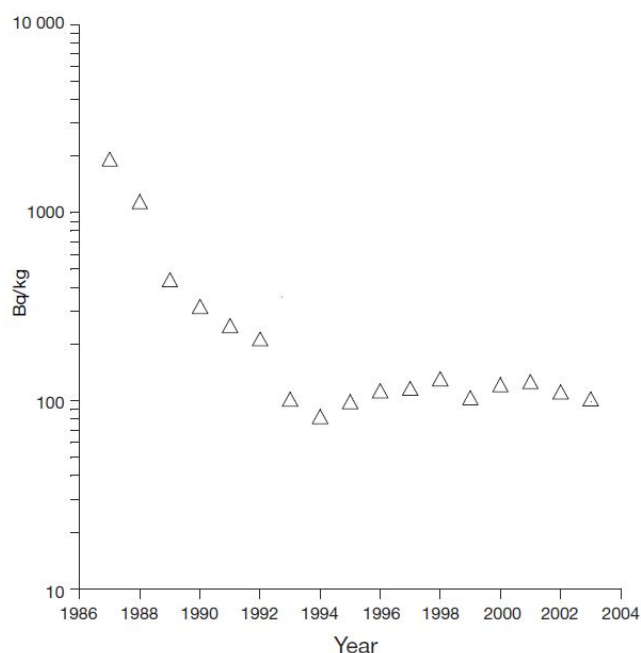
1.1 チェルノブイリ事故後の畜産物中の放射性物質濃度の変化

チェルノブイリ事故の直後およびその後、畜産物中の放射性物質濃度がどのように変化したかを把握することを目的として、畜産物中の放射性物質濃度について報告している文献を収集し、データを抽出・整理・分析した。

1.1.1 チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Cs137 濃度

チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Cs137 濃度について以下にまとめた。原則として、牛乳に関するデータを抽出した(羊乳、山羊乳は除いた)。ただし、情報源に milk としか記載されていないものについては、牛乳の情報が含まれているものと考え、データを抽出した。

ロシア連邦のブリャンスク地域の汚染地区で生産された牛乳中の Cs137 放射能濃度と時間的变化を図 III-1に示す。放射性セシウム濃度の長期的汚染傾向は、最初の 4~6 年間は急激な減少がみられ(生態学的半減期¹⁹ 0.8~1.2 年)、その後はわずかな減少のみが観察された。



<<図 II-1再掲>>

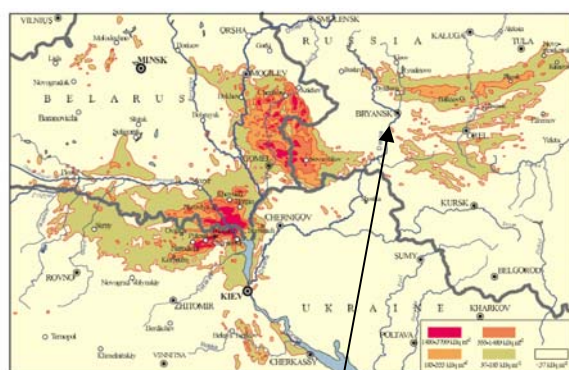


FIG. 3.6. Surface ground deposition of ¹³⁷Cs in areas of Belarus, the Russian Federation and Ukraine near the accident site [34].

ブリャンスク地域

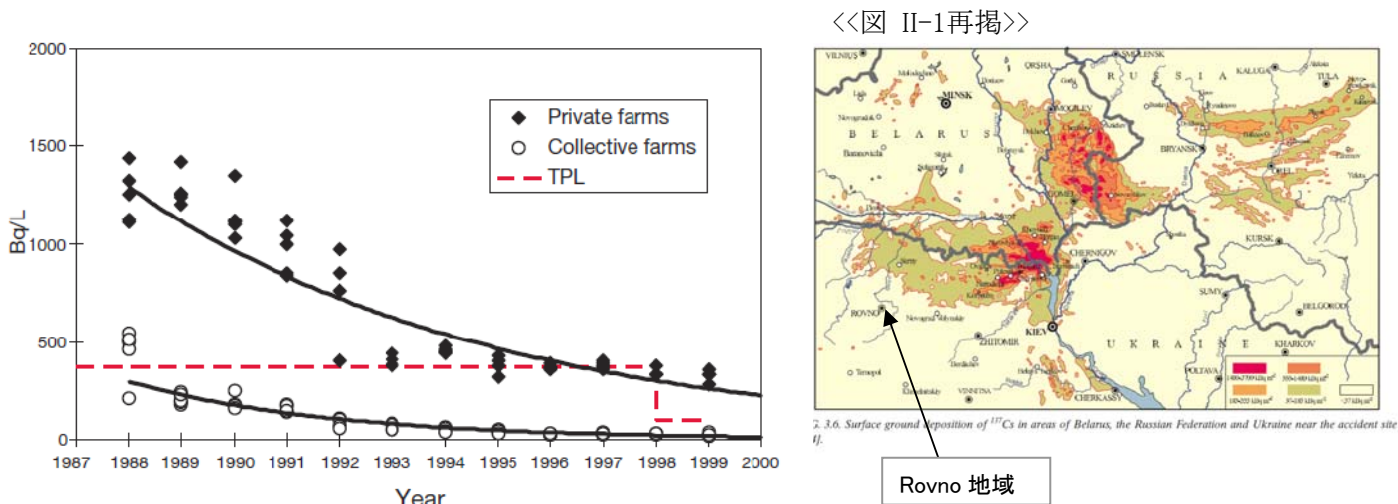
図 III-1 ロシア連邦のブリャンスク地域の汚染地区で生産された牛乳の Cs137 濃度(Bq/kg)と時間的变化²⁰

ウクライナについては、1988 年以降 1999 年までの経年変化を示した報告がある(図 III-2)。集団農場、個人農場という農業システムの違いにより、牛乳中の放射性セシウム濃度に差が見られる。集団農場においては、1989 年には一時許容レベル(TPL)を下回っている。一方、個人農場においては、抜

¹⁹ 生態学的半減期:その環境中の放射性物質濃度が半分になるのに要した期間

²⁰ 参考文献15を元に作成

本的改善策が講じられた 1991 年までは TPL を大きく超えており、TPL を下回るようになるまでに 10 年を要したことがわかる。



〔ウクライナの Rovno 地域Dの個人農場、集団農場で生産された牛乳の Cs137 放射線濃度推移と一時許容レベル(TPL)〕

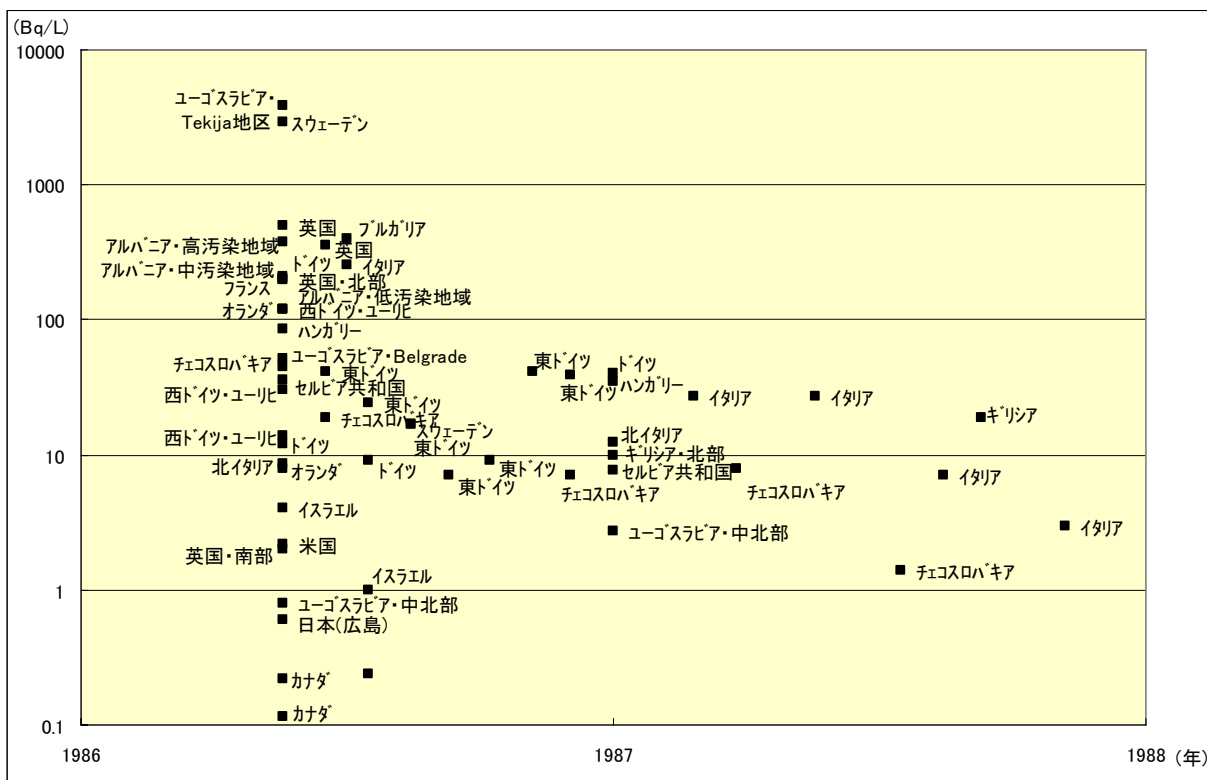
図 III-2 チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Cs137 濃度(1988～1999 年)(ウクライナ)¹⁵

牛乳中の Cs137 濃度については、103 件のデータが抽出された。報告の多くが 1986～1987 年のデータであった。

ロシアおよびウクライナ以外の地域の 1986～1987 年のデータを図 III-3にプロットした。事故直後は広範囲の値が報告されているが、1 年後に報告されている値は 100Bq/L 以下であった。

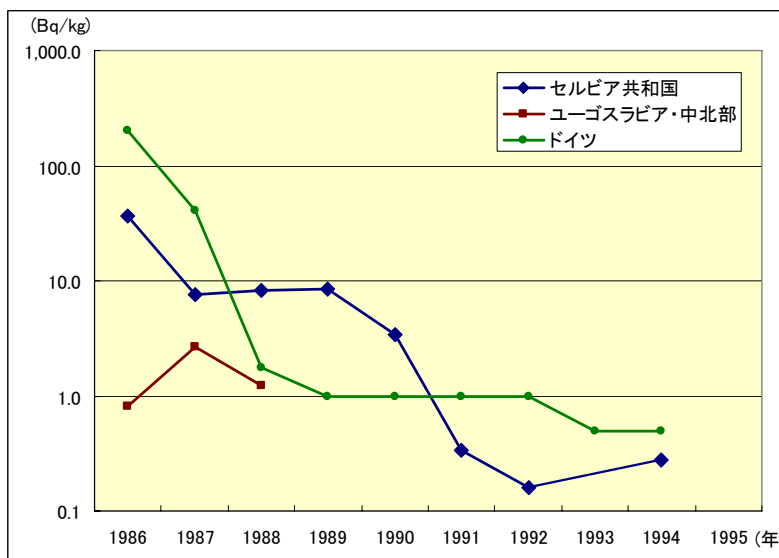
また、ドイツ、セルビア共和国、ユーゴスラビアについては、それぞれ、事故後数年間のデータが報告されている文献があったため、これらをあわせて図 III-4にプロットした。事故直後は高い値が報告されていたドイツも、1988 年には、10Bq/L 以下となっている。

牛乳中の Cs137 濃度について収集した全データを表 III-1に示す。データは測定年別にまとめ、測定値が高い順に並べて示した。



(注) ・平均値や中央値が報告されている場合はその値をプロットした。
 ・数値が XX~ZZ のように範囲幅で報告されているものは中央値をプロットした。
 ・報告されている値が最大値のみの場合はその値をプロットした。(アルバニア、キリシア北部)
 ・測定月が不明なものは 1986 年の場合は 5 月、1987 年の場合は 1 月とした。
 参考) ・事故前の濃度情報としては、ユーゴスラビア中北部で、1985 年:0.02-0.77Bq/kg という報告があった。
 ・事故前後の日本における計測データについては、88ページを参照のこと。

図 III-3 チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Cs137 濃度(1986-1987 年)



(注) ・各国のデータは同一文献に記載されていたものである。
 ・数値が幅で報告されているものは中央値をプロットした。

図 III-4 チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Cs137 濃度(経年変化)
 (ドイツ・セルビア共和国・ユーゴスラビア)

表 III-1 チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Cs137 濃度

連番	測定年	国・地域	測定値	単位	備考	注	文献 No
1	1986 年	ユーゴスラビア・Tekija 地区	3814±26	Bq/L			1
2	1986 年	スウェーデン	2900	Bq/L	測定時期:1986-1987 年 farm milk		2
3	1986 年	英国	500	Bq/L	測定時期:1986-1987 年		2
4	1986 年	ブルガリア	400	Bq/L	測定時期:1986-1987 年		2
5	1986 年	アルバニア・高汚染地域	380(最高値)	Bq/L			3
6	1986 年	英国	356		測定時期:5 月-7 月		4
7	1986 年	イタリア	254	Bq/L	測定時期:1986-1987 年 原典単位 Bq/dm ³		2
8	1986 年	英国・北部	200	Bq/L			5
9	1986 年	ドイツ	3-400	Bq/kg		※	6
10	1986 年	西ドイツ・ユーリヒ	最高 225、 最低 14	Bq/L	測定時期:5 月	※	7
11	1986 年	フランス	最高 210	Bq/kg			8
12	1986 年	アルバニア・中汚染地域	200(最高値)	Bq/L			3
13	1986 年	アルバニア・低汚染地域	120(最高値)	Bq/L			3
14	1986 年	ハンガリー	10-160	Bq/L		※	9
15	1986 年	オランダ	90-150	Bq/kg	測定時期:5 月, 生乳		10
16	1986 年	チェコスロバキア	0-180 (平均 45)	Bq/L	測定時期:5 月		11
17	1986 年	ユーゴスラビア・ Belgrade 地区	52±5	Bq/L			1
18	1986 年	東ドイツ	41	Bq/L	測定時期:6 月		12
19	1986 年	東ドイツ	41	Bq/L	測定時期:11 月		12
20	1986 年	東ドイツ	39	Bq/L	測定時期:12 月		12
21	1986 年	セルビア共和国	36.36	Bq/kg			13
22	1986 年	西ドイツ・ユーリヒ	30	Bq/L	測定時期:5 月		7
23	1986 年	東ドイツ	24	Bq/L	測定時期:7 月		12
24	1986 年	スウェーデン	2 未満-57 (平均:17)	Bq/kg	測定時期:5 月-11 月		14
25	1986 年	チェコスロバキア	0-73(平均 19)	Bq/L	測定時期:6 月		11
26	1986 年	チェコスロバキア	0-58(平均 7)	Bq/L	測定時期:12 月		11
27	1986 年	ドイツ	3-21	Bq/L	測定時期:5 月 各種起源の milk		15
28	1986 年	東ドイツ	17	Bq/L	測定時期:8 月		12
29	1986 年	西ドイツ・ユーリヒ	14	Bq/L	測定時期:5 月		7
30	1986 年	ドイツ	9.1	Bq/L	測定時期:7 月 市販牛乳		15
31	1986 年	東ドイツ	9	Bq/L	測定時期:10 月		12
32	1986 年	オランダ	8	Bq/kg	測定時期:5 月		10
33	1986 年	北イタリア	3-14	Bq/L		※	16
34	1986 年	東ドイツ	7	Bq/L	測定時期:9 月		12
35	1986 年	イスラエル	4	Bq/L	測定時期:5 月		17
36	1986 年	英国・南部	2	Bq/L			5
37	1986 年	米国	0.75-3.6	Bq/L	20.3-97[pCi/L]より換算		2
38	1986 年	イスラエル	<1	Bq/L	測定時期:7 月		17
39	1986 年	カナダ(オタワ)	0.22±0.03	Bq/kg	測定時期:5-6 月		18
40	1986 年	カナダ(オタワ)	0.114±0.011	Bq/kg	測定時期:5 月		18
41	1986 年	日本(広島)	0.6	Bq/L	測定時期:5 月		19

