

UNSCEAR 2020 年報告書で大幅に減った「経口摂取」甲状腺被曝を検証する

白石 草

しらいし はじめ
OurPlanet-TV

「原子放射線の影響に関する国連科学委員会」(UNSCEAR)は2021年3月9日、東京電力福島第一原子力発電所事故(以下「福島原発事故」)の影響に関する報告書¹(以下「2020年報告書」)を公表した。同報告書は、UNSCEARが2013年刊行した報告書²(以下「2013年報告書」)をアップデートしたもので、「2013年報告書」に比べ、公衆の被曝線量推計値が大幅に減少しているのが特徴である。中でも、食品からの被曝線量は過剰だったとして、「2013年報告書」では福島県内で一律に32.79 mGyだった経口摂取にともなう乳幼児(1歳)の甲状腺被曝は、1から数mGy程度と大幅に減っている。「時間の経過とともにより多くの知見が利用可能」となったというが、食品からの「経口摂取」による被曝は本当に少なかったのか。福島県や原子力規制庁をはじめとする行政機関から入手した、1万5000枚にのぼる事故初期の放射性計測データや会議録と独自の取材をもとに、検証を試みた。

1 大きく変わった「2020年報告書」の被曝評価

原発事故10年の集大成となる「2020年報告書」は、「東電福島事故後の10年：放射線関連のがん発生率上昇はみられないと予測される」と題するプレスリリースを打ったとおりに³、被曝による健康影響は考えにくいとの評価を強調した内容となっている。とりわけ世論を二つに割る議論となっている甲状腺がんをめぐる多くの紙幅を割き、被曝との因果関係を否定した。

その甲状腺がんの原因とされるのが、I-131や

Cs-137、Cs-134などによる甲状腺への被曝だ。「2020年報告書」では、被曝線量の再構築を行った環境省の委託研究など「新たな知見」をもとに、「2013年報告書」の被曝評価を大幅に見直した。

たとえば、「2013年報告書」では83 mGyだった浪江町の乳幼児の事故1年目の甲状腺平均吸収線量は、「2020年報告書」では13 mGyと6分の1に減少した。同様に、「2013年報告書」では82 mGyだった楡葉町から田村市に避難した乳幼児や、56 mGyだった飯館村から福島市に避難した乳幼児はシナリオが変わり、楡葉町からいわき市に避難した乳幼児が11.1 mGy、飯館村に長く留まっていた乳幼児が16 mGyと、やはり大幅に減少している。

最も多くの放射性物質が放出した3月15日夜、放射性プルームは北西方向に流れ、浪江町の津島地区や飯館村にも到達したが、「2020年報告書」では、これら地域ですでに多くの子どもが自主的避難していたため、3月15日以降のプルームに晒された子どもはごく一部だとして大幅減となった。

また、避難所が外気を取り入れない高い遮蔽効果があったとして、「2013年報告書」に比べ、吸入による被曝線量を約2分の1に評価したほか、日本人はヨウ素の豊富な食事をしているため、放射性ヨウ素の取り込みをブロックできたとして、被曝線量全体もさらに約半分に減じている。これらは本誌2021年6月号の榊原論文がすでに指摘したところだ。

一方、地上に堆積した放射性核種からの外部線量は、数十%程度上方修正されている。このほか、

3月12日14時頃の1号機ベントと、15時36分の1号機水素爆発によって放出された放射性ブルームが、原発北部の太平洋沿岸部に流れていたとして、南相馬市や伊達市、福島市、桑折町、相馬市の被曝線量は相対的に上がった。小高区から新宿区に避難した乳幼児は約20～30 mGy。避難せず南相馬市に留まった乳幼児は約21 mGyと浪江町や飯館村を上回っている。

このように、「2013年報告書」とは大きく評価が変わった「2020年報告書」だが、最大の違いは実は経口摂取の扱いだ。「2013年報告書」で一律に32.79 mGyだった経口摂取は、「2020年報告書」で1.1 mGyから多くて数 mGyとなった。前述した南相馬市でみると、「2013年報告書」では、放射線ブルームによる外部被曝が0 mGy(0%)、土壌からの外部被曝が2.41 mGy(6.1%)、放射線ブルームによる内部被曝が4.14 mGy(10.5%)、飲料水や食品からの内部被曝は32.7 mGy(83.1%)だった乳幼児(1歳)の甲状腺吸収線量が、「2020年報告書」では、外部被曝と吸入による内部被曝で21 mGy、経口摂取による被曝線量はわずか1.1 mGy(5%)と、摂取経路の内訳がまったく異なっている。

2

「経口摂取」の甲状腺被曝はなぜ減ったのか

ではなぜ、これほどまでに食品と飲料水の摂取による推定線量が減ったのか。

「2013年報告書」で一律32.79 mGyと評価されていた経口摂取による乳幼児甲状腺被曝線量は、事故後1年間に実施された食品検査の結果をもとに推計されていた。しかし「2020年報告書」は、この数値について、当時の食品検査は汚染されているものを中心に計測されていたため、過大評価になっていると批判。実際に流通している食品を収集して行う「マーケットバスケット調査」と一般家庭で調理された食事を収集して行う「陰膳調査」による研究をもとに被曝線量を見直した。その結果、食品と飲料水を通じた被曝は最低で

