

〔 農環研報 34,
11-21 (2015) 〕

福島第一原発事故直後の関東地方における 野菜類の放射性物質濃度

Concentration of radioactive materials of vegetables in the Kanto area just after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident

木方展治*・大瀬健嗣**・谷山一郎***

(平成26年12月2日受理)

Synopsis :

The authors measured ^{131}I , ^{134}Cs and ^{137}Cs radioactive concentration of 56 vegetable samples which was collected in Ibaraki, Tochigi, Gunma and Chiba Prefecture on the basis of the request of the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF) and the prefectural governments just after the accident of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) from March 18 to 25, 2011. The prefectural governments put the data of ^{131}I and radioactive Cs concentration of vegetables on the internet. The MAFF used the data to judge the shipment regulation policy of contaminated vegetables. This paper shows the data of ^{134}Cs and ^{137}Cs concentration of vegetables which has been never published.

Spinach (*Spinacia oleracea*) grown outdoors which were collected on March 18 exceeded the provisional regulation value for radioiodine (2000 Bq kg^{-1}). Garland chrysanthemum (*Glebionis coronaria*) which was collected in Mooka and Sakura City and spinach which was collected in Kaminokawa Town of Tochigi Prefecture on March 24 exceeded the provisional regulation value for radioiodine. Spinach grown outdoors which was collected in Isezaki City of Gunma Prefecture on March 19 exceeded the provisional regulation value of radioiodine. eight green vegetables (including spinach and “Kakina” (*Brassica rapa*)) exceeded the provisional regulation value of radiocesium ($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$: 500 Bq kg^{-1}).

The range of $^{131}\text{I} / ^{137}\text{Cs}$ concentration ratio of spinach was from 9.7 to 20.2 in Ibaraki Prefecture in March 18, 9.2 on March 24 in Tochigi Prefecture, from 5.7 to 6.4 on March 19 and from 4.9 to 9.2 on March 22-25 on Gunma Prefecture. The higher ratio was observed in Ibaraki Prefecture. However, $^{131}\text{I} / ^{137}\text{Cs}$ ratio between vegetables at the same location had large differences; from 1.6

* 土壌環境研究領域

** 元土壌環境研究領域、現 福島大学

*** 元研究コーディネータ

of cucumber to 31.8 of garland chrysanthemum on March 24 in Tochigi Prefecture and from 2.2 of water melon (*Citrullus lanatus*) to 10.1 of “Mitsuba” (*Cryptotaenia japonica*).

As stated above, the radioactive substance concentration and component of vegetables had large range between the area, date, vegetable species or cultivation methods.

I はじめに

2011年3月11日の東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所(以下福島第一原発)の事故によって、大量の放射性物質が大気中に放出された。放射性物質は風向により大半が太平洋側に放出されたが、3月15日や3月21日などには陸側に大規模に放射性物質が降下し、土壌・河川・海洋が汚染され、用水・農畜水産物から放射性物質が検出された。事故直後、厚生労働省などが2011年3月17日に定めた放射性物質の暫定規制値を上回った農作物は、北は岩手県北部の牧草から、西は静岡県の茶葉まで広い範囲に及んだが、2012年4月に定められた新たな食品基準値を上回る農作物が2014年3月時点でも検出され、出荷規制が行われている(厚生労働省, 2014)。

(独) 農業環境技術研究所(以下農環研)は60年以上に渡る放射能調査・研究の実績を生かし、事故発生当初から他の農業試験研究機関と連携して、農産物、土壌や農業用水の汚染の実態把握に対応するとともに、作物の放射性物質汚染要因の解明研究を実施し、吸収抑制技術や除染技術の開発に取り組んできた。

そのような中で、農環研は福島第一原発事故直後に農林水産省や県からの要請を受け、茨城県、栃木県、群馬県、千葉県で採取された野菜などの試料の ^{131}I 、 ^{134}Cs および ^{137}Cs 放射能濃度を測定した。 ^{131}I および ^{134}Cs と ^{137}Cs 放射能濃度の和である放射性セシウム濃度については各県のホームページ上で公開され、出荷規制対策などにも利用された。各県が公表したデータには農環研以外の分析機関の分析結果が含まれているが、今回、これまで公表されていなかった ^{134}Cs および ^{137}Cs 放射能濃度を含めて、農環研で分析した結果を公開する。

II 方法

野菜類などの試料56点は、2011年3月23日に農林水産省消費・安全局消費・安全政策課が各県に通知した「食品(農産物等)の採取・送付手順(マニュアル)」に従って採取・洗浄を行い、農環研に送付された。ハウレンソウを対象とした「食品(農産物等)の採取・送付手順(マ

ニュアル) ver.1」を付録1に示す。

農環研に持ち込まれた試料は、農林水産省消費・安全局消費・安全政策課が3月23日に通知した「分析機関における試料の前処理について」および「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」(厚生労働省, 2002)を参考として、農環研が農林水産省農林水産技術会議事務局技術政策課と協議し2011年3月23日に策定した「放射能(放射線)事故が起きた場合の作物体放射能濃度測定手順(暫定版)」に従って前処理を行い、マリネリ容器に充填した。その前処理方法は作物によって異なるが、例としてハウレンソウについて付録2に示す。

なお、洗浄は水道水の流水で行ったが、一時水道水中の ^{131}I 濃度が高くなったために、イオン交換水で洗浄を行うことがあった。測定時間は1,500~10,000秒で、作物の放射性物質濃度は ^{131}I 、 ^{134}Cs および ^{137}Cs 放射能濃度を生重1kg当たりのBq (Bq kg^{-1})で示した。