連番	測定年	国・地域	測定値	単位	備考	注	文献 No
42	1986年	日本(北海道)	0.24	Bq/L	測定時期:7月		19
43	1986年	ユーゴスラビア・中北部	0.09-1.52	Bq/kg			20
44	1987年	ドイツ	1-80	Bq/kg		※	6
45	1987年	ハンガリー	10-60	Bq/L		※	9
46	1987年	北イタリア	11-14	Bq/L		※	16
47	1987年	ギリシア・北部	最大値 10	Bq/L		※	21
48	1987年	イタリア	27	Bq/kg	測定時期:1-3月	※	22
49	1987年	イタリア	27	Bq/kg	測定時期:4-6月	※	22
50	1987年	ウクライナ	21.7±0.2	Bq/L	測定時期:2月		23
51	1987年	チェコスロバキア	0-42(平均 8)	Bq/L	測定時期:3月		11
52	1987年	ギリシア	5-33	Bq/kg	測定時期:7-12月	※	24
53	1987年	ウクライナ	8.93±0.13	Bq/L	測定時期:12月		23
54	1987年	セルビア共和国	7.58	Bq/kg			13
55	1987年	イタリア	7	Bq/kg	測定時期:7-9月	※	22
56	1987年	ウクライナ	5.87±0.07	Bq/L	測定時期:11月		23
57	1987年	イタリア	3	Bq/kg	測定時期:10-12月	※	22
58	1987年	ユーゴスラビア・中北部	0.75-4.60	Bq/kg			20
59	1987年	チェコスロバキア	0-1(平均 1.4)	Bq/L	測定時期:7月		11
60	1988年	ギリシア・北部	最大値 17	Bq/L		※	21
61	1988年	ギリシア	2-16	Bq/kg	測定時期:1-12月		24
62	1988年	セルビア共和国	8.30	Bq/kg			13
63	1988年	ドイツ	0.5-2.5	Bq/kg		※	6
64	1988年	ユーゴスラビア・中北部	0.19-2.25	Bq/kg			20
65	1988年	日本・水戸	<0.033	Bq/L	測定時期:5月		23
66	1989年	セルビア共和国	8.44	Bq/kg			13
67	1989年	ギリシア・北部	最大値 5	Bq/L		※	21
68	1989年	ドイツ	1	Bq/kg		※	6
69	1990年	ウクライナ	77.3±0.3	Bq/L	測定時期:9月		23
70	1990年	ウクライナ・Lokotkov	15	Bq/kg			25
71	1990年	ロシア・Bryansk Oblast	4-10	Bq/kg			25
72	1990年	セルビア共和国	3.43	Bq/kg			13
73	1990年	ドイツ	1	Bq/kg		※	6
74	1990年	ギリシア・北部	最大値 2.2	Bq/L		※	21
75	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区チ エルチェルスク(Cs137 汚染 レベル 1480kBq/m ² 以上)	90~700 (中央値 270)	Bq/L	測定時期:1991-1995年	※	26
76	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区チ エルチェルスク(Cs137 汚染 レベル 555~1480kBq/m ²)	40~170 (中央値 80)	Bq/L	測定時期:1991-1995年	※	26
77	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区チ エルチェルスク(Cs137 汚染 レベル 185~555kBq/m ²)	10~80 (中央値 18)	Bq/L	測定時期:1991-1995年	※	26
78	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区チ エルチェルスク(Cs137 汚染 レベル 37~185kBq/m ²)	5~20 (中央値 10)	Bq/L	測定時期:1991-1995年	※	26
79	1991年	ドイツ	1	Bq/kg		※	6
80	1991年	セルビア共和国	0.34	Bq/kg			13
81	1991年	ギリシア・北部	最大値 0.5	Bq/L		※	21
82	1992年	ウクライナ・Stepanivka	28-940 (平均 228)	Bq/L			27

連番	測定年	国・地域	測定値	単位	備考	注	文献 No
83	1992年	ウクライナ・ Rudinia Radovelska	45-720 (平均 298)	Bq/L			27
84	1992年	ウクライナ・Dibrova	14-150 (平均 71)	Bq/L			27
85	1992年	ドイツ	1	Bq/kg		※	6
86	1992年	セルビア共和国	0.16	Bq/kg			13
87	1993年	ドイツ	0.5	Bq/kg		※	6
88	1994年	ロシア・農村部	315±250	Bq/kg	測定時期:1994-1998年		28
89	1994年	ウクライナ・Kiev 地区	53.7	Bq/kg			29
90	1994年	ウクライナ・Volynsky 地区	53.7	Bq/kg			29
91	1994年	ドイツ	0.5	Bq/kg		※	6
92	1994年	セルビア共和国	0.28	Bq/kg			13
93	1995年	ウクライナ・Zhitomir 地区	30-900	Bq/kg	private farms		30
94	1995年	ウクライナ・Rovno 地区	14-500	Bq/kg	private farms		30
95	1995年	ウクライナ・Zhitomir 地区	20-300	Bq/kg	collective farms		30
96	1995年	ウクライナ・Kiev 地区	60-190	Bq/kg	private farms		30
97	1995年	ウクライナ・Kiev 地区	50-80	Bq/kg	collective farms		30
98	1995年	ウクライナ・Rovno 地区	30-70	Bq/kg	collective farms		30
99	1996年	ロシア・ブリヤンスク地域の Kozhany 村	35±6 (最高 70、最低 9)	Bq/kg	プルシアンブルー投与を 定期的にかけている乳牛		31
100	1997年	ロシア・ブリヤンスク地域の Kozhany 村	240±10 (最高 252、 最低 220)	Bq/kg	プルシアンブルー投与を 定期的にかけていない乳 牛		31
101	2001年	ウクライナ・Stepanivka	7.1-43.8 (平均 25.5)	Bq/L			27
102	2002年	オーストリア	6.8-139.3	Bq/L			32
103	2006年	ベラルーシ・ゴメル	1000	Bq/L	個人消費		33

※文献中に数値の記載がないため、グラフから値を読み取った。

1.1.2 チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Cs134 濃度

チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Cs134 濃度について、収集したデータを表 III-2に一覧で示す。

表 III-2 チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Cs134 濃度

連番	測定年	国・地域	測定値	単位	測定時期	注	文献 No
1	1986年	ユーゴスラビア・Tekija 地区	1059±15	Bq/L			1
2	1986年	英国・北部	400	Bq/L			5
3	1986年	英国	220		測定時期:5月-7月		4
4	1986年	フランス	最高 100	Bq/kg			8
5	1986年	チェコスロバキア	0-100 (平均 24)	Bq/L	測定時期:5月		11
6	1986年	ユーゴスラビア・Belgrade 地区	24±3	Bq/L			1
7	1986年	東ドイツ	20	Bq/L	測定時期:6月		12
8	1986年	東ドイツ	17	Bq/L	測定時期:11月		12
9	1986年	東ドイツ	16	Bq/L	測定時期:12月		12
10	1986年	チェコスロバキア	0-43(平均 11)	Bq/L	測定時期:6月		11
11	1986年	東ドイツ	10	Bq/L	測定時期:7月		12
12	1986年	東ドイツ	8	Bq/L	測定時期:8月		12
13	1986年	北イタリア	2-7	Bq/L		※	16
14	1986年	ドイツ	4.7	Bq/L	測定時期:7月 市販牛乳		15
15	1986年	英国・南部	4	Bq/L			5
16	1986年	東ドイツ	4	Bq/L	測定時期:10月		12
17	1986年	東ドイツ	3	Bq/L	測定時期:9月		12
18	1986年	チェコスロバキア	0-25(平均 3)	Bq/L	測定時期:12月		11
19	1986年	米国	0.36	Bq/L	9.7pCi/L より換算		2
20	1986年	ユーゴスラビア・中北部	0.04-0.73	Bq/kg			20
21	1986年	カナダ(オタワ)	0.085±0.007	Bq/kg	測定時期:5月		18
22	1987年	イタリア	11	Bq/kg	測定時期:1-3月	※	22
23	1987年	イタリア	11	Bq/kg	測定時期:4-6月	※	22
24	1987年	ウクライナ	6.14±0.15	Bq/L	測定時期:2月		23
25	1987年	北イタリア	4-8	Bq/L		※	16
26	1987年	チェコスロバキア	0-17(平均 4)	Bq/L	測定時期:3月		11
27	1987年	イタリア	3	Bq/kg	測定時期:7-9月	※	22
28	1987年	ウクライナ	2.66±0.16	Bq/L	測定時期:12月		23
29	1987年	ウクライナ	1.69±0.07	Bq/L	測定時期:11月		23
30	1987年	イタリア	1	Bq/kg	測定時期:10-12月	※	22
31	1987年	チェコスロバキア	0-5.6 (平均 0.6)	Bq/L	測定時期:7月		11
32	1987年	ユーゴスラビア・中北部	0.30-2.15	Bq/kg			20
33	1988年	ユーゴスラビア・中北部	0.07-1.00	Bq/kg			20
34	1988年	日本・水戸	<0.17	Bq/L	測定時期:5月		23
35	1990年	ウクライナ・Lokotkov	136	Bq/kg			25
36	1990年	ウクライナ	8.33±0.11	Bq/L	測定時期:9月		23
37	1990年	ロシア・Bryansk Oblast	37-89	Bq/kg			25
38	1994年	ウクライナ・Kiev 地区	1.84	Bq/kg			29
39	1994年	ウクライナ・Volynsky 地区	1.8 未満	Bq/kg			29

※文献中に数値の記載がないため、グラフから値を読み取った。

1.1.3 チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Sr90 濃度

チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Sr90 濃度について、収集したデータを表 III-3に一覧で示す。

表 III-3 チェルノブイリ事故後に報告された牛乳中の Sr90 濃度

連番	測定年	国・地域	測定値	単位	備考	文献 No
1	1986 年	ユーゴスラビア・Tekija 地区	17±2	Bq/L		1
2	1986 年	セルビア共和国	1.72	Bq/kg		13
3	1986 年	クロアチア	1.52	Bq/L	測定時期:5 月	34
4	1986 年	クロアチア	1	Bq/L	測定時期:6 月	34
5	1986 年	クロアチア	0.43±0.41	Bq/L		34
6	1986 年	西ドイツ・ユーリヒ	0.4	Bq/L	測定時期:5 月	7
7	1986 年	ロシア・Moscow 地区	0.15±0.12	Bq/L	測定時期:4-6 月 4.1±3.3pCi/L より換算	35
8	1986 年	西ドイツ・ユーリヒ	0.06	Bq/L	測定時期:5 月	7
9	1986 年	ロシア・Moscow 地区	0.03	Bq/L	測定時期:10-12 月 0.8pCi/L より換算	35
10	1986 年	ロシア・Moscow 地区	0.03	Bq/L	測定時期:1-3 月 0.7pCi/L より換算	35
11	1986 年	ロシア・Moscow 地区	0.03	Bq/L	測定時期:7-9 月 0.8pCi/L より換算	35
12	1987 年	ウクライナ	1.18±0.008	Bq/L	測定時期:2 月	23
13	1987 年	ウクライナ	0.748±0.006	Bq/L	測定時期:12 月	23
14	1987 年	ウクライナ	0.251±0.006	Bq/L	測定時期:11 月	23
15	1987 年	クロアチア	0.17±0.18	Bq/L		34
16	1987 年	セルビア共和国	0.16	Bq/kg		13
17	1987 年	ロシア・Moscow 地区	0.03±0.01	Bq/L	測定時期:10-12 月 0.9±0.4pCi/L より換算	35
18	1987 年	ロシア・Moscow 地区	0.03	Bq/L	測定時期:1-3 月 0.8pCi/L より換算	35
19	1987 年	ロシア・Moscow 地区	0.03	Bq/L	測定時期:4-6 月 0.8pCi/L より換算	35
20	1987 年	ロシア・Moscow 地区	0.03	Bq/L	測定時期:7-9 月 0.8pCi/L より換算	35
21	1988 年	セルビア共和国	0.90	Bq/kg		13
22	1988 年	ロシア・Moscow 地区	0.03	Bq/L	測定時期:1-3 月 0.7pCi/L より換算	35
23	1988 年	ロシア・Moscow 地区	0.03	Bq/L	測定時期:4-6 月 0.7pCi/L より換算	35
24	1988 年	ロシア・Moscow 地区	0.03	Bq/L	測定時期:10-12 月 0.8±0.04pCi/L より換算	35
25	1988 年	ロシア・Moscow 地区	0.02	Bq/L	測定時期:7-9 月 0.65pCi/L より換算	35
26	1988 年	日本・水戸	0.025±0.004	Bq/L	測定時期:5 月	23
27	1989 年	セルビア共和国	0.13	Bq/kg		13
28	1990 年	ロシア・Bryansk Oblast	3.6	Bq/kg		25
29	1990 年	セルビア共和国	0.07	Bq/kg		13
30	1991 年	セルビア共和国	0.13	Bq/kg		13
31	1992 年	ウクライナ・Stepanivka	平均 0.34	Bq/L		27

連番	測定年	国・地域	測定値	単位	備考	文献 No
32	1992 年	セルビア共和国	0.11	Bq/kg		13
33	1993 年	セルビア共和国	0.06	Bq/kg		13
34	1994 年	セルビア共和国	0.01	Bq/kg		13
35	2000 年	クロアチア	0.06±0.02	Bq/L		34
36	2001 年	ウクライナ・Stepanivka	0.74-1.37 (平均 1.00)	Bq/L		27
37	2001 年	クロアチア	0.07±0.03	Bq/L		34
38	2002 年	オーストリア	0.20-0.57	Bq/L		32

※文献中に数値の記載がないため、グラフから値を読み取った。

§ § コラム § §

チェルノブイリ原子力発電所事故直後の状況

事故後、最初の段階では、牛乳は内部被曝の主要な原因であった。これは、放射性ヨウ素が大量に放出され、植物表面から取り込まれ、乳牛によって摂取されたためである。摂取された放射性ヨウ素は、雌の腸管において吸収され、動物の甲状腺と牛乳へすみやかに（およそ 1 日以内に）移行した。

事故後は優先順位を定めた対応が取られたため、ソ連では、深刻な影響を受けた地域での牛乳中の¹³¹I 放射活性の時間的推移データは得られていない。それでも、ロシア連邦のトゥーラ地域での事故 2 週間後からのデータが得られている。北ヨーロッパの初春には、乳牛とヤギは放牧されておらず、したがって牛乳の汚染はごくわずかであった。対照的に、ソ連の南部地方ならびにドイツ、フランスと南ヨーロッパでは、家畜は既に屋外で牧草を摂食しており、ウシ、ヤギとヒツジに若干の乳汚染が発生した。