10分の1以下の大幅減になったという。

その根拠となっているのが、4本の論文だ。うち2本は飲料水に関するもので、いずれも環境省の委託研究「事故初期の住民内部被ばく線量評価の精緻化に関する包括研究」の一環として、三菱総合研究所(三菱総研)の研究員らがまとめたものだ。2017年に書かれた論文⁴は、大気拡散・沈着シミュレーションをもとに水道水のI-131濃度を推定したもので、避難地域の乳幼児(1歳)の甲状腺等価線量の最大値は22 mSv、非避難地域では9.5 mSvだったと推計している。また2020年の論文⁵は、大気拡散・沈着シミュレーションとWebアンケート調査をもとに水道水からの内部被曝線量評価を行い、12の避難自治体の1歳児の平均甲状腺線量推定値は0.4～16.2 mSvだったと推定した。

残り2本は、主に食品の流通実態に関する論文で、2014年に発表された論文⁶は、マーケットバスケット方式と陰膳検査を用いて飲料水や食品摂取に起因する被曝線量を調査したもの。2017年の論文⁷は、やはり環境省の委託研究として三菱総研の研究員が執筆したもので、事故後の物流状況について調査を実施。事故後の避難者が摂取した食品の多くは備蓄品や被災地外からの支援物資であり、野菜の出荷制限や水道水の摂取制限、流通施設の被災などによって、I-131で汚染された食品が一般に広く流通した可能性は低いと結論づけている。

三菱総研の研究員が執筆した3本はいずれも、環境省の委託研究で主任研究者を務めている鈴木元・国際医療福祉大学クリニック院長が共同著者に名を連ねている。鈴木氏は2017年10月23日に開催された第28回福島県「県民健康調査」検討委員会で、「住民の線量評価に関する包括研究」について約45分にわたって説明しているが、その際、指摘した内容が3本の論文に結実し、最終的には「2020年報告書」の中に盛り込まれたと言える。

遅れた飲食物のモニタリング

では、実際はどうだったのか。まず、事故後の食品中の放射性物質汚染レベルについて検証する。

原子力安全委員会が定めた「環境放射線モニタリング指針」⁸によれば、原子力緊急事態が発生すると、即座に緊急モニタリングを実施することになっていた。その項目は、空間放射線量率のほか、大気中の放射性物質濃度、環境試料(飲料水、葉菜、原乳、雨水)の放射性物質濃度と積算線量測定とされ、実際、福島県の緊急時環境放射線モニタリングマニュアルでも、県が主体となり、大熊町にある原子力センターにモニタリング要員が集まって、サンプリング、分析が行われることとなっていた。

しかし、政府が避難指示の範囲を半径 20 km 圏内に拡大した 3 月 12 日午後 6 時 25 分の時点で原子力センターにいたのは、もともとと職員と国の職員数名のみで、可搬型のモニタリングを設置するにとどまっていた⁹。県のモニタリング要員 20 人がセンターに到着したのは、同日の昼過ぎ。その日は、大気浮遊塵のモニタリングのみを計 3 回実施した。

県の防災計画によれば、緊急モニタリング班の中には、原乳、飲料水、葉菜、雨水の環境試料を採取する「環境採取チーム」があり、緊急時モニタリングの第一段階から環境試料を採取することになっていた。しかし、原子力センター周辺が停電していたため、水道水の採取はできず、葉菜類、原乳のモニタリングは実施しなかった。周辺住民にはすでに避難指示が出ていたため、福島県原子力安全対策課の片寄久巳主幹(当時)は、原発周辺で野菜類を食べている住民はそれほどいないと判断。「空間線量及びダストのサンプリングを行ってほしい。ただし、可能であれば環境試料も集めてきてほしい。」と指示した¹⁰。原子力センターには、12 日の時点で、すでにいくつかの試料が持ち込まれていたが、使用できたゲルマニウム半導体検出器は同センターに 2 台しかなかったこ

とから、ダストサンプリングを優先し、環境試料の分析は実施しなかったという。

事故当時、福島県に整備されていたゲルマニウム半導体検出器は大熊町の原子力センターに 4 台、福島市の同センター福島支所に 2 台あったが、大熊町の 2 台は、地震発生後に使用できなくなっていた。

環境試料について、計測の必要性が認識されるようになったのは、事故から 4 日が経過した 15 日になってからだ。15 日には、中通りでも放射性物質が検出されるようになってきたことから、原子力センターは同日夕方、環境中のどの範囲に放射性物質が広がっているのかを把握するため、原発から 30 km の地点で、雑草、雨水を採取した¹¹。その結果、午後 5 時に採取した雑草から I-131 が 1 万 3500 Bq/kg、Cs-134 と Cs-137 が計 2 万 9850 Bq/kg 検出されたほか、午後 6 時 30 分に採取した雨水からは I-131 が 10 万 3000 Bq/kg、Cs-134 と Cs-137 が計 1 万 6525 Bq/kg 検出された。同日午後 7 時半、福島市の空間線量は 24 μ Sv/h に達した。

4

暫定規制値の設定

食品の対応について政府内での議論が本格化したのはこの頃だ。福島県内の雑草から高い濃度の放射性物質が検出されたことを受け、厚生労働省(厚労省)と農林水産省(農水省)ではそれぞれ、食品についての対策が必要と認識しはじめた。

だが、厚労省と農水省の認識は一致していなかった。厚労省は当初、放射性物質に汚染された食品の検査や出荷制限は、厚労省ではなく、原子力災害対策特別措置法の体系の中で行われることが適切だと考えていたのである¹²。一方、農水省は大気中の放射線量の高さから、食品衛生法にもとづく暫定規制値が必要だと考えていた。翌 16 日の原子力災害対策本部会合で、農水大臣が厚労省に対し、同省が所管する食品衛生法上の規制を設定するよう強く要望。厚労省は急遽、放射性物質に汚染された飲食物を担当することとなった。