また、野菜類の採取地の住所などについては農環研には通知されていなかったため、厚生労働省がホームページ上で公表している分析結果と作物名(厚生労働省, 2011)を参照して、市町村名を推定した。また、農環研で分析した結果がすべて公表されてはならず、分析数値もわずかに分析値と公表値が異なるものがあったが、農環研で分析値としているデータを記載した。地域的・時間的な放射性物質濃度の変化や土壌の放射性物質濃度との比較を可能とするため、放射性物質濃度は2011年4月1日0:00時点の減衰補正を行ったものを表2に示した。

III 結果および考察

1) 採取時点の野菜類の放射性物質濃度

表1に、採取地点、採取日時、作物名、 ^{131}I 、 ^{134}Cs および ^{137}Cs の採取時点での放射能濃度と検出限界、 ^{134}Cs と ^{137}Cs 放射能濃度の和である放射性セシウム濃度を示す。放射能濃度は有効数字3桁または小数点以下1桁の値で表示する。放射性物質の測定値は検出限界よりも高いものがほとんどであったが、群馬県のトマトの1検体だけ ^{137}Cs 放射能濃度が検出限界未満であった。また、放射性物質濃度が高いと予測された場合は、測定時間を短くしたため、放射能濃度が高いと検出限界も高くなる傾

表1 福島第一原発事故直後の関東地方の野菜類の放射性物質濃度

No	県名	地点名	採取日	採取時刻	作物名	¹³¹ I		¹³⁴ Cs		¹³⁷ Cs		放射性セシウム (Bq kg ⁻¹)
						測定値 (Bq kg ⁻¹)	検出限界 (Bq kg ⁻¹)	測定値 (Bq kg ⁻¹)	検出限界 (Bq kg ⁻¹)	測定値 (Bq kg ⁻¹)	検出限界 (Bq kg ⁻¹)	
1	茨城	日立市	2011/3/18	19:35	ホウレンソウ (露地)	54100	4.4	990	1.6	941	2.1	1930
2	茨城	日立市	2011/3/18	19:35	ホウレンソウ (露地)	25200	2.0	565	1.0	540	1.1	1110
3	茨城	日立大宮市	2011/3/18	19:35	ホウレンソウ (露地)	19200	1.9	524	1.2	516	1.1	1040
4	茨城	日立大宮市	2011/3/18	19:35	ホウレンソウ (露地)	17800	1.7	449	9.4	459	10.4	908
5	茨城	那珂市	2011/3/18	17:25	ホウレンソウ (露地)	16100	2.2	467	1.1	444	1.3	911
6	茨城	那珂市	2011/3/18	17:25	ホウレンソウ (露地)	13500	1.4	484	8.7	482	8.7	966
7	茨城	鉾田市	2011/3/18	17:40	ホウレンソウ (露地)	7710	2.3	206	1.3	201	1.5	407
8	茨城	鉾田市	2011/3/18	17:40	ネギ (露地)	356	6.1	4.4	0.3	4.3	0.3	8.7
9	栃木	真岡市	2011/3/22	10:00	イチゴ (不明) 注)	59.5	0.8	3.6	0.5	3.7	0.6	7.3
10	栃木	栃木市	2011/3/22	10:00	イチゴ (不明)	68.7	0.8	6.7	0.6	6.3	0.7	13.0
11	栃木	高根沢町	2011/3/22	10:00	イチゴ (不明)	60.0	0.8	3.5	0.6	3.2	0.7	6.7
12	栃木	那須塩原町	2011/3/22	9:30	トマト (不明)	6.6	0.4	0.6	0.4	0.8	0.4	1.4
13	栃木	小山市	2011/3/22	10:30	トマト (不明)	16.0	0.6	2.5	0.4	2.5	0.6	5.0
14	栃木	上三川町	2011/3/22	10:30	トマト (不明)	15.0	0.5	1.8	0.3	1.5	0.5	3.3
15	栃木	鹿沼市	2011/3/22	11:00	ニラ (不明)	523	2.3	13.4	1.3	12.2	1.7	25.6
16	栃木	大田原市	2011/3/22	9:30	ニラ (不明)	331	2.3	34.7	1.8	32.8	1.8	67.5
17	栃木	栃木市	2011/3/22	10:00	ニラ (不明)	511	2.5	26.5	1.7	25.5	1.9	52.0
18	栃木	小山市	2011/3/24	9:30	キュウリ (不明)	32.7	0.7	11.2	0.6	11.4	0.6	22.6
19	栃木	下野市	2011/3/24	9:30	キュウリ (不明)	26.9	0.7	6.8	0.5	7.5	0.4	14.3
20	栃木	真岡市	2011/3/24	10:00	シュンギク (不明)	2080	5.3	73.8	2.9	74.4	2.6	148
21	栃木	さくら市	2011/3/24	9:30	シュンギク (不明)	4340	7.5	75.9	3.6	77.3	2.8	153
22	栃木	高根沢町	2011/3/24	10:00	アスパラガス (不明)	29.5	0.7	1.0	0.4	0.8	0.6	1.8