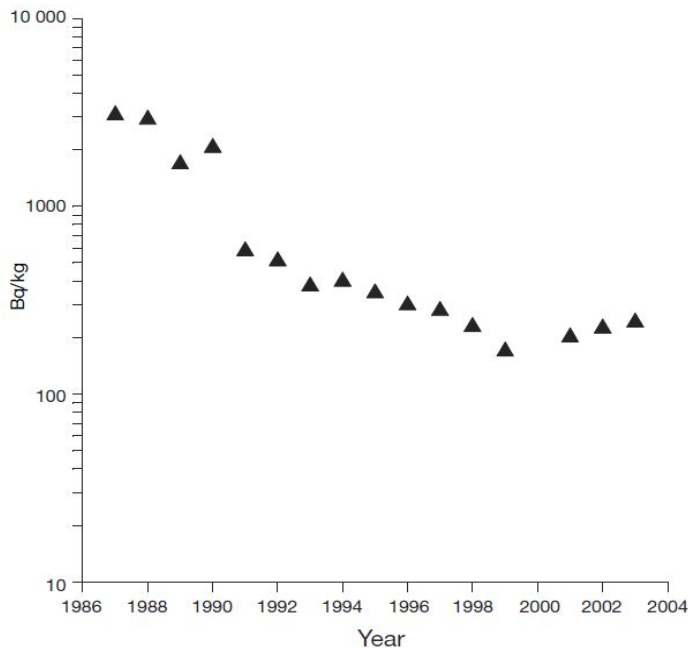
放射性セシウムによる牛乳の汚染は、風化、バイオマス成長と他の自然なプロセスにより、1986 年春のうちに半減期約 2 週間で減少した。しかし、1986 年の春から夏にかけて収穫された汚染された干草をウシに給餌したために、放射性セシウムは 1986 年から 1987 年にかかる冬の間に再び増加した。この現象は、事故後、冬季に多くの国で観察された。

(出典: "Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation," IAEA, Vienna (2006))

1.1.4 チェルノブイリ事故後に報告された肉類・鶏卵中の放射性物質濃度

チェルノブイリ事故後に報告された肉類・鶏卵中の放射性物質濃度について以下にまとめた。原則として、牛肉・豚肉・鶏肉・鶏卵に関するデータを抽出した。ただし、情報源に meat としか記載されていないものについては、牛肉・豚肉・鶏肉のいずれかの情報が含まれているものと考え、データを抽出した。

ロシア連邦のブリャンスク地域の汚染地区で生産された肉(meat)中の Cs137 放射能濃度と時間的変化を図 III-5に示す。長期的傾向は牛乳と同様であり、最初の 4~6 年間は急激な減少、その後はわずかな減少が観察された。



<<図 II-1再掲>>

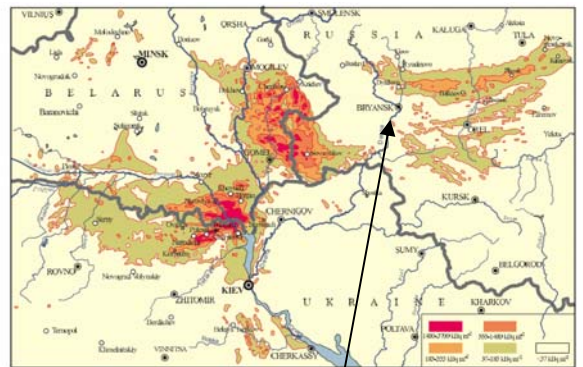


FIG. 3.6. Surface ground deposition of ¹³⁷Cs in areas of Belarus, the Russian Federation and Ukraine near the accident site [3.4].

ブリャンスク地域

図 III-5 ロシア連邦のブリャンスク地域の汚染地区で生産された肉中の Cs137 濃度(Bq/kg)と時間的変化²⁰

フィンランドについては、具体的な数値データは記載されていなかったが、1986~1987 年における、牛肉、豚肉、牛乳中の Cs137 濃度の推移が報告されている(図 III-6)。事故後、牛肉、豚肉、牛乳中の濃度は急増し、牛肉は 100Bq/kg 前後、牛乳は 25Bq/kg 前後、豚肉は 10Bq/kg 前後を推移していたことがわかる。

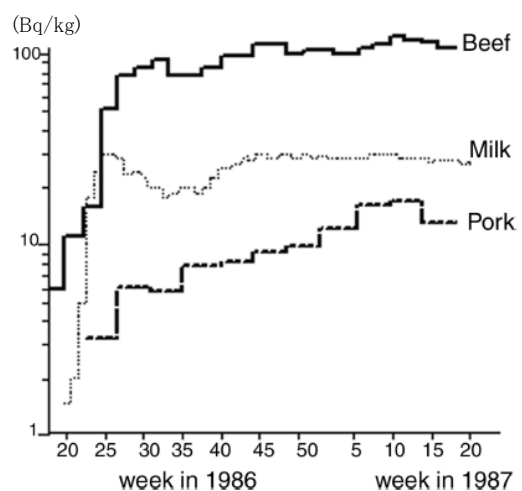
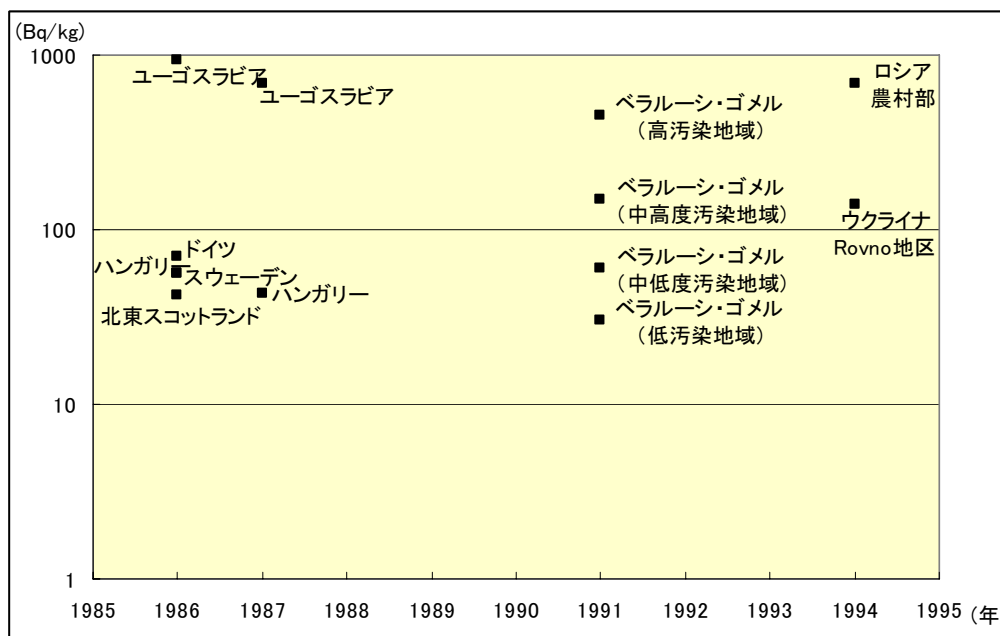


図 III-6 チェルノブイリ事故後に報告された牛肉・豚肉・牛乳中の Cs137 濃度^{21,22}

21 UNSCEAR Sources, effects and risks of ionizing radiation. UNScientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.

牛肉中の Cs137 濃度については、19 件のデータが抽出された。これらのデータをプロットしたものが図 III-7である。収集されたデータは東欧地区のデータのみであった。ベラルーシやロシア農村部では、事故後 10 年経過してもなお高い数値も報告されている。



〔注〕・平均値や中央値が報告されている場合はその値をプロットした。
 ・数値が XX~ZZ のように範囲幅で報告されているものは中央値をプロットした。〕

図 III-7 チェルノブイリ事故後に報告された牛肉中の Cs137 濃度

鶏卵については6件のデータが抽出されたのみであった。Cs137 濃度については、1986年5月6-7日のルーマニアで 0.40-0.85nCi/個(1Ci=3.7×10¹⁰Bq)であるので、14.8-31.45 Bq/個、鶏卵1個を60gとして換算すると、247~524Bq/kg)、1986年5月のスウェーデンで2未満~120 Bq/kgであったと報告されている。また、1999年のロシア・ブリャンスク地域における計測データは、29±10 Bq/kg(最高61、最低7)であった。

牛肉・豚肉・鶏肉・肉類・鶏卵について収集した全データを、牛肉については表 III-4に、その他肉類については表 III-5に、鶏卵については表 III-6に示す。

Annex D_ Exposures from the Chernobyl accident. (1988).

22 Nesterenko AV, Nesterenko VB, Yablokov AV.: 12. Chernobyl's radioactive contamination of food and people., Ann N Y Acad Sci. 2009 Nov;1181:289-302. (2009)

表 III-4 チェルノブイリ事故後に報告された牛肉中のセシウム濃度

連番	測定年	国・地域	測定値	単位	対象核種	備考	注	文献 No
1	1986年	ノルウェー	最高 3000	Bq/kg	Cs			36
2	1986年	ユーゴスラビア	944±31	Bq/kg	Cs137	beef steak		1
3	1986年	ユーゴスラビア	420±19	Bq/kg	Cs134	beef steak		1
4	1986年	ドイツ・バイエルン地方	70	Bq/kg	Cs137			37
5	1986年	スウェーデン	2未満-710 (平均:56)	Bq/kg	Cs137	測定時期: 5-11月		14
6	1986年	ハンガリー	平均 56、最大 410	Bq/kg	Cs137			9
7	1986年	北東スコットランド	13-70	Bq/kg	Cs137			38
8	1987年	ノルウェー	最高 6000	Bq/kg	Cs			36
9	1987年	ユーゴスラビア	685±13	Bq/kg	Cs137	leg of beaf		1
10	1987年	ユーゴスラビア	278±8	Bq/kg	Cs134	leg of beaf		1
11	1987年	ハンガリー	平均 43、最大 280	Bq/kg	Cs137			9
12	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区 チェルチェルスク(Cs137汚染レベル 1480kBq/m ² -)	230~650 (中央値 450)	Bq/kg	Cs137	測定時期: 1991-1995年	※	26
13	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区 チェルチェルスク(Cs137汚染レベル 555-1480kBq/m ²)	40~310 (中央値 150)	Bq/kg	Cs137	測定時期: 1991-1995年	※	26
14	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区 チェルチェルスク(Cs137汚染レベル 185-555kBq/m ²)	20~150 (中央値 60)	Bq/kg	Cs137	測定時期: 1991-1995年	※	26
15	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区 チェルチェルスク(Cs137汚染レベル 37-185kBq/m ²)	5~50 (中央値 30)	Bq/kg	Cs137	測定時期: 1991-1995年	※	26
16	1994年	ロシア・農村部	680±450	Bq/kg	Cs137	測定時期: 1994-1998年		28
17	1994年	ウクライナ・Rovno 地区	140±1	Bq/kg	Cs137			29
18	1994年	ウクライナ・Rovno 地区	4.62±0.22	Bq/kg	Cs134			29
19	2004年	ベラルーシ	12%が ¹³⁷ 160Bq/kg を超える	Bq/kg	Cs137			33

(対象核種の記載は原典表記通りとした。)

※文献中に数値の記載がないため、グラフから値を読み取った。

表 III-5 チェルノブイリ事故後に報告されたその他肉類中の Cs137、Cs134、Sr90 濃度

連番	畜産物	測定年	国・地域	測定値	単位	対象核種	備考	注	文献 No
1	鶏肉	1986年	スウェーデン	20-340 (平均:130)	Bq/kg	Cs137	測定時期: 5月-11月		14
2	肉類	1986年	セルビア共和国・(国平均)	92.23	Bq/kg	Cs137			13
3	豚肉	1986年	ドイツ・バイエルン地方	32	Bq/kg	Cs137			37
4	豚肉	1986年	ハンガリー	平均 29、 最大 314	Bq/kg	Cs137			9
5	豚肉	1986年	スウェーデン	2未満-500 (平均:14)	Bq/kg	Cs137	測定時期: 5月-11月		14
6	肉類	1986年	セルビア共和国・(国平均)	1.16	Bq/kg	Sr90			13
7	鶏肉	1986年	イスラエル	<1	Bq/kg	Cs137	測定時期: 7月		17
8	牛肉・豚肉	1987年	イタリア	95	Bq/kg	Cs137	測定時期: 1-3月	※	22
9	肉類	1987年	セルビア共和国・(国平均)	92.45	Bq/kg	Cs137			13
10	牛肉・豚肉	1987年	イタリア	75	Bq/kg	Cs137	測定時期: 4-6月	※	22
11	牛肉・豚肉	1987年	イタリア	38	Bq/kg	Cs134	測定時期: 1-3月	※	22
12	牛肉・豚肉	1987年	イタリア	32	Bq/kg	Cs137	測定時期: 7-9月	※	22
13	牛肉・豚肉	1987年	イタリア	30	Bq/kg	Cs134	測定時期: 4-6月	※	22
14	豚肉	1987年	ハンガリー	平均 23、 最大 125	Bq/kg	Cs137			9
15	牛肉・豚肉	1987年	イタリア	10	Bq/kg	Cs137	測定時期: 10-12月	※	22
16	牛肉・豚肉	1987年	イタリア	10	Bq/kg	Cs134	測定時期: 7-9月	※	22
17	肉類	1987年	サウジアラビア	0-104.6 (平均 6.2)	Bq/kg	Cs134+ Cs137			39
18	牛肉・豚肉	1987年	イタリア	5	Bq/kg	Cs134	測定時期: 10-12月	※	22
19	肉類	1987年	セルビア共和国・(国平均)	0.26	Bq/kg	Sr90			13
20	肉類	1988年	セルビア共和国・(国平均)	6.63	Bq/kg	Cs137			13
21	肉類	1988年	セルビア共和国・(国平均)	0.20	Bq/kg	Sr90			13
25	肉類	1990年	セルビア共和国・(国平均)	2.27	Bq/kg	Cs137			13
26	豚肉	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区チェルチェルスク (Cs137汚染レベル 1480kBq/m2)	210~720 (中央値 590)	Bq/kg	Cs137	測定時期: 1991-1995年	※	26
27	豚肉	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区チェルチェルスク (Cs137汚染レベル 555-1480kBq/m2)	200~430 (中央値 270)	Bq/kg	Cs137	測定時期: 1991-1995年	※	26