表 1—「原子力防災指針」の「飲食物摂取制限に関する指標」と「暫定規制値」(単位: Bq/kg)

対象	飲食物摂取制限に関する指標		暫定規制値	
	放射性ヨウ素	放射性セシウム	放射性ヨウ素	放射性セシウム
飲料水	300	200	300	200
牛乳・乳製品	300	200	300*	200
野菜類	2000	500	2000	500
穀物	—	500	—	500
肉・卵・魚・その他	—	500	2000	500

*「100 Bq/kg を超えるものは、乳児用調製粉乳及び直接飲用に供する乳に使用しないよう指導すること。」と注記。

とはいえ当時、国内には、放射性物質に汚染された飲食物の出荷を制限するための基準が存在しなかった¹³。そこで、厚労省では政務三役も大臣室に詰めて規制の相談を開始。16日から17日明け方にかけて、原子力安全委員会の定めた「原子力防災指針」の中にある「飲食物摂取制限に関する指標(以下「指標」)」¹⁴、コーデックス委員会の国際基準、輸入食品に関するチェルノブイリ原発事故に伴う暫定規制値の3つを比較。検討を重ねた結果、事故を想定した「指標」には、都道府県の体制や検査マニュアルも存在することから、混乱を最小限に抑えることができると判断し、同「指標」を活用することを決定した。

ただし同省は、チェルノブイリ原発事故後、放射性ヨウ素による小児の甲状腺に影響を及ぼしたことを考慮して、ヨウ素についてのみ数値が妥当か検討した。放射性ヨウ素の値は、「指標」が甲状腺等価線量 50 mSv/年を基準にしていたのに対し、コーデックス規格 94 は 1 mSv/年を基準にしていた。同省は保守的なコーデックス規格の採用を決め、乳幼児に与える牛乳や乳製品、粉ミルクについては、100 Bq/kg を超えないよう設定した(表 1)。

このように、夜を徹して検討された暫定的な規制値(以下「暫定規制値」)は、17日午後1時30分、「放射能汚染された食品の取り扱いについて」¹⁵との文書で都道府県知事宛てに発出された。出荷制限の法的根拠とされたのは、「食品衛生法第6条第2号」¹⁶である。検査にあたっては、2002(平成14)年5月9日付け事務連絡「緊急時における食品の放射能測定マニュアルの送付について」を参

照し、実施するよう付記された。

5 検査と出荷制限

暫定規制値の設定を受けて、農水省は自治体の検査の支援に動いた。検査費用を 100% 負担することにしたほか、サンプリングをスムーズに実施できるよう試料の買い上げ費用も負担することとした。だが、各県ともサンプリングに手間取った¹⁷。風評被害を恐れた市町村との調整がうまくいかなかったためだ。

こうした中でも、いち早くサンプリングの採取を行い、結果を公表したのが茨城県だった。通知を発出した翌日の3月18日にはサンプル採取を開始。県の環境放射線監視センターで分析し、19日に結果を公表した。

その結果、採取したホウレンソウすべてから、暫定規制値を超える I-131 が検出された。その数字は、高萩市で 1 万 5020 Bq/kg、日立市は 1 万 4500 Bq/kg、常陸太田市では 8830 Bq/kg、大子町 6100 Bq/kg、東海村 9840 Bq/kg、ひたちなか市で 8420 Bq/kg と、放射性ヨウ素の暫定規制値の 4 倍から 8 倍を記録した。また、高萩市のホウレンソウからは、放射性セシウムも基準値超えの 524 Bq/kg を記録した¹⁸。

茨城県とほぼ同時期に、福島県内の原乳の放射線量のデータも入ってきた。川俣町で採取された原乳から検出された I-131 は、16日の採取分が 1190 Bq/kg、17日 が 1510 Bq/kg、18日 が 920 Bq/kg と、いずれも暫定規制値を大幅に超えていた¹⁹。

これを受け、枝野幸男官房長官(当時)は午後の記者会見で、茨城県産のハウレンソウと福島県産の原乳から暫定規制値を上回る放射能を検出したことを公表。「直ちに健康に影響する数値ではない」と冷静な対応を求めた。

このデータが入ってきた19日は、土曜日だった。春分の日にあたる21日の月曜日までは三連休となる。しかし連休中も、暫定規制値を超える食品のデータが続々入ってきた。

まず原乳では、福島県いわき市で19日に採取された原乳から980 Bq/kgのI-131が検出されたほか、国見町の原乳から1400 Bq/kg、新地町では370 Bq/kgのI-131が検出された。飯舘村に至っては暫定規制値の17倍に当たる5200 Bq/kg²⁰という高いI-131が計測された。野菜では、18日に採取した北茨城市のハウレンソウから放射性ヨウ素が2万4000 Bq/kg、放射性セシウムが690 Bq/kg検出された²¹。

20日には、群馬県と栃木県のデータも入ってきた。19日採取した伊勢崎市のハウレンソウでI-131が暫定規制値を超える2630 Bq/kgだったほか、高崎市のカキナでI-131が1910 Bq/kg、放射性セシウムが555 Bq/kgだった。隣の栃木県では、同じく19日採取した宇都宮市のハウレンソウから3500 Bq/kg、上三川町では4600 Bq/kg、下野市で3900 Bq/kg、壬生町では5700 Bq/kgのI-131が計測された。

一方東京都と長野県からは、市場に流通している食品のデータが入ってきた。東京都は19日、築地市場で入荷した青果物の検査を実施。千葉県旭市の春菊から暫定規制値を超える4300 Bq/kgのI-131を検出した²²。また長野県でも21日、青果卸売市場に入荷したハウス栽培による茨城県産のハウレンソウを調べたところ、暫定規制値を超える4100 Bq/kgのI-131が計測された²³。