23	栃木	佐野市	2011/3/24	10:00	カキナ (不明)	1970	7.4	123	5.4	129	5.1	252
24	栃木	上三川町	2011/3/24	10:30	ホウレンソウ (不明)	5230	13.4	328	7.4	324	8.4	652
25	栃木	宇都宮市	2011/3/24	10:15	アスパラガス (不明)	25.2	0.7	1.1	0.6	0.9	0.6	2.0
26	栃木	小山市	2011/3/24	10:00	レタス (不明)	23.8	1.4	5.5	1.1	5.4	1.3	10.9
27	群馬	伊勢崎市	2011/3/19	10:30	ホウレンソウ (露地)	2630	9.0	159	5.2	151	6.2	310
28	群馬	伊勢崎市	2011/3/19	11:15	ホウレンソウ (露地)	2080	5.5	133	4.1	135	4.0	268
29	群馬	前橋市	2011/3/19	13:50	キャベツ (露地)	5.9	0.2	1.3	0.2	1.0	0.2	2.3
30	群馬	前橋市	2011/3/19	14:30	ネギ (露地)	40.0	0.4	5.5	0.3	5.7	0.4	11.2
31	群馬	高崎市	2011/3/19	10:05	カキナ (露地)	1910	6.8	278	5.7	277	5.7	555
32	群馬	太田市	2011/3/19	10:20	ネギ (露地)	81.1	0.9	5.9	0.7	5.4	0.8	11.3
33	群馬	昭和町	2011/3/19	9:00	キュウリ (施設)	19.2	0.5	1.5	0.4	1.6	0.5	3.0
34	群馬	板倉町	2011/3/19	9:00	キュウリ (施設)	57.5	0.8	3.3	0.7	3.8	0.7	7.1
35	群馬	太田市	2011/3/22	15:30	ホウレンソウ (施設)	973	4.0	57.4	2.7	56.1	2.4	114
36	群馬	沼田市	2011/3/22	13:45	ホウレンソウ (施設)	414	2.8	23.1	2.0	21.7	2.0	44.8
37	群馬	前橋市	2011/3/22	12:40	コマツナ (施設)	170	1.8	28.6	1.5	26.1	1.7	54.7
38	群馬	館林市	2011/3/22	14:30	シュンギク (施設)	1040	4.2	59.5	2.6	56.4	2.6	116
39	群馬	渋川市	2011/3/22	13:15	ニラ (施設)	54.3	1.5	6.0	1.1	7.3	1.1	13.3
40	群馬	甘楽町	2011/3/22	14:35	ニラ (施設)	150	1.6	9.2	1.0	9.6	1.0	18.8
41	群馬	伊勢崎市	2011/3/24	9:30	トマト (施設)	6.1	5.9	0.6	0.4	<0.4	0.4	<1.0
42	群馬	渋川市	2011/3/24	10:00	ミズナ (施設)	201	2.1	35.9	1.9	35.9	2.2	71.8
43	群馬	榛東村	2011/3/24	10:20	チンゲンサイ (施設)	39.3	1.1	6.4	0.9	6.2	1.1	12.5
44	群馬	高崎市	2011/3/24	10:00	イチゴ (施設)	28.4	0.4	1.3	0.3	1.3	0.4	2.6
45	群馬	伊勢崎市	2011/3/24	10:15	ホウレンソウ (露地)	1440	7.3	116	5.3	114	5.3	230
46	群馬	高崎市	2011/3/24	10:25	カキナ (露地)	872	5.2	75.1	3.9	73.5	3.4	149
47	群馬	みどり市	2011/3/25	10:00	ミニトマト (施設)	10.3	0.2	1.3	0.2	1.3	0.2	2.6
48	群馬	伊勢崎市	2011/3/25	10:10	ナス (施設)	7.9	0.5	1.8	0.4	1.5	0.6	3.3
49	群馬	藤岡市	2011/3/25	11:00	イチゴ (施設)	6.0	0.2	0.9	0.3	0.9	0.3	1.8
50	群馬	太田市	2011/3/25	9:30	スイカ (施設)	2.9	0.2	0.8	0.2	0.8	0.2	1.6
51	群馬	昭和村	2011/3/25	10:18	ホウレンソウ (施設)	639	2.6	81.4	2.4	80.8	2.6	162
52	群馬	昭和村	2011/3/25	10:45	アスパラガス (施設)	5.9	0.2	1.1	0.2	1.2	0.2	2.3
53	群馬	富岡市	2011/3/25	10:20	タラノメ (施設)	7.5	0.3	1.6	0.2	1.6	0.3	3.2
54	群馬	甘楽町	2011/3/25	10:04	ノザワナ (施設)	236	1.3	33.6	0.9	31.7	1.3	65.3
55	群馬	前橋市	2011/3/25	10:40	ミツバ (施設)	404	2.5	24.5	1.6	24.8	1.5	49.3
56	千葉	野田市	2011/3/20	11:45	ホウレンソウ (露地)	1410	4.5	96.5	3.8	99.2	3.5	196