連番	畜産物	測定年	国・地域	測定値	単位	対象核種	備考	注	文献No
28	豚肉	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区チェルチェルスク (Cs137汚染レベル 185-555kBq/m ²)	30~110 (中央値 60)	Bq/kg	Cs137	測定時期: 1991-1995年	※	26
29	豚肉	1991年	ベラルーシ・ゴメル地区チェルチェルスク (Cs137汚染レベル 37-185kBq/m ²)	5~30 (中央値 20)	Bq/kg	Cs137	測定時期: 1991-1995年	※	26
30	肉類	1991年	セルビア共和国・(国平均)	0.20	Bq/kg	Sr90			13
31	肉類	1991年	セルビア共和国・(国平均)	0.09	Bq/kg	Cs137			13
32	肉類	1992年	セルビア共和国・(国平均)	0.81	Bq/kg	Cs137			13
33	肉類	1992年	セルビア共和国・(国平均)	0.04	Bq/kg	Sr90			13
34	豚肉	1993年	ベラルーシ・Mogilev、Gomel、Brest 地区	14.10%のサンプルが基準値(185Bq/L)超え	Bq/kg	Cs137			40
35	肉類	1993年	セルビア共和国・(国平均)	0.23	Bq/kg	Cs137			13
36	肉類	1993年	セルビア共和国・(国平均)	0.04	Bq/kg	Sr90			13
37	豚肉	1994年	ロシア・農村部	194±136	Bq/kg	Cs137	測定時期: 1994-1998年		28
38	肉類	1994年	セルビア共和国・(国平均)	0.12	Bq/kg	Cs137			13
39	肉類	1994年	セルビア共和国・(国平均)	0.05	Bq/kg	Sr90			13
40	肉類	1995年	ウクライナ・Zhitomir 地区	10-901	Bq/kg	Cs137	collective farms		30
41	肉類	1995年	ウクライナ・Zhitomir 地区	30-500	Bq/kg	Cs137	private farms		30
42	肉類	1995年	ウクライナ・Rovno 地区	80-330	Bq/kg	Cs137	private farms		30
43	肉類	1995年	ウクライナ・Kiev 地区	70-250	Bq/kg	Cs137	private farms		30
44	肉類	1995年	ウクライナ・Kiev 地区	50-130	Bq/kg	Cs137	collective farms		30
45	肉類	1995年	ウクライナ・Rovno 地区	40-110	Bq/kg	Cs137	collective farms		30
46	肉類	1995年	サウジアラビア	0-0.89(平均 0.28)	Bq/kg	Cs137			39
47	豚肉	1998年	ロシア・ブリャンスク地域の Kozhany 村	155±25(最高 196、最低 111)	Bq/kg	Cs137			31

(対象核種の記載は原典表記通りとした。)

※文献中に数値の記載がないため、グラフから値を読み取った。

表 III-6 チェルノブイリ事故後に報告された鶏卵中のセシウム濃度

連番	測定年	国・地域	測定値	単位	対象核種	備考	文献 No
1	1986年	ルーマニア	247-524	Bq/kg	Cs137	測定時期:5月6-7日 0.40-0.85nCi/個より換算	41
2	1986年	ルーマニア	154-247	Bq/kg	Cs137	測定時期:5月20-31日 0.25-0.40nCi/個より換算	41
3	1986年	ルーマニア	154-247	Bq/kg	Cs134	測定時期:5月6-7日 0.25-0.40nCi/個より換算	41
4	1986年	ルーマニア	93-154	Bq/kg	Cs134	測定時期:5月20-31日 0.15-0.25nCi/個より換算	41
5	1986年	スウェーデン	2未満-120 (平均:22)	Bq/kg	Cs137	測定時期:5月	14
6	1999年	ロシア・ブリヤンスク 地域の Kozhany 村	29±10 (最高61、最低7)	Bq/kg	Cs137		31

(対象核種の記載は原典表記通りとした。)

注:鶏卵1個は60gとして換算した。

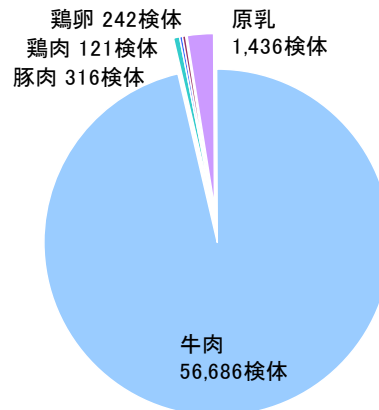
§ § コラム § §

東電福島原発事故後の日本における、畜産物中の放射性物質濃度

事故後、各種農畜産物中の放射性物質濃度が測定され、厚生労働省ホームページにおいて公表されている。

事故後、放射性物質濃度を測定した畜産物検体数は右図の通りであり、牛肉の検体数が圧倒的に多い。

測定結果の概要を下表に示す。



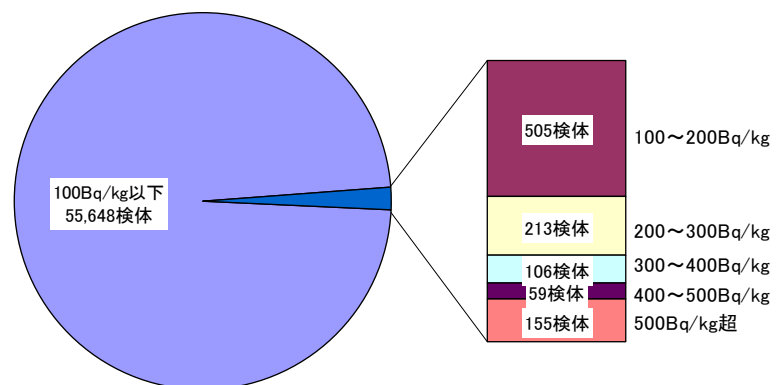
畜産物中の放射性セシウム濃度測定結果

	総検体数	100 Bq/kg 以下	100~200 Bq/kg	200~300 Bq/kg	300~400 Bq/kg	400~500 Bq/kg	500 Bq/kg 超
牛肉	56,686	55,648	505	213	106	59	155
豚肉	316	310	3	3	0	0	0
鶏肉	121	121	0	0	0	0	0
鶏卵	242	242	0	0	0	0	0

	総検体数	50Bq/kg 以下	50~100 Bq/kg	100~200 Bq/kg	200Bq/kg 超
原乳(3月)	173	164	8	0	1
原乳(4月~)	1263	1263	0	0	0

原乳については、3月に1回だけ暫定規制値を超過した値が検出された(3月19日 210Bq/L)が、4月以降は全て50Bq/kg以下であり、暫定規制値を超過したものは無い。

牛肉については、高濃度の放射性セシウムを含む稲わら等が給与されたことにより暫定規制値(500Bq/kg)を超過したものがあった。豚、鶏はトウモロコシ等の輸入飼料に依存しており、これまで調査した豚肉・鶏肉・鶏卵については全て暫定規制値以下であった。なお、その大部分(99.0%)は100 Bq/kg以下である。



牛肉中放射性セシウム濃度測定結果

※図表は2011年12月28日までに厚生労働省が公表したデータに基づき、本調査で作成。(原乳については、2012年1月17日まで)

1.2 家畜における放射性物質の体内分布

家畜の体内に吸収された放射性核種は血液を介して循環し、あるものは特定の器官に蓄積される。放射性ヨウ素は甲状腺に蓄積し、放射性セシウムは軟部組織に分布し、放射性ストロンチウムは骨に取り込まれる傾向にある^{15,23}。

ヒトにおいては、摂取されたヨウ素は容易に消化管から吸収され、30%は甲状腺に蓄積、20%は短時間に排泄、残りは短時間で体内から排泄される。セシウムはアルカリ金属のひとつであり、カリウムに類似した代謝を示す。また、特定の臓器に親和性を示さない²⁴。

また、畜産物体内にとりこまれた放射性物質は、代謝などにより体外に排出されて徐々に減少する。半分に減るまでの期間を「生物学的半減期」といい、農林水産省が公表している「放射線の基礎知識」²⁵によると、牛(筋肉)の生物学的半減期は、未経産牛:50~60日、雄牛:30~40日、子牛:25~30日とされている。

表 III-7 放射性物質の生物学的半減期(ヒト、牛(筋肉))

	ヨウ素 131	セシウム 134	セシウム 137
物理学的 半減期	8日	2年	30年
生物学的 半減期 (ヒト(全身))	乳児:11日 5歳児:23日 成人:80日	1歳まで:9日 9歳まで:38日 30歳まで:70日 50歳まで:90日	
生物学的 半減期 (牛(筋肉))	—	未経産:50~60日 雄牛:30~40日 子牛:25~30日	

家畜における放射性物質の体内分布について報告している事例を以下に紹介する。

(1) 牛における放射性セシウムの分布

K.Vremanの報告²⁶によると、乳牛の臓器では、腎臓、舌、脾臓が高いCs134,Cs137レベルを示した。本報告は、チェルノブイリの放射性降下物で汚染された牧草と濃厚飼料を給与したもので、乳牛体内における放射性セシウムの体内濃度は下表の通りであった。

23 松坂尚典: 国際円卓会議 原子炉事故による動物性食品の放射能汚染(下), 放射線科学; 44(4): 117-124 (2001).

24 食品安全委員会 http://www.fsc.go.jp/sonota/emerg/emerg_torimatome_zukai.pdf

25 農林水産省 放射性物質の基礎知識 http://www.maff.go.jp/j/syouan/soumu/saigai/pdf/111219_kiso.pdf

26 VREMAN K: Administration of ammonium ferric hexacyanoferrate strongly reduces radiocaesium contamination of cows' milk., Neth Milk Dairy J; 46(2): 81-88 (1992).

表 III-8 2 頭のと畜牛における血清、器官、筋肉組織中の放射性物質濃度(Bq/kg 生重量)および組織/乳比率

	Cs134			Cs137		
	1*	2*	比率	1*	2*	比率
血清	<5	<5		<5	<5	
組織						
脳	<5	<5		17	16	0.8
肺	12	7	1.5	36	29	1.5
脾臓	25	17	3.4	56	48	2.4
舌	26	20	3.8	82	62	3.3
ルーメン壁	22	18	3.2	63	50	2.6
第4胃	11	10	1.6	30	29	1.3
十二指腸	10	8	1.5	28	26	1.2
肝臓	22	21	3.5	64	59	2.8
腎臓	-	34	5.5	-	92	4.6
横隔膜	9	15	1.9	51	41	2.1
心臓	14	16	2.4	47	42	2.0
首回り	18	15	2.7	55	47	2.3
最長筋	15	12	2.2	44	36	1.8
ランプステーキ	20	14	2.7	63	41	2.4
頭一尾部位	23	14	3.0	69	39	2.5
牛乳	7	6		24	20)	

*ウシ個体番号

(2) 豚筋肉組織における放射性セシウムの分布

Begovic J.は、ブタへのCs137投与試験を行っている²⁷。試験は、単回投与群と複数回投与群(7連続日)に分け、それぞれについて高量汚染群(11,729kBq)と低量汚染群(5,772kBq)を設けて実施している。

Cs137は筋肉組織(背最長筋、棘上筋、浅殿筋)中にほぼ均一に分布していた。最大放射能を検出した汚染初日を除き、各筋肉組織に複数回投与と単回投与による有意な差はなかった。単回投与後(3日後)の各種筋肉中濃度は表 III-9の通りであった。単回投与では、高量汚染の筋肉組織の放射能濃度は低量汚染の2倍であった。

表 III-9 豚筋肉組織における放射線セシウムの分布²⁷

	[Bq/kg]		
	棘上筋 (うで)	最長筋 (ロース)	大臀筋 (そともも)
5,772kBq 投与	116.55	132.46	121.73
11,729kBq 投与	186.75	210.16	219.78

また、糞尿サンプルの分析により、反芻動物の場合は Cs137、I131 のほとんどが糞便から排泄さ

27 Begovic J: Dynamics of Cs-137 distribution in the muscle tissue of swine by single and repeated contamination., Radiat Prot; Vol 2: 1029-1032 (1980).

れるのに対し、ブタにおいては尿からの排泄がほとんどであることがわかった(過去の報告と一致)。

(3)鶏における放射性セシウムの分布

Mitrovic B.は、Cs137を混合した餌を2週間給餌したブロイラー鶏において、セシウム結合剤の効果进行分析している。コントロール群(セシウム結合剤を投与していない群)のブロイラー鶏の胸肉・肝臓・砂肝中の放射性セシウム濃度は表 III-10の通りであった²⁸。給餌4日後の時点では、胸肉中の濃度は肝臓や砂肝と較べて低いが、13日後には肝臓中の濃度とほぼ同じになっている。

表 III-10 鶏における放射性セシウムの分布(1)

	[Bq/kg]		
	胸肉	肝臓	砂肝
投与開始4日目	520.0 ± 310.0	1100.0 ± 370.0	1800.0 ± 281.0
10日目	2370.0 ± 270.0	2860.0 ± 260.0	4250.0 ± 520.0
13日目	5040.0 ± 420.0	5050.0 ± 950.0	7060.0 ± 790.0

Poschl M.の報告では、ブロイラー鶏に5kBq/匹のCs137を単回投与し、部位別のセシウム濃度を測定した結果は表 III-11の通りであった²⁹。胸と脚における濃度は大きく変わらない。

表 III-11 鶏における放射性セシウムの分布(2)

	[Bq/kg]	
	breast	leg
投与3日後	4649~6345	4073~5507
投与4日後	4119~5505	3691~5078
投与8日後	2046~2526	1631~2147
投与9日後	2114~2478	1586~1726
投与15日後	341~912	280~517

(4)鶏卵における放射性セシウムの分布

Constantinescu B.の報告³⁰によると、チェルノブイリ原発事故直後の鶏卵における放射性物質濃度は、Cs137が0.40-0.85nCi/個(1Ci=3.7×10¹⁰Bq、鶏卵1個を60gとして換算すると、247~524Bq/kgに相当)、Cs134が0.25-0.40nCi/個(鶏卵1個を60gとして換算すると、154~247Bq/kgに相当)であった。この際、含まれていた放射性物質は、約80%が卵黄に存在し、卵白および殻にはそれぞれ10%が存在していたと報告されている(卵黄、卵白、殻それぞれにおける濃度データは記載されていない)。

28 Mitrovic B.: AFCF and clinoptilolite use in reduction of ¹³⁷Cs deposition in several days' contaminated broiler chicks., J Environ Radioact; 95(2-3): 171-177 (2007).

29 Poeschl M: The in vivo measurement of radiocaesium activity in broiler chickens., J Environ Radioact; 48(3): 371-379 (2000).

30 Constantinescu B: ¹³¹I, ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs concentrations in 1986 for some Roumanian foodstuffs., J Radioanal Nucl Chem; 144(6): 429-437 (1990).

1.3 飼料から畜産物への放射性物質の移行

飼料中の放射性物質濃度から畜産物中の放射性物質濃度を類推するためには、移行係数(飼料中濃度に対する畜産物中濃度の比)を用いるのが一般的である。

移行係数とは、肉については、肉用家畜が一日に摂取した放射性核種の量(Bq/d)と肉の中の当該核種の濃度(Bq/kg)の比(d/kg)である。同様に、牛乳については、乳用家畜が一日に摂取した放射性核種の量(Bq/d)と乳汁中の当該核種の濃度(Bq/L)の比である。すなわち、肉の場合は重量で1kg、牛乳の場合は体積で1リットルに放射性核種の一日摂取量の何パーセントが含まれているかを示す係数として定義されている。

畜産物に関し、これまでに取りまとめられた代表的な移行係数について、以下に紹介する。

IAEAは、2010年に”Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments(Technical reports series No. 472)”を公表している³¹。これは、1994年に出版されたデータ・ハンドブック”Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments(Technical reports series No. 364)”のリバイス版である。

当該レポートにおいてまとめられている、畜産物に関する主要な放射性核種の移行係数を表III-12に示す。

表 III-12 畜産物に関する主要な放射性核種の移行係数

	ヨウ素			セシウム			ストロンチウム		
	平均	最小値	最大値	平均	最小値	最大値	平均	最小値	最大値
牛乳	0.0054	0.00040	0.025	0.0046	0.00060	0.068	0.0013	0.00034	0.0043
牛肉	0.0067	0.0020	0.038	0.022	0.0047	0.096	0.0013	0.00020	0.0092
豚肉	0.041	0.015	0.066	0.20	0.12	0.40	0.0025	0.00050	0.0080
鶏肉	0.0087	0.0040	0.015	2.7*	1.2*	5.6*	0.020*	0.0070*	0.041*
鶏卵	2.4	1.9	3.2	0.40**	0.16**	0.71**	0.35*	0.25*	0.64*

*アヒルのデータを含む(卵に関してはアヒル卵のデータを含む) **アヒル卵および殻のデータを含む

飼料から畜産物への放射性核種の移行係数については、1995年に公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センターが「環境パラメータ・シリーズ5 「飼料から畜産物への放射性核種の移行係数」」を発行している³²。このレポートにおいては、諸外国および国際機関で採用されている移行係数、国内外の文献において報告されている移行係数を一覧表の形で整理している。

<参考> 土壌表面の濃度との関連について

汚染土壌から畜産物への移行に関する報告³³によると、食品中の Cs137 の蓄積と土壌表面の Cs137 濃度に強い相関があったのは、牛乳、牛肉、豚肉、キノコであり、じゃがいもや小麦には相

31 IAEA: Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments(Technical reports series No. 472) www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/trs472_web.pdf

32 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター: 環境パラメータ・シリーズ5 「飼料から畜産物への放射性核種の移行係数」 <http://www.rwmc.or.jp/library/other/kankyo/>

33 Takano K.: Prevention of Internal Exposure to Cesium-137 Radiation in Inhabitants of an Area Contaminated by the Chernobyl Accident., Environmental Health and Preventive Medicine; 1(1): 28-32 (1996).