また暫定規制値を超えていないものの、埼玉県と神奈川県データのデータもこの頃、厚労省に届いている。これによると、埼玉県熊谷市のハウレンソウからI-131が1900 Bq/kg²⁴、原発から300 km以上離れている神奈川県海老名市のハウレンソウか

らも1700 Bq/kg²⁵のI-131が検出された。

幅広い地域に汚染が広がる中、厚労省と農水省は、どのように出荷制限を出すか検討を重ねていた。というのも、食品衛生法は処分対象の範囲に限界があり、広域の出荷制限にはなじまない。そこで、まず食品衛生法で検査を実施した上で、暫定規制値を超えた品目については、同じ条件で生産された食品の廃棄を依頼。同時に原子力災害対策特別措置法にもとづいて、知事に対し、一定地域の出荷制限を指示する方針を固めた²⁶。そして、連休明けの22日に市場が混乱しないよう、前日の21日、福島県、茨城県、栃木県、群馬県のハウレンソウおよびカキナと福島県内の原乳の出荷制限を指示した²⁷。

また22日には、福島県で幅広い種類の野菜から暫定規制値を超える放射性物質が検出されたことから、厚労省は23日、福島県内のハウレンソウ、小松菜など非結球性葉菜類と、ブロッコリー、カリフラワーなどの結球性葉菜類を出荷制限に追加した。また茨城県産の原乳およびパセリも追加した²⁸。

6

公表されなかったデータ

検査の経過を見てきた通り、最初に公表された野菜のデータは茨城県のものだった。福島県のデータは原乳に限られ、野菜のデータが公式に公表されたのは、22日になってからだ。だが実際には、計測したものの、公表されてこなかったデータが存在していた。福島県が18日から19日午前にかけて県内各地で採取された野菜のデータだ。

県内34市町村の農家から集められた37検体の野菜は、19日正午に県の農業総合センターに集められ、千葉市稲毛区の公益財団法人日本分析センターに送付。翌20日12時45分、県に結果が届いた(表2)。

それによると、飯舘村の牧草からは80万 Bq/kgを超える法外な放射性I-131が計測されたほか、福島市のアサツキからは、I-131が4万8000 Bq/kg、I-132が7万6000 Bq/kg、Cs-134が6万

表2—3月18, 19日と21日に採取された福島県の野菜37検体の放射性物質汚染(単位: Bq/kg)

市町村名	試料名	3月18日, 19日に採取(未洗浄)				3月21日に採取			
		I-131	I-132	Cs-134	Cs-137	I-131	Cs-134	Cs-137	試料名
飯館村	牧草	880000±3000	890000±3000	520000±100	500000±3000	—	—	—	(以下記載のないものは左に同じ)
福島市	アサツキ	48000±4000	76000±500	64000±600	64000±500	240	110	100	
南相馬市	雑草	44000±100	48000±200	24000±200	25000±100	5200	1200	1400	キャベツ
大玉村	ハウレンソウ	43000±100	73000±100	89000±200	90000±200	8000	8200	8200	茎立菜
川俣町	信夫冬菜	40000±200	74000±300	29000±200	30000±200	5900	1700	1700	
飯館村	ブロッコリー	36000±20	25000±200	14000±200	14000±200	17000	7000	6900	
田村市	ハウレンソウ	35000±300	45000±300	52000±400	54000±400	19000	20000	20000	
相馬市	セリ	22000±100	33000±100	16000±100	17000±100	22	ND	ND	ねぎ
小野町	ハウレンソウ	22000±70	12000±60	12000±80	12000±70	8600	4200	4200	
本宮市	茎立菜	21000±100	55000±200	57000±200	57000±200	15000	41000	41000	
鮫川村	小松菜	20000±80	9200±60	8600±40	8600±40	5900	1700	1700	
鏡石市	ブロッコリー	19000±80	7200±60	5400±60	5300±50	3300	950	900	
古殿町	小松菜	17000±100	5100±40	4000±40	4100±40	840	68	53	
いわき市	秋冬ブロッコリー	17000±70	1800±500	770±23	690±20	8100	870	910	
郡山市	キャベツ	15000±200	49000±400	49000±500	5000±400	ND	ND	ND	
泉崎村	ハウレンソウ(露地)	15000±90	20000±100	12000±100	12000±100	4600	3300	3200	
平田村	ハウレンソウ	14000±60	990±21	890±24	890±22	16000	1000	1100	
中島村	ハウレンソウ(露地)	13000±50	8900±50	6400±50	6600±50	6100	3300	3300	
西郷村	山東菜	12000±60	27000±100	25000±100	25000±100	4900	12000	12000	
二本松市	赤菜苔	11000±70	29000±100	25000±100	25000±40	5400	5400	5400	
棚倉町	ちぢれ菜	11000±70	16000±90	15000±100	15000±100	3700	4400	4600	
石川町	キャベツ	8000±50	5200±50	3700±50	3900±50	900	200	170	ブロッコリー
新地町	ショウブ	7400±80	16000±100	7800±100	7700±100	270	ND	ND	ニラ
矢祭町	小松菜	6800±40	1200±20	800±22	810±20	2300	160	150	
塙町	ハウレンソウ	6500±50	2000±30	1800±40	1600±30	3200	1500	1600	
浅川町	キャベツ	5200±50	3900±40	2900±50	2900±40	280	140	130	
桑折町	ブロッコリー	4500±20	4900±100	2500±40	2400±100	1400	3300	3200	
白河市	アブラナ(露地)	3800±40	3100±40	2700±50	2600±40	2600	1700	1700	
矢吹町	ハウレンソウ(露地)	2800±30	1600±30	1600±30	1600±30	2100	650	640	
伊達市	ブロッコリー	2100±30	4100±40	2300±40	2300±40	1100	750	770	
国見町	ブロッコリー	1600±100	1400±20	670±19	710±17	720	380	360	
二本松市	ハウレンソウ	1400±200	190±8	100±8	110±7	2000	77	82	
三春町	ブロッコリー	880±18	880±20	690±22	690±20	380	500	520	
須賀川市	かぶ	800±15	470±14	210±11	2400±11	990	420	410	
玉川村	キャベツ	140±7	43±4.9	33±5.0	29±4.2	8200	4300	4600	アブラナ