注：栃木県の栽培形態は不明

表2 福島第一原発事故直後の関東地方の野菜類の減衰補正後の放射性物質濃度注1)

No	県名	地点名	作物名	採取日	採取時刻	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	放射性セシウム	¹³¹ I/ ¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs/ ¹³⁷ Cs
						Bq kg ⁻¹	Bq kg ⁻¹	Bq kg ⁻¹	Bq kg ⁻¹		
1	茨城	日立市	ハウレンソウ (露地)	2011/3/18	19:35	19000	989	940	1930	20.2	1.05
2	茨城	日立市	ハウレンソウ (露地)	2011/3/18	19:35	8830	564	540	1100	16.4	1.05
3	茨城	日立大宮市	ハウレンソウ (露地)	2011/3/18	19:35	6730	523	516	1040	13.0	1.02
4	茨城	日立大宮市	ハウレンソウ (露地)	2011/3/18	19:35	6240	448	459	907	13.6	0.98
5	茨城	那珂市	ハウレンソウ (露地)	2011/3/18	17:25	5580	466	444	910	12.6	1.05
6	茨城	那珂市	ハウレンソウ (露地)	2011/3/18	17:25	4680	483	482	965	9.7	1.00
7	茨城	鉾田市	ハウレンソウ (露地)	2011/3/18	17:40	2680	206	201	407	13.4	1.02
8	茨城	鉾田市	ネギ (露地)	2011/3/18	17:40	124	4.4	4.3	8.7	28.8	1.01
9	栃木	真岡市	イチゴ (不明) 注2)	2011/3/22	10:00	28.4	3.6	3.7	7.3	7.6	0.96
10	栃木	栃木市	イチゴ (不明)	2011/3/22	10:00	32.8	6.7	6.3	13.0	5.2	1.07
11	栃木	高根沢町	イチゴ (不明)	2011/3/22	10:00	28.6	3.5	3.2	6.7	8.8	1.08
12	栃木	那須塩原町	トマト (不明)	2011/3/22	9:30	3.1	0.6	0.7	1.4	4.2	0.81
13	栃木	小山市	トマト (不明)	2011/3/22	10:30	7.7	2.5	2.5	5.0	3.1	1.01
14	栃木	上三川町	トマト (不明)	2011/3/22	10:30	7.2	1.8	1.5	3.3	4.7	1.17
15	栃木	鹿沼市	ニラ (不明)	2011/3/22	11:00	250	13.4	12.2	25.6	20.5	1.10
16	栃木	大田原市	ニラ (不明)	2011/3/22	9:30	158	34.7	32.8	67.4	4.8	1.06
17	栃木	栃木市	ニラ (不明)	2011/3/22	10:00	244	26.5	25.5	52.0	9.6	1.04
18	栃木	小山市	キュウリ (不明)	2011/3/24	9:30	18.5	11.2	11.4	22.6	1.6	0.98
19	栃木	下野市	キュウリ (不明)	2011/3/24	9:30	15.3	6.8	7.5	14.3	2.0	0.90
20	栃木	真岡市	シュンギク (不明)	2011/3/24	10:00	1180	73.7	74.4	148	15.9	0.99
21	栃木	さくら市	シュンギク (不明)	2011/3/24	9:30	2460	75.8	77.3	153	31.8	0.98
22	栃木	高根沢町	アスパラガス (不明)	2011/3/24	10:00	16.7	1.0	0.8	1.8	20.4	1.17
23	栃木	佐野市	カキナ (不明)	2011/3/24	10:00	1120	123	129	252	8.7	0.95
24	栃木	上三川町	ハウレンソウ (不明)	2011/3/24	10:30	2980	328	324	651	9.2	1.01
25	栃木	宇都宮市	アスパラガス (不明)	2011/3/24	10:15	14.3	1.1	0.9	2.0	16.2	1.25
26	栃木	小山市	レタス (不明)	2011/3/24	10:00	13.5	5.5	5.4	10.8	2.5	1.02
27	群馬	伊勢崎市	ハウレンソウ (露地)	2011/3/19	10:30	973	159	151	310	6.4	1.05
28	群馬	伊勢崎市	ハウレンソウ (露地)	2011/3/19	11:15	769	133	135	268	5.7	0.98
29	群馬	前橋市	キャベツ (露地)	2011/3/19	13:50	2.2	1.3	1.0	2.3	2.2	1.27
30	群馬	前橋市	ネギ (露地)	2011/3/19	14:30	15.0	5.5	5.7	11.1	2.6	0.96
31	群馬	高崎市	カキナ (露地)	2011/3/19	10:05	704	278	277	554	2.5	1.00
32	群馬	太田市	ネギ (露地)	2011/3/19	10:20	29.9	5.8	5.4	11.2	5.6	1.09
33	群馬	昭和町	キュウリ (施設)	2011/3/19	9:00	7.0	1.5	1.6	3.0	4.5	0.93
34	群馬	板倉町	キュウリ (施設)	2011/3/19	9:00	21.1	3.3	3.8	7.1	5.5	0.86
35	群馬	太田市	ハウレンソウ (施設)	2011/3/22	15:30	474	57.3	56.1	114	8.5	1.02
36	群馬	沼田市	ハウレンソウ (施設)	2011/3/22	13:45	200	23.1	21.7	44.8	9.2	1.06
37	群馬	前橋市	コマツナ (施設)	2011/3/22	12:40	82.0	28.6	26.1	54.7	3.1	1.10
38	群馬	館林市	シュンギク (施設)	2011/3/22	14:30	505	59.4	56.4	116	9.0	1.05
39	群馬	渋川市	ニラ (施設)	2011/3/22	13:15	26.2	6.0	7.3	13.3	3.6	0.82
40	群馬	甘楽町	ニラ (施設)	2011/3/22	14:35	72.9	9.2	9.6	18.7	7.6	0.96
41	群馬	伊勢崎市	トマト (施設)	2011/3/24	9:30	3.4	0.6	<0.4	<1.0	不計算	不計算
42	群馬	渋川市	ミズナ (施設)	2011/3/24	10:00	114	35.9	35.9	71.7	3.2	1.00
43	群馬	榛東村	チンゲンサイ (施設)	2011/3/24	10:20	22.3	6.3	6.2	12.5	3.6	1.03
44	群馬	高崎市	イチゴ (施設)	2011/3/24	10:00	16.1	1.3	1.3	2.6	12.5	1.04
45	群馬	伊勢崎市	ハウレンソウ (露地)	2011/3/24	10:15	816	116	114	230	7.2	1.02
46	群馬	高崎市	カキナ (露地)	2011/3/24	10:25	494	75.0	73.5	149	6.7	1.02
47	群馬	みどり市	ミニトマト (施設)	2011/3/25	10:00	6.4	1.3	1.3	2.6	4.8	0.95
48	群馬	伊勢崎市	ナス (施設)	2011/3/25	10:10	4.9	1.8	1.5	3.3	3.2	1.17
49	群馬	藤岡市	イチゴ (施設)	2011/3/25	11:00	3.7	0.9	0.9	1.8	4.2	0.98
50	群馬	太田市	スイカ (施設)	2011/3/25	9:30	1.8	0.8	0.8	1.6	2.2	0.99
51	群馬	昭和村	ハウレンソウ (施設)	2011/3/25	10:18	395	81	81	162	4.9	1.01
52	群馬	昭和村	アスパラガス (施設)	2011/3/25	10:45	3.7	1.1	1.1	2.2	3.2	0.95
53	群馬	富岡市	タラノメ (施設)	2011/3/25	10:20	4.6	1.6	1.6	3.2	2.9	1.02
54	群馬	甘楽町	ノザワナ (施設)	2011/3/25	10:04	146	33.6	31.7	65.2	4.6	1.06
55	群馬	前橋市	ミツバ (施設)	2011/3/25	10:40	251	24.5	24.8	49.3	10.1	0.99
56	千葉	野田市	ハウレンソウ (露地)	2011/3/20	11:45	570	96.4	99.1	196	5.8	0.97