関はなかった。牛乳、牛肉、豚肉に関する相関係数は、順に 0.8729、0.916、0.896 であった。

<参考>植物への放射性物質移行と土壌タイプとの関連について

土壌タイプと植物へのCs137 移行に関し、チェルノブイリ事故の放射性核種により汚染されたウクライナの Polesseye 地域でとられた農業対策の結果を考察し、その効果が解析されている³⁴。

植物の Cs137 移行係数を以下に示す。同一植物について、土壌の pH タイプによって 3~29 倍の差があることが示された。

表 III-13 土壌 pH の作用によるCs137 の植物特異的移行係数(1987-1989 の平均、キエフ地方)

(Bq/kg 乾燥天然産物)/(kBq/m²土壌)、 $\delta \leq \pm 20\%$

種	pHに基づく土壌グループ			植物内での差異
	I 4.5-5.5	II 5.6-6.5	III 6.6-7.5	
ムラサキウマゴヤシ	0.90	0.20	0.10	9.0
クローバー	0.80-2.90	0.30	0.10	29.0
ベツチ	1.10-4.50	0.40	0.20	22.0
ハウチワマメ	0.90-2.70	0.30	0.10	27.0
テンサイ	0.50	0.30	0.20	2.5
トウモロコシ(サイレージ)	0.60	0.30	0.10	6.0
冬小麦(穀粒)	0.50	0.20	0.05	10.0
冬ライ麦(穀粒)	0.40	0.10	0.07	6.8
冬大麦(穀粒)	0.30	0.10	0.00	5.0
じゃがいも	0.30	0.10	0.04	7.5
ビート	0.60	0.30	0.06	10.0
キャベツ	0.30	0.10	0.04	7.5
トマト	0.20	0.09	0.03	6.9
キュウリ	0.10	0.06	0.03	3.3
タマネギ	0.60	0.20	0.11	5.6
野菜類	0.30	0.05	0.02	15.0
ニンジン	0.30	0.12	0.05	6.0

このほか、Cs137 移行係数は、鈹質の芝-ポドソル土壌よりも泥炭、泥炭湿地土壌の方が最大 100 倍大きいことなども報告されている。

34 Prister, B.: Efficiency of measures aimed at decreasing the contamination of agricultural products in areas contaminated by

2. 畜産物からの放射性物質低減策

チェルノブイリ原子力発電所事故後、ロシア・ウクライナ・ベラルーシにおいて適用された各種手法別の除染効果として示されているもののうち³⁵、畜産物からのセシウム低減に関連するものを抜粋して以下に示す。数値は、対応策適用前後の生産物の放射性セシウム活性濃度の比率である。

表 III-14 旧ソ連の3カ国で適用された各種手法別の除染効果(畜産物関連)

低減対策	Cs137 の除染効果 (低減対策適用前後の 放射性セシウム活性濃度の比率)
飼料作物の改良	3~9
非汚染飼料の投与	2~5
セシウム結合剤の投与	2~5
牛乳をバターに加工	4~6

本報告書では、汚染された家畜から放射性物質を低減させるための対策を以下の4項目に分け、それぞれの概要について、チェルノブイリ原子力発電所事故後、ロシア・ウクライナ・ベラルーシにおいて適用された対策や研究開発情報を中心にまとめた(2.1~2.4節)。

畜産物からの放射性物質低減策

- ◆ 飼料作物関連の対策
- ◆ 汚染された家畜へのセシウム結合剤等の投与
- ◆ 汚染された畜産物の加工
- ◆ 汚染された畜産物の調理

2.1 飼料作物関連の対策³⁶

飼料作物関連の対策としては、非汚染飼料の投与(クリーン給餌)、土壌処理による飼料作物中のセシウム濃度低減、セシウムが蓄積されにくい作物種の使用がある。

(1)非汚染飼料の投与(クリーン給餌)

汚染された動物を屠殺あるいは搾乳する前に、適切な期間、非汚染の飼料や牧草を給餌すること(クリーン給餌)により、肉や牛乳における放射性核種は、それぞれの生物学的半減期に依存する率で減少する。

牛乳の生物学的半減期は数日であるため、牛乳中の放射性セシウム濃度は、クリーン給餌に対して迅速な反応が見られる。肉においては、筋肉の生物学的半減期が長いため(1.2節参照)、クリーン給餌に対する反応はやや時間がかかる。

the Chernobyl NPP accident., The Science of the Total Environment; 112(1): 79-87 (1992).

35 参考文献15 (4.3.4節 Summary of countermeasure effectiveness in intensive production)

36 参考文献15 (4.3.3節 Countermeasures in intensive agricultural production)

(2) 土壌処理による飼料作物中のセシウム濃度低下

土壌処理により、植物への放射性セシウムと放射性ストロンチウムの取り込みを減少させることができる。手順は、耕起、追いまき、NPK(窒素、リン、カリウム)肥料と石灰の適用である。耕起は、一般に植物の根茎が栄養を吸収する土壌表層部の放射線汚染を薄める効果がある。浅耕、深耕のほか、表土の入れ替えも行なわれる。肥料の使用は、植物の生産を増加させ、したがって植物中の放射性物質濃度は希釈されることになる。さらに肥料の使用により、土壌溶液中のセシウム:カリウム比が減少するため、根茎から植物へのセシウム取り込みを減少させることができる。

これらの処理全てを含む“抜本的改善”は、チェルノブイリ放射性降下物によって汚染された牧草地にとって、最も効率的で実用的な対策であった。

(3) セシウムが蓄積されにくい作物種の使用

植物への放射性セシウムの取り込みは、作物種によって異なることが知られている。したがって、セシウム取り込み率が低い作物を飼料作物として利用することが有効であると考えられる。

1997年から2002年までベラルーシでまとめられた実験データによると、放射性セシウムを高濃度に蓄積するのはハウチワマメ(lupin)、エンドウ(peas)、ソバ(buckwheat)、クローバー(clover)などであり、これらの作物は栽培から除外された。エンドウを100%とした場合の種々の作物の放射性セシウム取り込み量の割合を以下に示す。

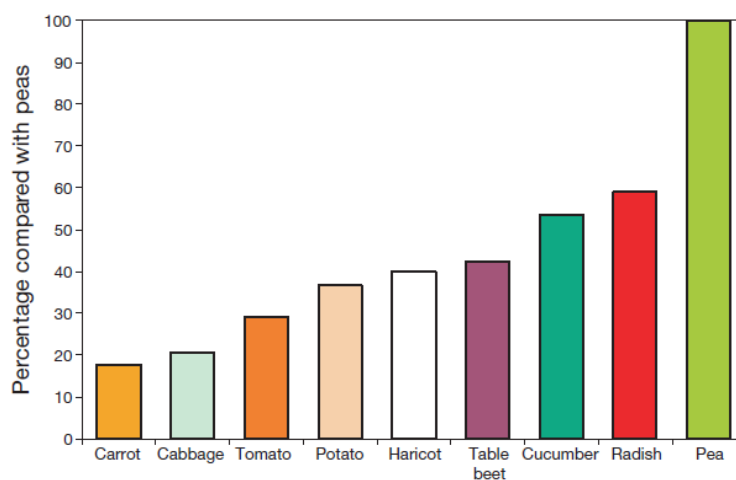


図 III-8 エンドウを100%とした場合の種々の作物の放射性セシウム取り込み量の割合³⁶

2.2 汚染された家畜へのセシウム結合剤等の投与

チェルノブイリ事故後においては、家畜へのセシウム結合剤等の投与に関する研究が活発になされた。検討されたセシウム結合剤は、プルシアンブルー・ヘキサシアノ鉄酸アンモニウム(AFCE)、各種粘土鉱物(天然ゼオライト、ベントナイト、バーミキュライトなど)であった。

日本では、放射性物質濃度が基準値を超えた食材は流通の制限がある。したがって、収集した文献情報は添付資料1にまとめて示し、概要を以下に紹介する。

プルシアンブルー(ヘキサシアノ鉄酸合成物)は、非常に効果的な放射性セシウム結合剤であり、投与された家畜の腸管における吸収を減弱させることによって、肉や乳へのセシウム移行を低減させ

る。チェルノブイリ事故後、より効果が高くかつ安価なヘキサシアノ鉄酸塩の開発が数多く行われた。

例えば、ロシアで開発されたヘキサシアノ鉄酸塩は Ferrocyn と呼ばれるもので、5%の $KFe[Fe(CN)_6]$ と 95%の $Fe_4[Fe(CN)_6]$ との混合物である。チェルノブイリ事故後の乳牛に Ferrocyn を投与した場合の牛乳への移行は、各種投与形態別に評価した結果、高純度粉末で 90%、大粒丸薬で 50-75%、塩塊で 50%、おが屑へしみこませたもので 90-95%の低減効果があると報告されている³⁷。

<参考>チェルノブイリ事故後、牛へのプルシアンブルー利用について

チェルノブイリ事故後、関連 3 カ国でプルシアンブルー処置された牛の数を図 III-9 に示す。

ウクライナでは、ロシアやベラルーシほど広範囲に使われなかった。これは、ウクライナでは、プルシアンブルーが近くから入手できず、西ヨーロッパから購入するために非常にコスト高と考えられたためである。その代替りとして、地元で入手できる粘土鉱物が小規模ながら使用された。これらはプルシアンブルーより安価であったが効果はやや低かった。

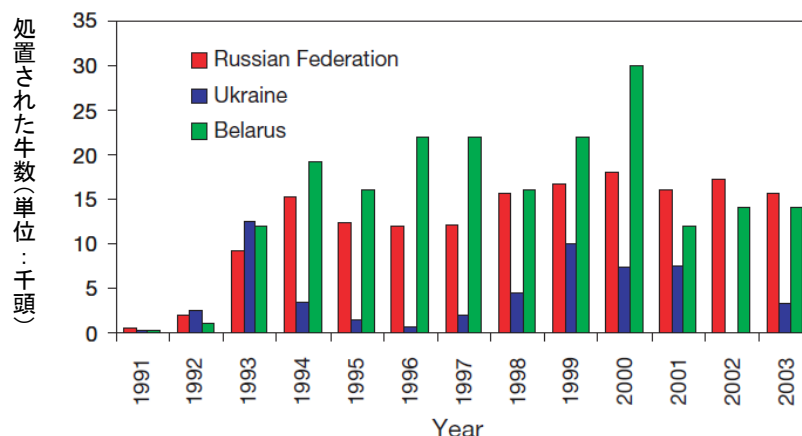


図 III-9 旧ソ連の 3 カ国におけるプルシアンブルー使用頭数の推移³⁶
(チェルノブイリ・フォーラム参加者によって提供された公式国家情報に基づく)

2.3 汚染された畜産物の加工

汚染された畜産物については、各種の加工処理により汚染物質を低減させることが可能である。茹でる、煮るなどの調理工程は次節でまとめることとし、本節では調理以外の食品加工処理についてまとめた。

チェルノブイリ事故後の汚染畜産物から、加工により放射性物質を低減させる手法としては、牛乳の処理を中心として以下が検討されていた。

- －保存(時間経過)による低減
- －イオン交換樹脂による吸着除去
- －分配法(牛乳からバター、チーズなどへの加工)

前節と同様、日本では、放射性物質濃度が基準値を超えた食材は流通の制限がある。したがって、各手法の概要のみ以下に紹介し、収集した文献情報は添付資料 1 にまとめて示す。

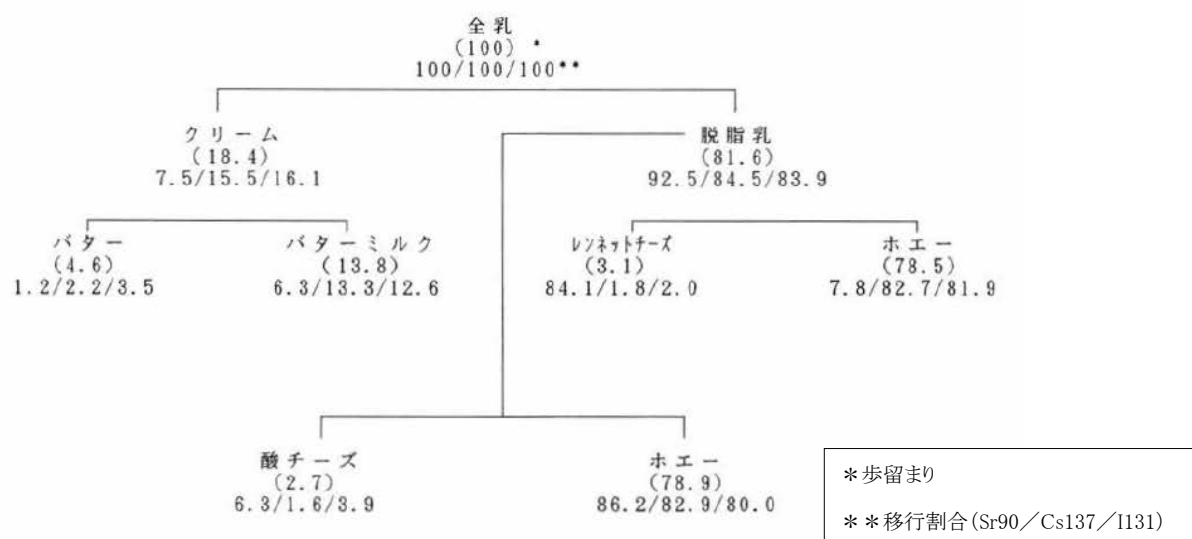
37 A.N. Ratnikov: The use of hexacyanoferrates in different forms to reduce radiocaesium contamination of animal products in Russia., Science of the Total Environment; 223(2-3): 167-176 (1998).