市町村名	試料名	3月18日, 19日に採取(未洗浄)				3月21日に採取			
		I-131	I-132	Cs-134	Cs-137	I-131	Cs-134	Cs-137	試料名
須賀川市	ねぎ	29±3.8	43±4.4	29±4.8	29±4.1	—	—		
天栄村	ふきのとう	**	**	**	**	ND	ND	ND	

[原注]1. 分析結果は、計数値がその計数誤差の3倍を超えるものについては有効数字2桁で表し、それ以下のものについては**で示した。/2. 誤差は計数誤差のみを示した。/3. 測定結果については、減衰補正を行っていない結果である。

* 福島県の緊急時モニタリング検査のうち、2011年3月18日、19日および21日に採取された露地野菜(葉菜)の結果をもとに筆者が作成。

4000 Bq/kg, Cs-137 が6万 4000 Bq/kg と暫定規制値をはるかに超える放射性物質が検出された。また、大玉村のホウレンソウからも、I-131 が4万 3000 Bq/kg 計測されたほか、I-132 が7万 3000 Bq/kg, Cs-134 と Cs-137 がそれぞれ8万 9000 Bq/kg, 9万 Bq/kg を記録。37 検体のうち34 検体から、暫定規制値を大幅に上回る汚染が計測された。この数値は減衰補正を行っていないため、採取時はさらに高い数値だったと見られる。

しかし、県はこれらの結果を公表しなかった。というのも、本来なら、厚労省が暫定規制値を示した際に示された「緊急時における食品の放射能測定マニュアル(以下「食品の放射能測定マニュアル」)に沿って計測するところを、福島県が誤って、日本分析センターから送付されてきた「緊急時における環境試料採取法(以下「環境試料採取法」)をもとに試料を採取したため²⁹、茎などの可食部以外も含んだ野菜を土つきのまま計測してしまったという。このため、高い数値が計測されたものの公表されることはなく³⁰、10 年もの間、お蔵入りになっていた。

だが、同データを公表しないという判断は果たして正しかったのだろうか。福島県は21日に改めて同じ地点の野菜を再計測し、22日公表したが、この結果にもとづき、厚労省が非結球性葉菜類や結球性葉菜類などのアブラナ科花蕾類について摂取制限を通知したのは、前述したとおり、23日にずれ込んだ(表2)。

もし、この野菜を水洗いしていたら、どの程度の汚染だったのか。洗浄の効果については、日本放射線安全管理学会が同年5月、「放射性ヨウ素等対策に関する研究成果報告2 福島第一原発事故によって汚染された野菜に付着した放射性物質

の除去法に関する中間報告」³¹を出している。これによると、I-131 は他の核種に比べて除去が難しく、特殊な方法で念入りに流水洗浄しても、除去率は12~50% と数値を半分にまで下げるのが限界とされている。

同研究ではイメージングプレートを用いて、白菜、ブロッコリー、ニラ、水菜、ホウレンソウ、ネギといった6種の葉菜について、葉の汚染状況も観察している。この観察によると、白菜は上部1/3にヨウ素やセシウムによる汚染があり、内側の第4葉までも汚染は広がっていたという。またニラは、葉身全体にわたって汚染が分布し、葉と根の部分がやや高く、ホウレンソウは、表面に比べて裏面は汚染は少なく、茎はほとんど汚染がなかった。さらに興味深いのは、野菜より土壌の方が放射性セシウムの線量が低かったという事実である。現在の感覚では、野菜の葉より、茎や土壌の方が汚染が濃いと思いがちだが、当時最も汚染が高かったのは葉の表面で、土壌や茎、根といった可食部以外の部分が数値を下げる要因となっていた可能性もある。

7 物流の実態

当時、野菜の汚染がこれほど高かったことを考えると、野菜の流通がどのような状況だったのかが気になる。「2020年報告書」では、4月下旬に原発事故が起こったチェルノブイリとは異なり、福島原発事故は冬季に起こったため、福島県産の野菜の生産は少なかったとしている。また震災の影響による燃料不足や道路状況の悪化により、県内の流通システムは混乱を来していたため、県内の野菜はほとんど消費されなかったと記載されて

いる。

しかし、筆者が調べた限り、事実は異なる。大手スーパーでは物流がストップし、品物が入らなくなった一方、14日には市場でセリが始まっていたのである。いわき市中央卸売市場と並ぶ中央卸売市場として、福島県内の生鮮食料品の卸売の中核的拠点を担っていた福島市中央卸売市場(当時)³²は3月11日の地震で甚大な被害を受けたものの、震災翌日には開いていた。