注1: 表1の放射性物質濃度を2011年4月1日0時に減衰補正した値

注2: 栃木県の栽培形態は不明

向があった。なお、農環研が分析を担当したのは比較的放射能濃度の高い作物であるため、関東地方全体の傾向を示すものではないことに注意する必要がある。

検出された ^{131}I 放射能濃度は3月25日に群馬県太田市の施設栽培のスイカの 2.9 Bq kg^{-1} から3月18日に茨城県日立市で採取された露地栽培のハウレンソウの 54100 Bq kg^{-1} まで幅広い範囲であった。 ^{134}Cs 放射能濃度は3月22日の栃木県那須塩原市と3月24日の群馬県伊勢崎市の施設トマトの 0.6 Bq kg^{-1} から3月18日の茨城県日立市の露地ハウレンソウの 990 Bq kg^{-1} 、 ^{137}Cs 放射能濃度は3月24日の群馬県伊勢崎市の施設トマトの 0.4 Bq kg^{-1} 未満から3月18日の茨城県日立市の露地ハウレンソウの 941 Bq kg^{-1} の範囲にあった。放射性セシウム濃度は3月24日採取の群馬県伊勢崎市の施設トマトの 1 Bq kg^{-1} 未満から3月18日の茨城県日立市の露地ハウレンソウの 1930 Bq kg^{-1} までであった。

出荷規制の対象となる ^{131}I 濃度の暫定規制値 2000 Bq kg^{-1} を超えたのは、3月18日採取の茨城県日立市、日立大宮市、那珂市、鉾田市の露地ハウレンソウ、3月24日の栃木県真岡市、さくら市のシュンギクと上三川町のハウレンソウおよび3月19日の群馬県伊勢崎市の露地ハウレンソウであった。放射性セシウムの暫定規制値 500 Bq kg^{-1} を超えたのは、3月18日採取の茨城県日立市、日立大宮市、那珂市の露地ハウレンソウ、3月24日の栃木県上三川町のハウレンソウおよび3月19日の群馬県高崎市の露地カキナであった。このように食品の放射性物質の暫定規制値を超えたものは、茨城県、栃木県および群馬県のハウレンソウ、シュンギクおよびカキナなどの葉菜類であった。

2) 減衰補正した野菜類の放射性物質濃度

これらの放射性物質濃度の野菜の種類、地域間差、時間変化および土壌の放射性物質濃度と比較するため、2011年4月1日現在の放射能濃度に補正した結果を表2に示す。 ^{131}I 放射能濃度が比較的高い 500 Bq kg^{-1} を、放射性セシウム濃度が 100 Bq kg^{-1} を超えたのは、茨城県、栃木県、群馬県、千葉県、のハウレンソウ、シュンギク、カキナであり、同じ葉菜類でもネギやニラ、レタスやキャベツは低い傾向があった。ネギやニラでは葉が立っていて、平面的な表面積がハウレンソウなどよりも小さく、単位重量当たりの放射性物質濃度が低くなったと考えられる。また、レタスやキャベツさらにはスイカでは放射性物質濃度の高い外葉や外皮を除去していることによると推定される。また、スイカ、トマト、イチゴ、

ナスおよびキュウリなどの果菜類の放射性物質濃度が低いのは、大気から沈着する際に、果実の平面的な面積が小さく単位面積当たりの重量が高いものほど、重量当たりの放射性物質量が少なくなるためと思われる。また、果菜類は放射性物質沈着時に換気を行った場合を除き、放射性物質が内部に侵入する確率が低くなる施設栽培が多いことや果実が葉の陰にあるため放射性物質が付着しにくいことも考えられる。さらに、果実と葉の表面構造が毛やワックスの有無などによって異なるため、放射性物質が付着しにくい、または水洗によって容易に洗脱されるなどの原因も推定される。

3月21日前後での放射性物質濃度の変化を、群馬県の同一市町村における露地のハウレンソウとカキナについて見ると、 ^{131}I 濃度は伊勢崎市の露地ハウレンソウは3月19日が 2630 Bq kg^{-1} と 2080 Bq kg^{-1} に対し、3月24日は 1440 Bq kg^{-1} 、高崎市の露地カキナでは3月19日が 1910 Bq kg^{-1} に対して、3月24日は 872 Bq kg^{-1} と大幅に低下していた。 ^{137}Cs 濃度では、伊勢崎市の露地ハウレンソウは3月19日が 151 Bq kg^{-1} と 135 Bq kg^{-1} に対し、3月24日は 114 Bq kg^{-1} 、高崎市の露地カキナでは3月19日が 277 Bq kg^{-1} に対して、3月24日は 73.5 Bq kg^{-1} とこれも低下していた。