保存による低減は、時間を経過させることにより放射活性を低下させるものである。汚染された畜産物は、冷蔵・冷凍下、または濃縮・粉末といった保存可能な形態にして保存することにより、半減期が短い放射性核種の放射能を低減させることができる。I131 は物理学的半減期が 8 日であるため、2 カ月で 1% 以下に減少する計算となる。チェルノブイリ事故後においても、I131 の取り込み抑制を目的として、廃棄対象の牛乳を濃縮乳・粉乳・チーズ・バターなどへの貯蔵乳製品に加工するという対策がとられた。

イオン交換樹脂による吸着除去は、大規模な自動化されたプラントでのイオン交換処理により、牛乳に含まれる放射性核種を除去するものである。高コストではあるが、I131、Cs137、Sr90 を 90% 以上除去できるという報告もある。

分配法は、放射性ヨウ素、放射性セシウム、放射性ストロンチウムは主に牛乳の水溶層に存在することを利用し、牛乳をバターに加工することや、カード(フレッシュチーズ)の製造工程における乳凝固手法の改良を行うことにより、水溶層を除去し、製品中の放射性核種の濃度を減少させるものである。

原子力環境整備促進・資金管理センターが発行している「環境パラメータ・シリーズ 4 食品の調理・加工による放射性核種の除去率」(1994 年)においては、牛乳から乳製品への放射性核種の移行割合が解説されている³⁸。



原乳を静置あるいは遠心分離すると、脂肪を主成分とするクリームと脱脂乳に分けられる。クリームからバターが製造される。クリームからバターを製造した時の残りの部分をバターミルクという。脱脂乳及び全乳に凝乳酵素や酸を加えると蛋白質(カゼイン)が絹ごし豆腐状に凝固する(カード)という。カードをさいの目状にカットし、押し固めたものを生チーズという。カードを分離した後得られる液状の部分をホエーという。チーズを作る原料が、脱脂乳か全乳かによって、生チーズまたはホエー中の脂肪含量がことなる。バターミルクやホエー中の主要成分は、乳糖と無機物であるが、これらの生産物は、廃棄されることなく、ベビーフード、パン、菓子、アイスクリームなどの添加物として利用される。Sr90、Cs137、I131 は、脂肪画分にはごくわずしか移行しないが、クリームのバターミルク中にはその歩留りに相当する原乳の数～十数% 存在するので、チーズの原料が全乳か脱脂乳かによって若干異なる。

図 III-10 乳製品の歩留まりと放射性核種の移行割合

38 原子力環境整備促進・資金管理センター 環境パラメータ・シリーズ 4「食品の調理・加工による放射性核種の除去率」(1994 年) 牛乳から乳製品への移行について

2.4 汚染された畜産物の調理

汚染された畜産物中の放射性物質濃度を低減させる方策として、調理による効果も報告されている。前節と同様、収集した文献情報は添付資料 1 にまとめて示す。

Green Nらのレビューによると、各種調理方法で処理後の肉製品中のセシウムの残存率について報告されている(表 III-15)³⁹。本報告においては、「固体の食材中の活性のみを測定しているケースが多く、煮汁中の活性を測定しているものは非常に少ない」とコメントされており、調理後、主として食材の固体部分に残存する放射活性が表 III-15のようであったと解釈できる。

表 III-15 肉製品の調理による放射性物質の残存率³⁹

調理方法	放射性セシウム残存率
茹でる(boil)	0.2~0.7
グリル(grill)	0.8
焼く(roast)	0.7~0.8
煮る(stew)	0.4~0.5
揚げる(fry)	0.6~0.8
電子レンジ加熱(microwave)	0.4
蒸し焼き(pot roast)	0.5
蒸し煮(braise)	0.6

※数値は、元の食材中の放射活性に対する、調理処理後の放射活性の割合
注) 論文中では、「固体の食材中の活性のみを測定しているケースが多く、煮汁中の活性を測定しているものは非常に少ない」とコメントされている。

また以下はトナカイ肉に関する報告であるが⁴⁰、参考までに概要を紹介する。

肉塊からの放射性セシウム除去については、200g以下の小片を継続して 2 日間×3 回、5%塩水に浸漬することにより、セシウム含有量は当初の 90%以上減少させることができた。粗引き肉は、17 時間ゆっくり流水で浸漬させることにより、セシウム含有量は当初の 90%以上減少させることができた。この他、塩水注射、オープン加熱などが検討されたが、低減効果はあまり高くはなかった。42℃での塩水浸漬については、低減効果は高かったが、42℃での保存であるため微生物汚染のリスクがあると考えられる。

§ § コラム § §

東電福島原発事故後、日本においてとられた対策

日本では、放射性物質が基準値を超えた畜産物は流通を制限されている。事故後の日本でもとられた畜産関連の対策は以下のようなものである。

- ・警戒区域内において生存している家畜の安楽死処分
- ・畜産農家に対する技術的指導、家畜の飼養管理に関する情報提供
- ・非汚染飼料の給与の推奨
- ・汚染飼料の管理に関する指導(利用自粛、隔離など)
- ・家畜用飼料の暫定許容値設定(平成 23 年 8 月 1 日に設定、平成 24 年 2 月 3 日に見直し)
- ・一部の地域における出荷制限・摂取制限
- ・暫定規制値の設定、新たな基準値の設定(平成 24 年 4 月施行)

事故後、関連省庁や都道府県によりどのような指示、指導、情報提供がなされたかについては、本調査の第 V 章に、家畜用飼料の暫定許容値についての情報は、第 VI 章参考情報にまとめた。

39 Green N. and Wilkins B. T.: Effect of Processing on Radionuclide Content of Food Implications for Radiological Assessments., Radiation Technology Dosimetry; 67(4): 281-286 (1996).

40 Petaejae E.: Reduction of Radioactive Caesium in Meat and Fish by Soaking., J Environ Radioact; 16(3): 273-285 (1992).

3. 畜産物の摂取量

畜産物の摂取量は、生活習慣の違い等により各地域で大きく異なる。以下に、チェルノブイリ事故関連地域における畜産物摂取量についてのデータをいくつか紹介する。次ページのコラムには、日本人の食品群別摂取量のデータを示した。ロシアやウクライナと比較して、日本人の食事における畜産物の割合は少ないことがわかる。

Likhtarev I Aらは、ウクライナ Zhitomir、Rivne、Kyiv 州田園地帯の住民約 300 万人の事故後 12 年間(1986-1997)にわたる放射性セシウム摂取量を推計している⁴¹。推計手法として、牛乳中の Cs137 濃度を用い、他の食品群に“牛乳等量”を設定し、消費比率に基づいて算出するという方法を用いている。この中で用いられている、ウクライナにおける食品群別摂取量を表 III-16に示す。これによると、ウクライナにおける乳・乳製品摂取量は 0.80kg/日(あるいは L/日)、肉製品摂取量は 0.15 kg/日であった。全体に占める畜産物の割合を算出すると 44.2%となる。

表 III-16 ウクライナにおける食品群別摂取量

食品群	摂取量 (kg/日またはL/日)	食品群	摂取量 (kg/日またはL/日)
乳・乳製品		魚	0.020
乳	0.640	じゃがいも	0.360
乳製品	0.160	野菜・果実	
肉製品		野菜	0.200
豚肉	0.132	果実	0.130
牛肉	0.008	葉野菜	0.070
鶏肉	0.008	パン・パスタ	0.400
野生動物	0.002	キノコ類*	0.020*
合計	2.15		

*森林地域

(Likhtarev I A らの報告(2000 年)⁴¹において用いられているデータを抜粋)

I.G. Travnikova らの報告⁴²によると、表 III-17に示すように、1996 年のロシア・ブリャンスク地区における、乳・乳製品摂取量は男性で 0.51kg/日、女性で 0.46kg/日、肉製品摂取量は男性で 0.17kg/日、女性で 0.16kg/日であった。総数の記載がなかったため、全体に占める畜産物の割合は算出できないが、全食品群の中で乳・乳製品の摂取量が最も多いことから、全体に占める畜産物の割合も高いと考えられる。

41 Likhtarev I A: Internal exposure from the ingestion of foods contaminated by ¹³⁷Cs after the chernobyl accident. Report 2. Ingestion doses of the rural population of Ukraine up to 12 y after the accident (1986-1997)., Health Phys; 79(4): 341-357 (2000).

42 Travnikova IG,: Lake fish as the main contributor of internal dose to lakeshore residents in the Chernobyl contaminated area., Journal of Environmental Radioactivity; 77: 63-75 (2004).

表 III-17 ロシア・ブリヤンスク地区における食品群別摂取量
(kg/日またはL/日)

食品群	男性	女性
乳・乳製品	0.51±0.09	0.46±0.07
肉製品	0.17±0.01	0.16±0.01
パン・パン製品	0.38±0.03	0.31±0.02
じゃがいも	0.7±0.03	0.62±0.03
野菜・根菜類	0.26±0.01	0.23±0.01
果実	0.16±0.02	0.13±0.01
卵	0.055±0.007	0.030±0.005
キノコ類	0.012±0.004	0.004±0.001
ベリー類	0.003±0.001	0.005±0.001
魚	0.05±0.01	0.03±0.01

(参考文献42をもとに作成)

§ § コラム § §

食品摂取における畜産物の割合

<日本>

国民栄養調査によると、わが国における食品群別の摂取量(2008年)は以下のようであった。畜産物(肉類・卵類・乳・乳製品)が全体に占める割合は、10.9%であった。

日本人の食品群別摂取量(2008年) (kg/日)

食品群	摂取量	食品群	摂取量
穀類(米類)	0.342	きのこ類	0.015
穀類(小麦類)	0.097	果実類	0.117
いも類	0.057	魚介類	0.079
豆類	0.056	肉類	0.078
緑黄色野菜	0.093	卵類	0.034
その他の野菜	0.166	乳・乳製品	0.111
総量	2.038		

(出典) 国民栄養調査報告書(http://www.nih.go.jp/eiken/chosa/kokumin_eiyou/)より作成。
主要な食品群のみ抜粋して示記載。

摂取エネルギー比率(%)から、畜産物が全体に占める割合を算出すると、1986年15.0%、2000年17.4%、2008年15.8%であり、大きな変化はみられない。

(注) 国民栄養調査で調査している食品群別摂取量は、2000年以前と2001年以降で数量の記載の仕方が異なるため(2001年以降は、調理を加味した数量となり、「米・加工品」の米は「めし」「かゆ」などで算出されている)ため、ここではエネルギー比率を参照した。

<世界各地>

食習慣の異なるグループ別の食物摂取データは以下のようであり、肉や牛乳の摂取量は地域によってさまざまであることがわかる。また、畜産物が全体に占める割合を算出すると、中国で4.5%、ヨーロッパで37.6%と大きく異なる。

食習慣の異なるグループ別の食物摂取データ (kg/年)

	アフリカ	中央アメリカ	中国	東地中海	ヨーロッパ	極東	北米	南米
穀類	127.4	113.2	171.7	188.2	121.1	206.6	161.9	129.5
根菜	134.8	46.0	85.8	19.3	72.7	28.4	20.0	67.6
野菜	25.9	38.8	85.2	91.6	86.7	54.3	63.4	34.2
果物	45.2	98.6	5.5	101.5	81.4	48.3	63.9	83.2
肉	16.8	42.3	15.0	30.4	75.3	21.5	24.0	48.4
魚	15.0	18.7	8.9	8.4	20.2	24.4	7.3	14.4
牛乳	28.9	82.2	1.9	74.3	154.9	33.6	77.2	70.7

(出典) 財団法人原子力安全技術センター、内閣府食品安全委員会事務局 平成17年度食品安全確保総合調査報告書「放射性物質に汚染された食品の健康影響評価等に関する文献調査報告書」平成18年3月

4. チェルノブイリ事故後、事故に関連した各国の対応等

チェルノブイリ事故後に畜産業・畜産物に関連してとられた具体的な対応については、1988年にOIE(国際獣疫事務局)がとりまとめた各国からのレポートがある(定期刊行物である Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties 7巻1号(1988)に収録)がある。OIEは、1924年に28カ国の署名を得てフランスのパリで発足した世界の動物衛生の向上を目的とする政府間機関で、動物衛生や人獣共通感染症に関する国際基準の作成等を行っている国際機関である。

本レポートは、ソビエト連邦崩壊前に発行されたものであるが、ロシアを含めたいくつかの東欧諸国からも限定的ながら情報が寄せられており、各国言語と英訳版が掲載されていた。

1988年当時の情報であるために、後年に訂正・変更された内容も一部含まれている可能性はあるが、畜産に関連した原子力発電所事故後の対応がまとめられたものとして、貴重な資料であるため、本節において概略を紹介した。

欧州全体としては、1986年5月の第1週にI131検出のピーク、その後にCs137検出のピークが訪れ、5月の終盤にはかなり低下するという推移を示し、また、欧州諸国では1950-60年代より、大気圏核兵器実験による放射能拡散の状況把握のための食品モニタリング体制の整備がすすめられていたため、チェルノブイリ事故後のモニタリングは、その体制を強化する形で、比較的スムーズに対応したように伺われた。食品摂取に関しては、北欧において、汚染のレベルのみで制限するのではなく、高いものについて消費頻度の上限について提言を行っているのが興味深いと思われた。

以下、4.1では、上記7巻1号の各国レポートの最初に掲載されていた総説の概要、4.2に各国レポートの抜粋概要、4.3には、チェルノブイリ事故に関して日本で取られた対応についてそれぞれまとめている。

4.1 動物とその生産物の放射線被ばく、国および国際間取引におけるサーベイランスとモニタリング、コントロール

Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties 7巻1号(1988)には、英国中央獣医学研究所(Central Veterinary Laboratory: CVL)のJ.A.Morrisによる基調論文「動物とその生産物の放射線被ばく、国および国際間取引におけるサーベイランスとモニタリング、コントロール」が掲載されており、そこでは2つの内容についてまとめられている。

まず、前半部には、動物とその生産物の放射線被ばく影響として、バックグラウンドに存在する放射線量の解説、そして動物に対する放射線の外部被ばくや内部被ばくの影響に関する基礎的なデータが示されていた(表 III-18、表 III-19)。

表 III-18 農場動物における γ 線被ばく(外部のみ)および β 線との組合せ被ばく(外部+内部)
60日後の平均致死線量(LD50)

	合計 γ 線被ばく(Sv)	
	全身	全身+皮膚+胃腸
ウシ	5.0	1.8
ヒツジ	4.0	2.4
ブタ	6.4	5.5*
ウマ	6.7	3.5*
家禽	9.0	8.0*

* 解剖学的構造、放牧習慣、種の生理機構に基づく推定

表 III-19 I131によるウシ甲状腺の放射線照射影響

線量(Sv)	一日当たりの線量率	影響
300	15	何もみられない
700	30	リンパ小節がわずかに肥厚性となる
2000-3000	100-150	甲状腺粘液浮腫における広範囲にわたる壊死、しかし血液学的な変化なし。牛乳生産量の減少。繁殖機能障害はない。

後半部には、取引予防措置について取り上げられている。国家内の取引については、チェルノブイリによる汚染により、いくつかの国ではヒツジやヤギのと畜を延期するよう勧告したこと、ノルウェーや英国では、肉からフードチェーンに入る Cs134 およびCs137 を低減するため予防措置を講じたことを紹介している。国際間取引においては、チェルノブイリ事故によって多くの取引禁止措置がとられたこと、Euratom の科学者は EEC 委員会に対して、1,000Bq/Kg レベルの Cs134 と Cs137 は、食品の主要な成分のレベルとして概ね適切であると助言したこと等をまとめている。

結論として、チェルノブイリ事故に伴って発生した事象により、以下6つのポイントの必要性が明らかになったと提示している。

1. 定常的なモニタリング、緊急事態の大きさを評価するため用いることができるベースラインの放射線レベルの確立
2. 主要な日用食品中の放射性核種のアクションレベルの確立
3. 核事故とその影響に関する迅速な国際的情報交換
4. 直ちに執行可能な包括的なコンティジェンシー処置
5. 無益な社会的関心を避けるための、信用と知識のある報道のカバー範囲
6. 放射能に関する一般の理解レベルの向上