1972年の開設時から改築していないこともあり、冷蔵庫をはじめ多くの仕器が倒壊し、停電や断水で、場内は真っ暗だったが、市場関係者がそれぞれ車のライトで場内を照らし、いつものように商いを始めた。関係者は思いのほか冷静で、普通に買い出しをする小売業者の姿があったという。

道路が寸断し、物流がストップしたが、卸売業者や仲卸業者は在庫にあった品物を放出。また仲卸業者は、日頃から取引のある近隣の生産者に対して声をかけ、収穫できるものは何でも持ってきてほしいと食品を調達した。このように、仲卸業者が卸売業者を介さずに、生産者から商品を仕入れることを「直荷引き」という。遠方からの入荷は一時、途絶えたものの、市場は止まることはなかったのである。このように、市場を通じて地域の小売店に生鮮食品が並んだため、県内では「地元小売店のありがたさ」や「市場の存在価値」が再認識されたという³³。

さらに、週明けの14日には青果のセリも再開。当時の資料によると、取扱量は普段よりは1割減少しているが、3月12日から31日までの間に、2140.1トン(3億4786万円)の野菜が取り引きされた。非常事態にありながらも、卸売市場は懸命に生鮮食料品を流通させていたのである。

では、この間、汚染の高かった葉菜はどう扱われていたのだろう。取引状況を示す当時の「市況」を見ると、3月11日以降も、小松菜、ホウレンソウ、ねぎ、アサツキ、春菊、ニラ、アスパラガスの主な産地は福島県だった。放射線量が大幅に上がった3月15日も、小松菜、ホウレンソウ、アサツキは福島県産の取引が最も多く、入荷

量はそれぞれ165.5 kg、561.8 kg、744.0 kg、春菊123.0 kgだった。また出荷制限が公表された22日も小松菜、ホウレンソウ、春菊、ニラの主な産地は福島で、翌23日も福島県産の小松菜が入荷されていた。また、アサツキと同じネギ属野菜類のニラは、検査が実施されていなかったためか、一度も出荷制限になることなく取り引きが続いていた。

8

汚染した野菜は流通していた

出荷の自粛が進まなかった背景には、検査が遅れたことに加え、農水省が3月21日に自治体や卸売市場に向けて発出した「東京電力福島原子力発電所の事故を踏まえた卸売市場における生鮮食料品の取り扱いについて」と題する通知の存在がある。この通知は、市場に対し、「正当な理由」がない限り、出荷制限の対象となった地域の対象品目以外を「受託拒否」することを禁じていた。また暫定規制値を超える放射性物質が検出された場合も、原子力災害対策本部による出荷制限が出るまでの間は、「科学的・客観的な根拠がない限り」、出荷制限は行わないよう求めていた。

生鮮食料品を取引している卸売市場は、卸売市場法³⁴にもとづき、農水大臣または都道府県知事による認定を受けて開設されており、法律で公正な売買取引を義務づけられている。このため、市場に持ち込まれた生鮮食料品は、「正当な理由」がない限り、入荷された食料品を拒否できない³⁵。

ところが、原発事故で幅広い食品が汚染される恐れが出てきた。東京都の中央卸売市場は3月19日、築地市場に入荷された千葉県旭市産の春菊から暫定規制値以上の放射性ヨウ素が検出されたことを受け、春菊を出荷した出荷団体や生産地域の生産者に対し、春菊以外の農産物も出荷しないよう要請した。すると、この東京都中央卸売市場の対応は「受託拒否」にあたるのではないかとという声があがってきたのである³⁶。さらに3月20日には、全国中央卸売市場協会からも、農水省に対し、今回のケースが「正当な理由」に該当

するのかどうか考え方を示してほしいとの要望が寄せられた。

方針の決定を迫られた農水省が出した答えが、21日の通知だった。原発事故という未曾有の緊急事態でありながら、普段通り「受託拒否」を禁じる方針を決定したのである。市場関係者が、グレーゾーンの野菜を自粛する道は封じられた。

すでに触れた通り、厚労省は同じ日、福島県と茨城県のハウレンソウやカキナの出荷制限を発表した。厚労省は当初、この2品目だけでなく、小松菜やチンゲンサイといった非結球性葉菜類³⁷すべてに制限をかけることも検討していたという³⁸。しかし、出荷制限は強力な措置であるうえ、県や関係者から暫定規制値を超えている品目に絞ってほしいとの要望が上がっていたため³⁹、地域も品目も絞られた。

すなわち農水省と厚労省は、原発事故という非常事態にありながら、食品衛生法と市場法の厳格な運用を行った結果、食品の出荷制限の対象は最も狭く小さく抑えられた。当時、福島県以外の都道府県の検査能力は1日に多くても10検体程度。わずかな検体の中で、たまたま採取された野菜が暫定規制値を超えると、ピンポイントで出荷制限をかけるという不備の多い手法をとっていたのである。

福島市中央卸売市場の「市況」によれば、福島県産の野菜が出荷制限となった後、同市場で取り引きされていた葉物野菜の主な産地は千葉県だった。しかし、その千葉県は前述の通り、旭市の春菊が暫定規制値を超えていたものの、暫定規制値超えが1検体のみだったとの理由で、出荷制限はいったん見送られた。だが、その後も暫定規制値超えが出てきたため、4月4日になってからようやく出荷制限が出された。築地での暫定規制値超えの春菊が見つかったから、すでに2週間が経過していた。しかも制限が設けられたのは、香取市と多古町のハウレンソウと、旭市のハウレンソウ、チンゲンサイ、春菊、サンチュ、セロリ、パセリのみ。それまでは県単位での規制だったが、この時から市町村を限定しての対応となった。