茨城県つくば市の農環研圃場で栽培されたハウレンソウとコマツナの放射性物質濃度の連続分析結果を4月1日に補正したデータ（木方、未発表）によれば、洗浄済みのコマツナの ^{131}I 放射能濃度は3月19日までは 500 Bq kg^{-1} 程度で推移していたが、3月24日には 1340 Bq kg^{-1} まで上昇、その後緩やかに減少し、4月1日には 667 Bq kg^{-1} であった。 ^{137}Cs 放射能濃度は3月19日までは 25 Bq kg^{-1} 程度であったが、3月24日には 249 Bq kg^{-1} まで上昇、その後徐々に低下し、4月1日で 149 Bq kg^{-1} であった。このように、つくば市では3月21日の降雨に伴う放射性物質の沈着（木方ら、未発表）によって作物の放射性物質濃度の上昇が観測された。

野菜の放射性物質濃度は生長による希釈によって時間とともに減少するが、上記事例ほどの低下は考えにくい。また、群馬県の前橋市と高崎市のモニタリングポストの空間線量率は3月21日に上昇した（群馬県、2011；原研機構、2011）ことから、放射性物質の沈着が群馬県でもあったと思われる。このため、同じ市内であっても（同一の圃場かどうかは不明）地域的な偏差があったか、トンネル被覆の有無など栽培法に違いがあったと考えられる。

3) 野菜類の $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比

放射性物質の発生源や発生日時の指標となる $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比をハウレンソウについて見ると(表2)、3月18日の茨城県では9.7~20.2、3月24日の栃木県では9.2、3月19日の群馬県では5.7~6.4、3月22~25日では4.9~9.2と、茨城県で高い傾向が認められた。さらに、時間的な変化を見ると、群馬県伊勢崎市のハウレンソウは、3月19日が5.7~6.4に対して3月24日は7.2、群馬県高崎市のカキナでは、3月19日が2.5に対し、3月24日は6.7と上昇した。作物種間の差も大きく、栃木県の3月24日ではキュウリの1.6からシュンギクの31.8まで、群馬県の3月25日ではスイカの2.2からミツバの10.1まであった。

茨城県つくば市の農環研のコマツナの4月1日補正の $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比は3月19日までは25程度であったが、3月22日以降は急速に低下し5程度で推移していた(木方ら, 未発表)。茨城県に3月21日に沈着した放射性物質の $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比がそれまでよりも低かったためと考えられる。また、2011年3月25日~4月2日に採取した土壌の4月1日補正の $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比の県別平均値は、茨城県が6.10、栃木県が2.94、群馬県が2.11、千葉県が4.03と地域的な違いが認められた(木方ら, 2015)。

以上の結果から、茨城県や千葉県では3月20日以前は $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比の高い放射性物質が沈着したが、3月21日は $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比の低い放射性物質が降下した。しかし、栃木県や群馬県では3月21日前後とも比較的 $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比の低い放射性物質が沈着し、大きな変化が起こらなかった可能性がある。これについては、他の分析機関が行った福島県の内陸部と海岸部や茨城県の3月21日以降の野菜類の ^{131}I 、 ^{134}Cs および ^{137}Cs 放射能濃度分析値の補正データなどを入手して検証する必要がある。

4) 野菜類の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比

$^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比は0.82~1.25の範囲にあった。地域によって土壌中の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比が異なるとの報告もある(小森ら, 2013)が、測定した限りでは関東地方の野菜の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比に地域的な傾向は認められなかった。また、原子炉から放出された放射性物質の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比は0.89~1.04との報告があり、それからはずれているのは ^{137}Cs 放射能濃度が 10 Bq kg^{-1} 未満のものであり、低濃度のもものでは測定誤差が大きいためと考えられた。このことから、 ^{134}Cs

および ^{137}Cs が低濃度の試料では測定時間を十分にとって、測定精度の向上を図った上で考察を行うことが必要である。

以上の結果、作物の放射性物質濃度または組成は、地域、時期、作物種および栽培法によって大きく異なることが示唆された。

摘 要

(独) 農業環境技術研究所(農環研)では農林水産省や県からの要請を受け、茨城県、栃木県、群馬県および千葉県において、福島第一原発事故直後の3月18日から3月25日にかけて採取された野菜などの試料56点の ^{131}I 、 ^{134}Cs および ^{137}Cs 放射能濃度を測定した。その結果は各機関に報告され、 ^{131}I および放射性セシウム濃度については各県のホームページ上で公開されるとともに、各県の出荷停止指示の根拠となった。今回、これまで公表されていなかった ^{134}Cs と ^{137}Cs 放射能濃度を含めて、農環研で分析した結果を報告した。

^{131}I 濃度が出荷規制の対象となる暫定規制値 2000 Bq kg^{-1} を超えたのは、3月18日採取の茨城県日立市、日立大宮市、那珂市、銚田市の露地ハウレンソウ、3月24日の栃木県真岡市、さくら市のシュンギクと上三川町のハウレンソウおよび3月19日の群馬県伊勢崎市の露地ハウレンソウなど13点であった。放射性セシウムの暫定規制値 500 Bq kg^{-1} を超えたのは、3月18日採取の茨城県日立市、日立大宮市、那珂市の露地ハウレンソウ、3月24日の栃木県上三川町のハウレンソウおよび3月19日の群馬県高崎市の露地カキナの8点であった。このように食品の放射性物質の暫定規制値を超えたのは、茨城県、栃木県および群馬県のハウレンソウ、シュンギクおよびカキナなどの葉菜類であった。

また、放射性物質の発生源や発生日時の指標となる $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比をハウレンソウについて見ると、3月18日の茨城県では9.7~20.2、3月24日の栃木県では9.2、3月19日の群馬県では5.7~6.4、3月22~25日では4.9~9.2と、茨城県で高い傾向が認められた。しかし、作物種間または市町村間の差も大きく、栃木県の3月24日ではキュウリの1.6からシュンギクの31.8まで、群馬県の3月25日ではスイカの2.2からミツバの10.1まであった。