著者は最後に、チェルノブイリで得られたこれらの教訓を有効に生かすべきであると、結んでいる。

4.2 諸外国

(1) ブルガリア

チェルノブイリ原子力発電所事故後、The Bulgarian Veterinary Service は、国際市場と輸出要件に合致させるため、動物とその生産物を保護するための緊急的な処置を施した。

- ①国内のすべての地区において環境中の放射線の測定の実施。土壌、水、空気、飼料に対する外来放射線レベルについて分析、国内では許容限界を超えないという結論が出された。
- ②肉畜(仔牛、仔羊)、ウシの放牧の禁止。放射性物質汚染の検査後、新鮮な飼料以外の飼料と水は供給を許可。禁止は、事故前の値に下がった 1986 年 6 月 15 日まで継続。
- ③1986 年 4 月 26 日より、Veterinary Service は肉・肉製品、乳・乳製品、家禽肉、卵、魚、狩猟肉、蜂蜜、飼料の生産、製造、保存、販売における恒久的なモニタリングを開始。特定の食肉処理場についても恒久的にモニタリング。1986 年 9 月 1 日まで公的および民間機関のサンプルの週1回の検査を実施。その後は、乳は2週に1回、肉については地方当局からのリクエストに基づき個別に分析。ブルガリアでは、許容限界値以内であったが、4ヶ月のうち16例のみが EEC 基準を 10-150Bq 超過していた(ラム肉5件、羊肉7件、ブルガリアチーズ4件)。
- ④1986 年 5 月 10 日より、Veterinary Service の Radiological Laboratory は、欧州コミュニティーおよび他国に対して許容レベル内であることを確認するため、輸出目的の動物由来製品と生体(内部被ばく)の検査を開始。The Bulgarian Veterinary Service は、動物由来食品の輸出に関して直接的な責任を有する。なお、輸出先からのクレームはなかった。
- ⑤State Service and Ministry of Health は、欧州諸国と同程度か低いレベルの暫定許容値を策定した。外国市場との動物製品の貿易においては厳しく監視された。
- ⑥1987 年 5 月終わりには、放射能レベルは、通常レベルに戻った。

(2) カナダ

- ・カナダにおいては、動物の放射線暴露に関する検査は、日常業務としては行っていないが、国家的健康保護スキームにおいて、様々な環境・食品サンプルが Bureau of Radiation and Medical Devices, Health Protection Branch, Health and Welfare Canada によって検査されている。
- ・チェルノブイリ事故に対応して、食品のモニタリングは激増した。国内生産品も牛乳や葉物野菜といった影響を受けやすいと思われるものについては、ほぼ毎日モニターされた。欧州からの輸入品は、すべてサンプリングされ、影響を受けやすいものについて注意が払われ、販売前に検査された。
- ・チェルノブイリ事故以降、Health Protection Branch は、以下のスクリーニング制限を策定した。

表 III-20 カナダのスクリーニング制限

	Cs134	Cs137	I131
牛乳、飲料水(Bq/L)	50	50	10
製造された酪農製品(Bq/kg)	100	100	40
その他すべての食品(Bq/kg)	300	300	70

- ・250 種以上の食品をサンプリングし、国内食品では基準を超えるものはなかった。欧州からの 11 出荷品についてのみ、I131 および/あるいは Cs134、137 レベルの超過によりカナダへの入国を拒否された。

(3) チェコスロバキア

- ・ チェコスロバキアにおけるモニタリングシステムは、ヒトの環境要素を評価するものとして運営され、Ministry of Agriculture and Food 当局の下で土壌や植物、狩猟動物、家畜、食品の放射能汚染についての情報が収集された。The Veterinary Service が家庭生産品と輸入食品の総合的な責任をもち、State Veterinary Institute の検査機関によって分析がなされた。
- ・ 現在では、放射能のスクリーニングは2段階でなされる。第一段階の検査機関では、食品、畜産物、飼料の予備分析を実施。第二段階の検査機関は放射能検査に特化した4機関がある。第一段階の検査機関で平均より高い放射能汚染が報告された場合に、第二段階の検査機関が再評価を実施する。
- ・ 検査には優先度が設けられ、乳児用食品は、最も高い。子供向け食品はすべての元素が検査され、もし高い放射能レベルが測定された場合は、汚染物質を排除すべく、Ministry of Health との協力により詳細なスクリーニングがなされる。
- ・ 厳密な輸出、輸入コントロールを実施。
- ・ ほとんどの放射能検査は、ランダムサンプリングにより実施。1週間に 400～1,600 件の分析を実施。
- ・ 1987年に食品から検出された Cs134 および Cs137 は、例外的に数百 Bq/kg に至るものがあったが、おおよそ数～数十 Bq/kg の範囲であった。赤シカ、ノロジカにおいてセシウムが数十から数百 Bq/kg のものがあったが、徐々に 1-10Bq/kg の間のものが増えた。例外的であるが、1987年8月に南ボヘミアの山間部の雄シカの肉で、Cs137 が 1,255Bq/kg、Cs134 が 372Bq/kg 検出された。

(4) ドイツ連邦共和国 I 食品の検査体制について

- ・ 連邦国によって検査された食品や環境のデータは、連邦省の4つのコントロールセンターに報告される。
 - ①The Federal Research Institute for Fishery:fish and fish products
 - ②The Federal Institute for Dairy Research:milk and milk products
 - ③The Institute for Water, Air and Soil Hygiene of Federal Health Office:drinking water
 - ④The Federal Research Institute for Nutrition:grain and grain products, meat, other individual type of food, processed foods and general food products
- ・ すべてのデータはコントロールセンターに集約された後、Institute for Radiation Hygiene of Federal Health Office に渡される。
- ・ 牛乳を除き、食品中の放射性降下物は 1957年に核兵器実験が始まってから検査を実施。チェルノブイリ事故後は、このネットワークにより国内の迅速な汚染検査が重要な役割を果たした。検査センターは、狩猟動物の肉の汚染といった例外的な暴露経路についても注意を払った。

(5) ドイツ連邦共和国 II セシウムと汚染低減について

- ・ 放射性セシウムを含む牛乳は、ヒトの消費には使用できないが、動物に与える場合は(ブタ、乳牛)、セシウム吸着剤を投与するとにより、腸での放射性核種の吸収を予防することが出来る。高濃度汚染された、反芻動物用のグラスペレットや干し草についてもこの方法が適用できる。このような方法で汚染餌を利用することができ、動物由来食品の深刻な放射能汚染は起らない。
- ・ 柔組織に放射線セシウムが蓄積してしまった動物については、消化管に放射性セシウム吸着剤があれば、より迅速な排出により、生物学的半減期を短くすることができる。

- ・ 消化管からのセシウムの一時的吸収あるいは再吸収を阻害するには、1960 年代終わりに筆者 (W.GIESE)が開発した ammonium ferric hexacyanoferrate ($\text{NH}_4\text{Fe}^{\text{III}}\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6$) が適切である。
- ・ チェルノブイリ事故後、毎日1頭あたり 60,000Bq を超える高濃度汚染餌を与えた 2 頭のウシによる実験では、牛乳の濃度は 230-250Bq/L であったが、1日 3g の ammonium ferric hexacyanoferrate を毎日与えたところ、牛乳中のセシウムは、30-40Bq/L に低下した。シアン化物に分解されるのではないかという懸念については、5g あるいは 10g という過剰量を摂取させたヒツジの実験で、シアン化物やチオシアネートは血清中や尿中で検出されないことを確認した。吸着剤は、水に溶かして草に散布するのも有用である。

(6) フランス(ニューカレドニア)

放射性物質の汚染や吸収などの試算方法、提言(一般的な情報が中心)であるため省略。

(7) ドイツ民主共和国(東ドイツ)

- ・ 東ドイツでは、State Office for Nuclear Safety and Radiation Protection により食品や環境の汚染がモニターされた。獣医学的機関を含む Ministry of Agriculture, Forestry and Food が野菜や動物由来食品のモニタリングにかかわった。
- ・ 東ドイツの基準値は、IAEA および ICRP の用量限界に基づいて設定された。
- ・ 1961 年以降、野菜や動物由来の製造において継続的なモニタリングを実施し、チェルノブイリ事故後は活動をさらに強化した。

(8) ハンガリー

- ・ Radiology Department of the Animal Health and Food Control Center の専門的指示のもと、Ministry of Agriculture and Food の 23 の研究室において放射性物質のコントロールとサーベイランスを行った。これは 1960 年からの体制で原子力発電所による環境の変化をみるために準備されたもので、年 3,000 サンプル以上を分析している。
- ・ チェルノブイリ事故後、ほぼ同時に(1986 年 4 月 28 日)基礎情報を得るための集中プログラムを立ち上げることができた。この期間に、検査機関は、需要に対応して 23 から 43 に増加。
- ・ 予想外に高い I131 により、迅速な情報提供のために、広い範囲におけるサンプリングプログラムが必要となった。5 月下旬には、Cs134 と Cs137 の検査需要が増加。緊急時対応で、通常 3,000 件のサンプル分析は、44,064 件にまで達した。
- ・ チェルノブイリ事故前のレベルに戻った現在でも2つのモニタリングを継続。1つはバックグラウンド検査であり、開放系で育てた指標植物(レタス、ほうれん草など)の汚染レベルの検査を実施。毎年およそ 2,000 サンプルを分析。2つめは食品の分析であり、食肉加工場にサテライトステーションを付属させ、毎日ランダムサンプリングにより少なくとも 1 頭のブタおよびウシの屠殺体サンプルと 2 つの肉製品におけるセシウムを検査。週におよそ 220 サンプルを検査。
- ・ 分析した食品および飼料の総計は 20,000 サンプルに達した。

(9) イタリア

- ・ チェルノブイリ事故後の家畜及び畜産物貿易に関連したイタリアにおける重要な事象について報告。

- ・ 1986年5月10日頃、他国の汚染レベルと適用された対策について情報が入り始める。
- ・ 1986年5月2日のHealth Ministryによる電信布告によりUSSRや北欧、ドイツ、東欧諸国からの生体家畜と狩猟動物、動物由来食品の輸入が禁止。その後部分的に修正。
- ・ 1986年5月30日に、EECは最大許容レベルを設定。牛乳および乳製品中のCs134とCs137のは370Bq/kg、その他の食品は600Bq/kg。
- ・ 健康防御のために最初にとられた方法は、子供と妊娠女性に対する新鮮乳の消費制限であるが、5月23日には全土で廃止された。
- ・ 放射性物質降下直後の第一段階(I131の緊急段階)では、 γ -scanningおよび γ -spectrometryにより高い放射能汚染が検出された。
 - －ヒツジ・ヤギの新鮮乳:最大3,700-3,800Bq/kg、牛新鮮乳:最大700-1,000Bq/kg。
 - －通常と殺されたヒツジ、ヤギ肉:平均224Bq/kg。内臓で最も高い値は肝臓(平均260Bq/kg)と腎臓(平均480Bq/kg)。
 - －野生動物では、肉(185Bq/kg)および内臓(平均180Bq/kg)。
- ・ 第二段階(Cs134, Cs137, Sr89, Sr90の緊急段階)では、 γ -scanningおよび γ -spectrometryにより高いセシウム汚染が観察された。
 - －ウサギ肉:平均900Bq/kg
 - －ヒツジ肉:1,100Bq/kg
 - －湖水魚:1,390Bq/kg
- ・ Cs134, Cs137では、ウサギ肉では、他の組織や臓器(300Bq/kg)に比べて筋肉組織(920Bq/kg)が3倍高い。
- ・ これらの食品の抑制策は地方レベルで実施されたのみ。正確な情報が少なかった。

(10) オランダ

- ・ オランダでは、5月2日に放射能雲が到達し、5月3, 4日の2日間で、降雨により相当量が沈殿し、Cs137に関しては、1950-60年代全体の沈着量の40%にあたる見積もられた。
- ・ 他の欧州地区と比べ、相対的には低い汚染であった。
- ・ 5月2日に、National Network for Radioactivity in Food, State Institute for Quality Control of Agricultural Products(RIKILT)、local Health Physic Departmentによる臨時の検査センター(Measuring Centre Wageningen)が活動開始。5月初旬には、多くの研究施設において、牛乳、草、野菜、肉、その他の食品の検査を開始。特に牛乳は重要な汚染源食物になると仮定されたため、多くのサンプルを分析。
- ・ 牛乳では、I131について、5月1日には170Bq/Lのピーク値を計測、6日には中央値が21Bq/Lまで上がったが、5月4日の乳牛の放牧禁止に伴い急速に減少した。Cs137については、5月21日まで、中央値が20Bq/Lを超えることはなかった。実験によれば、放牧牛は、畜舎に入れていたものより5-10倍高かった。8月には、3Bq/Lより低くなり、同年冬には、前年春のサイレージを利用したため、7Bq/Lとわずかに高くなった。
- ・ ほうれん草では高いI131が検出され、5月6日に最大10,000Bq/kg、第1週の平均で1,600Bq/kgであった。Cs137は、最大で1,100Bq/kg、第1週の平均で200Bq/kg。
- ・ 牛肉ではI131の濃度は200Bq/kgを超えることはなく、平均30Bq/kg、Cs137では5月15日に最大200Bq/kgが記録されたが、5月以降は平均20Bq/kgから9月には10Bq/kgと減少。

- ・ 豚肉の汚染は、畜舎に入れていること、非汚染飼料が給餌されていたことから、低く維持された。
- ・ ヨウ素は甲状腺に蓄積し、牛および羊において最大 40,000Bq/kg の汚染が報告された。5 月 6 日には、90 日間、と殺動物の甲状腺は廃棄することを決定した。

(11) ノルウェー

- ・ チェルノブイリ事故によるノルウェー人 400 万人の集団線量は、National Institute of Radiation Hygiene により推計され、最初の1年間は 1,100-1600 人 Sv、その後減少し、平均ばく露は、0.3-0.4 mSv とみられた。省庁連関委員会では、重大な(significant)健康リスクは意味しないと結論。
- ・ 専門家による委員会では、毎年およそ 16,000 の新規のがん症例が増える中で、50 年の間に 30-50 人のがん患者の増加(15-25 人が死に至る可能性)と結論づけた。
- ・ 上記をふまえ、ヒトの健康と対策についてのコストベネフィット計算を実施。
- ・ 1986 年 5 月中旬に、当局はI131 について 1,000Bq/kg、Cs137 について 300Bq/kg というアクションレベルを設定。6 月 2 日には、Cs134 と Cs137 の合計で牛乳について 370Bq/kg、その他の食品について 600Bq/kg と適用。11 月 20 日には、飼養トナカイと狩猟肉について 6,000Bq/kg に上げた上で、下記の提言を行った。
 - 汚染レベルが 600Bq/kg 以下の特定の食品については、好きなだけ消費してよい。
 - 汚染レベルが 600~2,000Bq/kg のものについては、最大週1回の消費。
 - 汚染レベルが 2,000Bq/kg より高いものについては、月1回以上消費しない。
- ・ 牛の飼育については、3 つのゾーンに分けて管理。
 - 1:フリーゾーン(問題なし)
 - 2:予備的対策ゾーン
 - 3:特別対策ゾーン 特別給餌プログラムを実施するまえにと殺してはならない。
- ・ 牛は羊より問題が小さく、ほとんどがフリーゾーンのものであった。