だが千葉県では、3月23日から24日にかけて、松戸市内の浄水場と流山市にある北千葉浄水場の飲料水から100 Bq/kgを超える放射性ヨウ素が検出され、乳幼児に対する摂取制限が出されている。「東葛」と呼ばれる常磐線沿いのこれら地域は、その後、空間線量が年間1 mSvを超えると、環境省の「汚染状況重点地域」に指定され、除染対象となった。しかし、これらの地域は、1カ月後の4月21日まで、食品衛生法にもとづいた野菜の計測は実施されていなかった⁴⁰。唯一存在するのは、3月20日に野田市で採取されたハウレンソウのデータだけで、1410 Bq/kgのI-131が検出されていた^{41, 42}。

なお市場については、もう一つ指摘しておきたいことがある。青果部が14日からセリを始めていた一方で、水産部のセリは22日まで開かれていなかったのである。「2020年報告書」では、日本人はヨウ素の摂取量が世界平均よりも多いとして、甲状腺吸収線量を約2分の1程度に評価しているが、震災の影響で魚介類の流通が極端に減っていたことを考えると、数日間のこととはいえ、ヨウ素の摂取状況は通常より少なかった可能性がある。中には、ヨウ素制限をしているような状態となり、通常より放射性物質を取り込みやすい状況にあった人がいてもおかしくない。

また「2020年報告書」は、避難所の住民について、備蓄されていた食品を口にしていたため、経口摂取による被曝は極めて低かったと結論づけているが、避難所にも徐々に野菜が持ち込まれていたことにも言及しておく。福島県の災害対策本部会議によると、避難者から生鮮食料品を食べたいとの要望があがったため、3月20日以降、県が福島市中央卸売共同組合と調整し、避難所に生鮮食料品を提供していたのである。筆者が聞き取りをした仲卸業者も、飯舘村の避難所に生鮮食料品を運搬したという。

9

Te-132 と I-132 の寄与

最後に、短寿命核種の影響についても触れてお

きたい。筆者が非公表だった福島県の野菜データを入手した時、非常に驚いたのは、食品データとしては目にすることがなかった I-132 の線量が記載されていたことだ。しかも I-132 の値が I-131 より高い野菜も多く、37 検体のうち 16 検体で、I-132 が I-131 を上回っていた(表2)。

I-132 は、Te-132 が β 崩壊することのできる娘核種だ。半減期は 2.3 時間と短いものの、Te-132 放射平衡⁴³の関係にあるため、半減期が 3.2 日の Te-132 と同じように振る舞う。

「2020 年報告書」では、Te-132、I-132、I-133 といった短寿命核種のデータが不足しているとしながらも、3 月 12 日から 13 日にかけて広がった放射性プルームでは、これら短寿命核種の影響もあったとして、避難者の衣服に付着した放射性核種の組成比をもとに、I-131、I-132、I-133、Te-132 の比率を算出。それらを合算した甲状腺吸収線量は I-131 の 1.59 倍であったとして、被曝量を上方修正している。逆に 3 月 15 日から 16 日にかけての放射性プルームは、短寿命核種の影響は少なかったとして、甲状腺吸収線量の総量は、I-131 の値にわずかに 1.08 を乗じた数値にとどまっている。いずれにせよ、公衆の甲状腺被曝における短寿命核種の寄与は、全体としては大きくなかったというのが結論だ。

だが、気になるデータがある。文部科学省の要請で 3 月 13 日から 17 日まで福島県内に滞在していた広島大学原爆放射線医科学研究所の細井義夫教授(当時)の被曝線量だ。細井教授が、原子力安全委員会の「第 28 回原子力施設等防災専門部会被ばく医療分科会」で報告したところによると⁴⁴、広島大学のゲルマニウム半導体検出器で測定した結果、Te-132 の摂取が最も多く、I-132 が続き、I-131 はその次だった。また細井教授の甲状腺吸収線量は約 20 mSv で、1 歳児が同じ行動をとった場合、100 mSv に達したとも報告している。

細井教授はどのような行動を取っていたのか。政府事故調のヒアリング記録をはじめとする報告書によると、細井教授は 13 日に千葉県の放射線

医学総合研究所からヘリコプターで福島市に入り、福島県庁隣にある自治会館で県の緊急被曝医療チームに合流。翌 14 日朝には南相馬市に移動し、双相保健所で避難者らのスクリーニングを支援していたところ、3 号機が爆発。負傷した作業員らの救助のため、大熊町のオフサイトセンターに向かったが、あまりの線量の高さに、5 km 手前の地点で断念し、再び福島市に戻っている。細井教授はヨウ素剤を 1 錠服用し、防護服を身につけていた。

Te-132 の摂取が多かったという細井教授の言葉を裏づけるような論文も見つかった。高エネルギー加速器研究機構の研究者らが 2016 年に執筆した論文だ⁴⁵。大熊町、双葉町、楢葉町、広野町、福島市の計 8 カ所のモニタリングポストの波高分布数値データを用いて、短寿命核種を推計している。それによると、プルーム中の核種組成は、時刻と場所によって大きく異なっているものの、3 月 12 日は貴ガスである放射性キセノン(主に Xe-133 と Xe-135)が中心だったが、3 月 13 日から 15 日の期間は、Te-132 の割合が多かったと報告している。たとえば、3 月 15 日の福島市紅葉山や 3 月 16 日の広野町二ツ沼では、Te-132 の寄与が 70% 以上を占めたという。