以上のように、野菜の放射性物質濃度または組成は、地域、時期、作物種および栽培法によって大きく異なる

ことが示唆された。

引用文献

- 1) 群馬県 (2011) <http://www.pref.gunma.jp/05/e0900020.html> (2015年1月6日)
- 2) 木方展治・大瀬健嗣・谷山一郎 (2015): つくば市において観測された東京電力福島第一原発事故直後のから1年間の葉菜、土壌および降水中の放射性物質濃度の推移, 農環研報, 34, 1-9
- 3) 小森昌史・小豆川勝見・野川憲夫・松尾基之 (2013): ^{134}Cs / ^{137}Cs 放射能比を指標とした福島第一原子力発電所事故に由来する放射性核種の放出原子炉別汚染評価, 分析化学, **62**, 475-483
- 4) 厚生労働省 (2011): http://www.maff.go.jp/noutiku_eikyo/news23_3.html (2015年1月6日)
- 5) 厚生労働省 (2014): http://www.maff.go.jp/noutiku_eikyo/mhlw6.html (2015年1月6日)
- 6) 厚生労働省医薬局食品保健部監視安全課 (2002): 緊急時における食品の放射能測定マニュアル, p1-39
- 7) 日本原子力研究開発機構 (2011) <http://seisai-kan.cocolog-nifty.com/blog/files/moniter110321.pdf> (2015年1月6日)

付録1

平成23年3月18日

食品（農産物等）の採取・送付手順 （マニュアル）ver.1

サンプリング地点は別途指示する。

1. 持参する用具

- ① 試料の前処理に必要なもの
 - ・ 試料等を洗浄するための水（ポリタンク1個分 20L）
 - ・ 可食部でない根等を除去するためのハサミ等
 - ・ 試料の重さ測定用の“はかり”
（2kg以上の重量を測定可能なもの。）
 - ・ “はかり”全体が入る大きさの透明なビニール袋：必要数（サンプリング1地点につき2袋以上）
 - ・ ティッシュペーパー
- ② 試料の密封に必要なもの
 - ・ 採取対象とする農産物が2kg以上入る大きさの透明なビニール袋：必要数以上（1試料当たり保存試料用含め4袋使用）
 - ・ ガムテープ
- ③ 記録に必要なもの
 - ・ 野帳関係（市販ノート及び通常の筆記用具）
 - ・ 油性サインペン（黒、赤）
 - ・ デジタルカメラ

2. 農地からの農産物の採取方法

(1) 統一的サンプル番号の付与

- ① 採取試料には以下の様式1により一連のサンプル番号を設定し、採取時に付与し、包装したサンプルの袋（以下（5）③を参照）に油性サインペン（黒）で大きめの文字で記載する。

<様式1>

都道府県名一地点記号（別途指定する）－連番（1から順番。複数日にわたり試料採取する場合は前の日の番号の次から開始）－年月日（西暦年／月／日）－時刻（24時表記。梱包終了時の時刻－農産物名

【例】

〇〇県－A－1－2011／03／17－12:00－ハウレンソウ

- ② サンプル番号に加え、農産物の採取地の住所、サンプリングを行った職員の氏名を野帳に記録する。表計算ソフト（エクセル）を用い別添ファイル（様式2）によりデータを入力する。（※データ入力には農産物を分析機関に届けたあと、帰庁後に入力してもよい。）

(2) サンプルの採取周辺環境の記録

① 放射線レベルの予備測定（P）

サンプリングに当たっては、可能であれば放射線検出器を携行し、サンプリングする場所のガンマ線のレベルを記録（例えば、地上1メートル地点の大気のガンマ線のレベル）するとともに、試料のガンマ線レベルを予備測定することが望まれる。

※放射線検出器の準備について調整が必要であるため、放射線検出器の準備ができるまでは、本手順を抜かしてよい。

万一、農産物の予備測定の結果、放射線検出器の表示が2500 cps以上であった場合、サンプル採取を中止し、直ちに現場から避難するとともに本省に報告する。

<参考>（計算値）

$1\text{cps} = 0.0000002 \text{ マイクロシーベルト} / \text{cm}^3$

$25,000,000\text{cps} = 5 \text{ マイクロシーベルト} / \text{秒} = 18 \text{ ミリシーベルト} / \text{時間}$

X線CTによる撮像1回は7～20 ミリシーベルト

一般職国家公務員が1日あたり浴びてよい上限250 ミリシーベルト／時

② 写真撮影

デジタルカメラを用い、①圃場全景（圃場の周囲の地形や山や林等の環境が分かるよう東西南北4方向）、②農産物の生育状態（農産物が数株並んでいる様子が分かるよう、上から撮影したものと横から撮影したものの合計2点）を撮影する。写真のデータファイルはサンプル番号と関連付けて農政事務所で保存する。

(3) 農産物の採取

① 圃場内での採取地点

ア 圃場内1か所から農産物を採取する。その際、圃場の端から最低2メートル以上内側から採取する。また、一番端の列（うね）からは採取しない。

- イ) 野帳に手書きで良いので圃場の図を書き、どの地点から採取したか正確な採取ポイントを記録する。
- ウ) 帰庁後、デジタルカメラで撮影した圃場の写真を印刷し、矢印を手書きで付して場所を記録する。

② 採取量

分析に供する試料は、通常の農産物の出荷時と同程度になるように洗浄し、非可食部を除去するので、分析に供する可食部の生重量が合計4kg以上になると思われる量を採取する。