(12) ポーランド

- ・ 核兵器実験の関連では、牛乳中の Cs137、Sr90 は、それぞれ 0.5、0.1Bq/L 程度。
- ・ 1986 年 4 月 26 日の夜、ポーランド首相は影響評価と予防についての委員会を設置。
- ・ 4 月 29 日には、緊急プログラムに基づき放射能汚染の検査を開始、16 の獣医学衛生ステーションが牛乳、肉、魚、草、その他の産物について合計 β 線量のシステムティックモニタリングを開始。いくつかの研究室では特定の核種毎の検査も実施。
- ・ 草の汚染は、4 月 29 日から記録され、30 日には最高値 105,000Bq/kg を計測。
- ・ 牛乳の汚染は、29 日に検出され、最大 2,000Bq/L。5 月 4 日に次のピークがあり、20 日には 200Bq/L に低下。
- ・ 肉については、ほとんどのケースで、400Bq/kg を超えることはなかった。肉製品や魚、卵では、相対的に汚染は低かった(ほとんどのものが 100Bq/kg 以下)。
- ・ さまざまな分野の専門家の意見をふまえ、政府委員会は、動物由来食品の放射能汚染の限度について、牛乳:1,000Bq/L、肉・家禽・魚:1,000Bq/kg を承認した。
- ・ 省庁間協力して環境と食品における汚染コントロールについてのプログラムを検討・実施。

(13) スウェーデン

- ・ スウェーデンにおける放射活性については、The Swedish National Institute of Radiation Protection がモニタリング。
- ・ National Food Administration は、Cs137 について 300Bq/kg を超える食品を消費してはならないとした。しかしながら、食品の生産者は(漁業者、狩猟者)は、量と頻度についての提言に従っていれば、それより高い放射能をもつ食品も消費してよいとした。

(14) スイス

- ・ スイスに放射能雲が到達したのは4月30日で、場所により差があった。

表 III-21 スイスにおける汚染の状況

地域	土壌強度	I131(草)	Cs137(干草)
南スイス	最大 150 μ R/h	最大 200nCi/Kg (7400Bq/kg)	最大 250nCi/Kg (9250Bq/kg)
東スイス	最大 100 μ R/h	最大 200nCi/Kg (7400Bq/kg)	最大 40nCi/Kg (1480Bq/kg)
上記以外のスイス	最大 20 μ R/h*	最大 150nCi/Kg (5550Bq/kg)	最大 4nCi/Kg (148Bq/kg)

*Jura:40 μ R/h

- ・ 1986年1月より、汚染マップを作成。
- ・ 牛乳については、5月10日にI131が最大値を記録(1,480Bq/kg)、Cs137については、5月中旬にピーク(296Bq/kg)。当局は、5月前半には、2才以下の子ども、妊娠した女性、授乳中の女性に対し、摂取する牛乳を新鮮乳から5月3日以前に製造された牛乳に切り替えるよう提言。
- ・ 肉については、Cs134とCs137に注意が払われた。南スイス以外では、全ての動物の肉や臓器で370Bq/kgを超えるものはまれであった。南スイスでは、羊、山羊、狩猟肉で2,960-440Bq/kgに達し、9月には、370Bq/kg以下に下がった

(15) 台湾

- ・ 1986年5月以降、欧州から輸入された乳製品、野菜、果実、肉、穀物、ベビーフード、合計2,000サンプルについて放射活性を検査した。アイルランドからの輸入粉乳、スウェーデンからの輸入ホイパウダーで、基準値(370Bq/kg)を超えるものが検出された。

(16) 英国

- ・ 英国では、1962年に牛乳と農場の放射活性モニタリングを開始した(核反応器周辺地域を警戒)。
- ・ チェルノブイリ原子力発電所事故後は、最も汚染が深刻なエリア(Cumbria および North Wales)にて特別な検査を実施、子羊、ウシ、豚の筋肉組織におけるCs134とCs137の検査を実施。これらの地域のヒツジのと殺体について制限をする必要があることが判明した。
- ・ 輸入食品や動物についても検査を実施。
- ・ エリア毎のI131とCs134,137最大値についてデータあり。

表 III-22 イングランド、ウェールズの4地域におけるウシの乳中に検出されたI131 の最大値

地域	平均 Bq/kg	範囲 Bq/Kg
コーンウェル	5	3-8
ケント	80	9-230
カンブリア	145	11-370
ノースウェールズ	76	3-206

1986年5月5-7日の間に得られたデータ

表 III-23 イングランド、ウェールズの4地域におけるヒツジの筋肉中に検出されたCs134 と Cs137 の最大値

地域	平均 Bq/kg	範囲 Bq/Kg
コーンウェル	33	21-45
ケント	22	5-35
カンブリア	*	87-3665
ノースウェールズ	*	22-4216

1986年5月、6月に得られたデータ

*適切でない

(17) 米国

- USDA は、放射能汚染に対するコンテインジェンシープランを用意している。農場動物(家禽も含む)や放射線に曝された農地の取り扱い方法が検討されたものである。
- チェルノブイリ原子力発電所事故においては、USDA は、関連国からの輸入食品を検査する港の輸入検査官にサーベイメーター等を提供した。
- 肉と家禽についてのアクションレベルは I131 で 55Bq/kg、Cs134 と Cs137 の総量で 2,775Bq/kg に設定された。Cs134 と Cs137 の総量はその後 370Bq/kg に下げられた。サンプルはランダムに選んで検査され、アクションレベルを超えたものについては受け入れを拒否した。

(18) ソビエト連邦

- 1986年4月のチェルノブイリ事故後、ソビエト連邦では、Veterinary Radiological Service が原子力発電所近傍における農場動物のモニタリングに関する責任を有している。
- 発電所近くの動物が受けた放射線量は、放射能障害の原因となるには不十分な量であった。
- 発電所から半径 30km エリアからの集団避難とともに、80,000 頭の動物も移動させた。
- 汚染乳と汚染肉は、3ヶ月の間冷蔵施設に保存し、いくつかのエリアでは放牧を禁止した。
- ヒトの消費についての牛乳の汚染リミットは 370Bq/kg、その他の動物製品は 600Bq/kg とした。
- 成体の動物が単回あるいは繰り返して γ 線を外部被ばくした場合、2.2-2.5Sv の低い線量を受けた後に死亡がみられ、30日後の半数致死量は、4.5から6.5Sv であることが知られている。農場動物における放射線への感受性は高い順で次のようにランクされる。ヒツジとヤギ、ウシ、ブタ、ウマとロバ、家きん(30日後の半数致死量 LD50/30 は 0.9-11Sv)。若齢動物の感受性は、成体より 30-50% 高い。

(19) ユーゴスラビア

- “Biotechnical system for radiological and hygienic monitoring”である YU-BIMOS システムが上手く機能している。

- ・ 事故直後の農産物の放射線量データ

表 III-24 1986年5月1日から8月1日の期間における食品中の放射性ヨウ素と放射性セシウムのレベル

食品産物のタイプ		レベル	
		I 131	Cs134+Cs137
		(Bq/kg)	
乳	ウシ	49-320	4-366
	ヒツジ	30-17600	13-3980
	ヤギ	75-280	9-35
粉乳		97-236	441-4545
凝固乳&ヨーグルト		75-2154	10-287
チーズ	ウシ	940	255
	ヒツジ	6-292	128-356
肉	ブタ	-	10-34
	ウシ	-	2-1490
	若去勢牛	2-75	4-60
	子羊	10-2400	10-680
	ニワトリ	70-280	10-37
狩猟動物肉	生シカ肉	-	9-325
	ウサギ	490	66
	キジ	75	10

(20) 日本

日本においては、チェルノブイリ発電所事故を受け、1986年5月に厚生省(当時)が「食品中の放射能に関する検討会」を設置し、輸入食品中の放射能濃度の暫定限度を設定した。この暫定限度は、チェルノブイリ発電所事故に関わる輸入食品のみを対象としたものである⁴³。

具体的には、ソ連原子力発電所事故に係る輸入食品の監視を行うため、ヨーロッパから輸入される食品については、厚生省の各検疫所において放射能測定器による検査を実施した。この検査の結果、食品中のセシウムの濃度が輸入食品についての暫定限度(輸入食品の摂取の実態、放射性降下物に含まれる核種の存在割合等を勘案し、国際放射線防護委員会が勧告した線量当量限度(1986年当時の公衆の被ばく線量限度は5mSv/年⁴³)を十分下まわるとして定めた限度;食品1キログラム当たり370ベクレル)を超えるものについては食品衛生法第4条違反に該当するとして輸入が認めないという対応をとった⁴⁴。

暫定限度の施行から約1年後の1987年11月には、検討会による再評価が行われ、ヨーロッパから輸入される食品が全て370(Bq/kg)で汚染されていると仮定した場合、年間被ばく量は0.04mSvと算出された⁴³。

なお、昭和62年12月に発行された原子力委員会による原子力白書には、以下のようにまとめられている。

43 財団法人原子力安全技術センター、内閣府食品安全委員会事務局 平成17年度食品安全確保総合調査報告書「放射性物質に汚染された食品の健康影響評価等に関する文献調査報告書」平成18年3月

44 昭和六二年一〇月三十一日 衛検第二五七号 各検疫所長あて生活衛生局食品保健課検疫所業務管理室長通知「ソ連原子力発電所事故に係る輸入食品の監視指導について」

昭和 62 年版 原子力白書 昭和 62 年 12 月 第 3 章 安全の確保及び環境保全

1. ソ連チェルノブイル原子力発電所事故に対する我が国の対応安全の確保及び環境保全 より抜粋⁴⁵

昭和 61 年 4 月 26 日午前 1 時 23 分(日本時間同日午前 6 時 23 分)、ソ連のチェルノブイル原子力発電所 4 号炉で事故が発生し、大量の放射性物質が周辺環境に放出される事態となった。

事故発生後、我が国においては、放射能対策本部(昭和 36 年に閣議決定により内閣に設置、本部長科学技術庁長官)の下で、環境放射能調査等の万全な放射能対策が講じられた。具体的には、32 都道府県及び気象庁における空間線量率、雨水、浮遊じん、の測定、防衛庁による高空浮遊じんの測定など、放射能監視体制を強化した。その後、事故に由来すると思われる放射性物質は全国的に検出されたが、国民の健康上問題となるものではなかったこと、放射能レベルが十分低い状態になったこと等により、放射能監視体制は、平常時の体制に移行された。

一方、原子力安全委員会は、ソ連原子力発電所事故を極めて重大なものとして受けとめ、本件に関して幅広く調査、検討を行い、我が国の安全確保対策に反映させるべき事項の有無等につき審議することを目的として、昭和 61 年 5 月 13 日、ソ連原子力発電所事故調査特別委員会を設置した。

本調査特別委員会は、同年 9 月 9 日、それまでに得られた情報、資料等をもとに事故の事実関係について整理するとともに、事故原因につき若干の評価を加えた第 1 次報告書を取りまとめた。

その後、本調査特別委員会は、引き続き事故に関する情報、資料等の収集に努めるとともに、事故の状況等についての定量的な解析、評価等を踏まえ、我が国の原子力発電所の安全確保対策の現状について、改めて検討、評価し、我が国の原子炉施設の安全確保対策上意義ある事項について考察し、本年 5 月 28 日最終報告書を取りまとめた。

本報告書では、結論として、今回の事故の状況に照らして、我が国の原子力発電所の安全確保対策の現状を調査した結果、我が国の原子力発電所の安全性は、現状においても十分に確保されており、今回の事故に関連して、現行の安全規制や慣行を早急に改める必要のあるものは見出されずまた、防災対策についても、我が国の原子力発電所の特徴等を考慮して定めた原子力防災体制及び諸対策を基本的に変更すべき必要性は見出されないと指摘している。また、「従来から認識し実行しているものの、改めて心に銘ずべき事項」として以下の 7 項目を指摘しており、これら 7 つの事項については、その重要性を再認識することにより、今後の我が国における安全性の一層の向上に資していくことが重要であるとしている。

- (1) 個々の設計の改良に応じた適切な安全評価及びそのための研究
- (2) 異常事態に関する知識の充実及び運転管理面への反映
- (3) 安全意識の醸成
- (4) 人的因子及びマン・マシン・インターフェイスに関する研究
- (5) シビアアクシデントに関する研究
- (6) 原子力防災体制及び諸対策の充実
- (7) 安全性に関する情報交換、研究等に関する国際協力

45 昭和 62 年版 原子力白書 昭和 62 年 12 月 <http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/hakusho/wp1987/index.htm>

§ § コラム § §

輸入食品中の放射能濃度の暫定限度

チェルノブイリ事故を受けて設定された輸入食品中の暫定限度の設定は、以下のように行われた⁴³。

＜線量限度＞

1986年当時の公衆の被ばく線量限度は5(mSv/年)(医療被ばくおよび通常のレベルの自然放射線被ばくを含まない)。輸入食品の放射能暫定限度を設定するに当たっては、公衆の線量限度の1/3を特別な事態に対処するために配分することとして、輸入食品からの被ばく限度にあてる。

＜対象核種＞

ヨーロッパの食品中の放射性核種の組成比については、十分な情報が得られていなかったため、国内での放射性降下物の検出データをもとに以下の仮定がおかれた。

輸入食品中の Cs134/Cs137 比 0.49(国内データより仮定)
 輸入食品中の Sr90/Cs137 比 0.022(最大値, 国内データより仮定)

上記の仮定をもとに、食品中の全放射性核種による被ばく線量に対する、核種別の被ばく線量への寄与割合が以下のように推定された。

Cs134 及び Cs137	66%
Sr90	33%
他の核種	1%

Sr90 は放射化分離しなければ測定できないことから、食品中に Sr90 が、137Cs に対して 2.2%含まれると仮定して、ガンマ線放出核種であり測定が容易な Cs134 及び Cs137 の放射能濃度が暫定限度の指標として選ばれた。

＜放射能暫定限度＞

輸入食品中の 134Cs 及び 137Cs による被ばく線量が、公衆の線量限度の1/3の66%を超えない濃度 A が次式により求められた。

$$5.4 \times 10^{-7}(\text{mSv/pCi}) \times 1.4(\text{kg/日}) \times 35(\%) \times A(\text{pCi/kg}) \times 365(\text{日}) \leq 5(\text{mSv}) \times 1/3 \times 66(\%)$$

$$A \leq 11.389(\text{pCi/kg})$$

$$A \leq 421(\text{Bq/kg})$$

ここで、

$5.4 \times 10^{-7}(\text{mSv/pCi})$: Cs134/Cs137 比が 0.5 である(Cs134+Cs137)を 1pCi 経口摂取した場合の成人の全身の預託線量当量 1(Ci) は $3.7 \times 10^{10}(\text{Bq})$ である。

1.4(kg/日) : 国民一人当たりの食品の摂取量(厚生省の調査にもとづく)

35(%) : 一日あたりの食品摂取量に占める輸入食品の割合(ヨーロッパ以外を含む)

である。なお、預託線量当量とは、放射性物質を体内に摂取した時点から個人が受ける線量の時間積分である。積分期間は成人で 50 年とされている。この計算では、ICRP Publ.2 の内部被ばくモデルが用いられている。

上記の計算から、公衆の線量限度の1/3を超えない、Cs134 及び Cs137 の放射能は 421(Bq/kg)となったが、欧州(乳幼児食品 370(Bq/kg)、一般食品 600(Bq/kg))及び米国(370(Bq/kg))の基準値を参考にして放射能濃度の暫定限度は、370(Bq/kg)とされた。

(出典) 財団法人原子力安全技術センター、内閣府食品安全委員会事務局 平成 17 年度食品安全確保総合調査報告書「放射性物質に汚染された食品の健康影響評価等に関する文献調査報告書」平成 18 年 3 月