注意：この段階では、土壌による“はかり”の汚染を避けるため、“はかり”を使用しない。

(4) 試料の前処理

採取した農産物について、産地から通常出荷される条件と同様の前処理を行う。具体的には以下のとおり。なお、洗浄及び非可食部の除去は、可能であれば圃場内で行う。

① ホウレンソウの場合

圃場から引き抜いた後、市販のホウレンソウと同様に赤色根部分を残し、ひげ根部分は包丁で切断する。変質した葉が存在する場合は除去する。

通常の収穫時と同様に葉の洗浄は行わないが、根先を切断した状態において、通常出荷不可能なほど明らかに赤色根部分に土が付着している場合は、赤色根部分のみ水で洗浄した後、よく水気を切る。

(5) 試料の梱包

- ① ビニール袋を2袋用意し、このうち1袋に採取後(4)で前処理した農産物のうち2kg以上を入れる。袋が大きくふくらまないよう空気を除き、袋の口を3回折り曲げた後、ガムテープで密封する。これを2個目のビニール袋に入れ、同様の方法により梱包することにより、2重に密閉する。

注意1：この段階では“はかり”の使用可。“はかり”を丸ごと透明なビニール袋（持ち物として1. ①に記載）に入れ、“はかり”が直接農産物や土壌に触れないようにする。1採取地点で使用した後のビニール袋は、別のビニール袋に入れ廃棄する。

注意2：使用後の“はかり”について、覆ったビ

ニール袋に穴があいていた場合などは、濡らしたティッシュペーパーで上面を3回以上拭きとる（バネはかりの場合はこの操作は不要）。

- ② 上記①と同様の手順で、(4)で前処理した農産物2kgを別に梱包する。

※上記①、②の手順により、同一地点で採取された農産物について、同じ梱包形態の試料が2点作成されることになる。このうち1つを分析試料、1つを保存試料とする。

- ③ 分析試料及び保存試料のビニール袋に、油性サインペン（黒）を用い（1）に基づき同一の試料番号を記入する。さらに、保存試料には、油性サインペン（赤）で「保存試料」と記入する。

- ④ 放射線検出器による予備測定結果の取り扱い（P）

(6) 試料の送付

包装された試料（分析用試料及び保存試料の両方）を段ボール箱に入れ、指定された分析機関に責任を持って搬送する。

<注>

ガソリンの供給等の問題があることから、本省が指示する期間について、地方農政事務所は（独）農業環境技術研究所に搬送する。

（独）農業環境技術研究所は、シンチレーションサーベイメータで予備測定し、ガンマ線レベルが高いもの上位8検体を分析、残りを分析機関に搬送する。

- (7) データファイルの送付
略

(8) 農産物を採取する者の注意事項

① 交差汚染の防止

別の圃場で採取した農産物を汚染することがないよう、以下の点に留意する。

ア) 靴底についた圃場の土壌を他の場所に持ち込まないように、当該圃場で良く土を落とす（必要に応じて靴底を水で洗浄する）。

イ) 素手で農産物を取り扱った場合は、石鹸を使い、以下の方法で2度洗う。

- ・石鹼を泡立て、手首から上を優しく（ゴシゴシ強くこすらないで）水で洗い流した後、再び石鹼を泡立て今度は良く水洗する。

② 暴露の防止

土壌・食品に付着した放射性物質の吸引・皮膚への付着を避ける観点から、可能であれば、使い捨てのゴム手袋、マスクを使用することが望ましい。

(10) マニュアルの内容についての問い合わせ 略

付録2

放射能（放射線）事故が起きた場合の作物 体放射能濃度測定手順（暫定版）

1. ホウレンソウ

- ① アイソトープ別棟玄関で、ゴム製もしくはプラスチック製手袋および作業衣を着用し、ポリエチレン製袋の外からGMサーベイメータでおおよその検査をする。3,000 cpmを越えた試料は、アイソトープ別棟が汚染される恐れがあるので持ち込まない。
- ② 布製もしくはプラスチック製手袋および実験衣を着用する。試料の変質葉を除去し、ザルに広げ、流水で約10秒間洗浄した後、ザルを振とうして水滴がほとんど落ちなくなるまで水を切る。基部約2cmを除去し、包丁やはさみ等を用いて、マリネリ容器に入れる場合は10×20mm程度、V型容器の場合は5×10mm程度に裁断を行う。
- ③ 試料の混合を行なう。

マリネリ容器の場合

- ④ 2Lまたは0.7L容のマリネリ容器に標線まで試料を密に詰め、重量を測定する。2L容器では生重として500g程度が充てんの目安となる。
- ⑤ マリネリ容器をゲルマニウム半導体検出器の検出部に搭載する。
- ⑥ 試料の放射能濃度や機械の検出効率にもよるが、1,500秒以上をかけて放射能測定（I-131、Cs-137、Cs-134等）を行う。

V型容器の場合

- ④ 丸形容器にふたが膨らまない程度に試料を密に詰め、重量を測定する。生重として30g程度以上が充てんの目安となる。
- ⑤ シーラーで厚さ0.03mmのポリエチレン製袋に封入し、試料を封入したスチロール製容器の底面中央が、検出器中央に重なるようにして、ゲルマニウム半導体検出器に密着させる。
- ⑥ 試料の放射能濃度や機械の検出効率にもよるが、5,000秒以上をかけて放射能測定（I-131、Cs-137、Cs-134等）を行う。
- ⑦ 測定が終了した試料はポリエチレン製袋に入れ、密封して冷蔵庫に保存する。試料が不要の場合は、

廃棄物として処分する。

- ⑧ 核種の同定および放射能濃度の計算を行い、
Bq/kg（生重）で表示する。
- ⑨ RI主任者は計算結果の提出を受け、データ整理を
行い、拡大アイソトープ部会でデータを確認する。