これは、3 月 12 日のプルームの I-131 の寄与率を 63%、3 月 15 日のプルームの I-131 の寄与率を 92% としている鈴木元氏らによる線量再構築⁴⁶とは大きく異なる。だが「2020 年報告書」は、2 つの研究結果を比較検討することはなく、前者は論文を紹介するのみにとどまっている。しかし、3 月 15 日午後 7 時半に、福島市で 24.08 μ Sv/h を記録した空間線量が、3 日後の 18 日夕方すぎには 10~11 μ Sv/h にまで低減していることを考えると、半減期が 3.2 日の Te-132 が大半を占めているという説明は納得がいく。

短寿命核種である I-132 と Te-132 は、甲状腺がんにも影響する。半減期が短いため、国際放射線防護委員会(ICRP)の定めた Te-132 の甲状腺等価線量の係数は、I-131 の 20% 程度だが、その割合によっては I-131 と同等以上の寄与をする可

能性もある。だが、チェルノブイリでも詳細な検証がなされないまま、今日に至っているという。環境省の「東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議」で、長瀧重信座長(当時)は2013年12月にこう語っていた⁴⁷。

「たしかテルルとヨウ素132は放医研で測定して、それが唯一の実測したデータと記憶しています。私もヨウ素132は随分議論して、サイエンスなんかにも書かれているのですが、だんだん時間がたつうちにヨウ素132の話が消えてしまって、ほとんど131の線量だけで議論されるような状況でありました。」「非常に強いガンマ線ですから、何らかの寄与があったのではないかと考えている」

チェルノブイリについて、こう指摘をした長瀧氏だったが、福島については矛盾したことを述べていた。

「半減期は非常に短く、2時間ぐらいですから、離れたところには行かないだろうと思う」

10

「2020年報告書」の被曝線量は妥当か

「日本は出荷制限が早かったため、チェルノブイリと異なり、内部被曝は少なかった。」福島原発事故後、繰り返し主張されてきた言説は、事実と大きくかけ離れていた。福島原発事故の発災当時にさかのぼり、環境試料の計測状況や出荷制限の経緯、また福島県内の葉菜野菜の流通状況などを鑑みると、経口被曝を大幅に切り下げた「2020年報告書」の甲状腺吸収線量推計は、大幅な過小評価が生じている可能性が高いように見える。

特に被曝線量の高かった事故初期における被曝は、吸入摂取および経口摂取の両面で、改めて検証する必要があるだろう。また、原発事故後に実施された食品衛生法にもとづく出荷制限は、内部被曝を未然に防ぐ役割を十分に果たしていなかったことにも留意すべきである。

農水省消費・安全局の担当者は、政府事故調のヒアリングに対し、同省が3月21日に発出した

「受託拒否の禁止」を要請する通知「東京電力福島原子力発電所の事故を踏まえた卸売市場における生鮮食料品の取扱いについて」について、身内でありながら、「消費・安全局の思想とは逆向きのものである」と強く批判している。

消費・安全局は、BSE問題をきっかけに2006年に発足した部局だ。BSE問題が起こった当時、同省が生産者にばかり目を向け、食品の安全性を軽視した結果、消費者の牛肉離れを招き、最終的に生産者に悪影響が及んだ。この教訓をもとに発足したのが消費・安全局だったが、原発事故においても、同じことが繰り返された。担当者はこう指摘する。

「この通知は汚染された食品について、規制されるまでは白であるかのようなスタンスで書かれているが、食品安全の考え方は、疑わしい食品は黒である。」⁴⁸

出荷制限が出るまでの10日あまり、あるいは出荷制限後もなお、高濃度に汚染された食品は流通し続けた。政府が後手後手の対応をする中、市場関係者は毎日のように発出される出荷制限の通知に翻弄されたという。この汚染食品の流通に、彼らには何の落ち度もなかったということは最後に強調しておく。余震が繰り返すなか、自身の生活も顧みず、被災した地元住民や避難者のために食料の調達に奔走した関係者には心から敬意を表したい。

文献および注

- 1—<https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2020b.html>
- 2—https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2013_1.html
- 3—https://www.unscear.org/docs/publications/2020/PR_Japanese_PDF.pdf
- 4—Kawai, M., N. Yoshizawa and G. Suzuki. (2018) 131I dose estimation from intake of tap water in the early phase after Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. *Radiat Prot Dosim* 179 (1): 43–48.
- 5—Miyatake, H., M. Kawai, N. Yoshizawa et al. (2020) Estimation of internal dose from tap water after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident using newly obtained data. *J Radiat Res* 61 (2): 231–236.
- 6—Murakami, M. and T. Oki. (2014) Estimated dietary intake of radionuclides and health risks for the citizens of Fukushima City, Tokyo, and Osaka after the 2011 nuclear accident. *PLoS One* 9

(11): e112791.

7—Hirakawa, S., N. Yoshizawa, K. Murakami et al. (2017) Surveys of food intake just after the nuclear accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Shokuhin Eiseigaku Zasshi 58 (1): 36-42.

8—<https://www.nsr.go.jp/data/000168451.pdf>

9—政府事故調査委員会ヒアリング記録, 福島県庁, 阿部幸雄原子力センター主任主査(2011年8月24日聴取)

10—政府事故調査委員会ヒアリング記録, 福島県庁, 片寄久已生活環境部原子力安全対策課主幹(2011年11月11日聴取)

11—政府事故調査委員会ヒアリング記録, 福島県庁, 阿部幸雄原子力センター主任主査(2011年8月24日聴取)

12—政府事故調査委員会ヒアリング記録, 道野英司厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課輸入食品安全対策室長(2011年10月21日聴取)

13—「東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会中間報告」(2011年12月26日), <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/111226Honbun5Shou.pdf>

14—原子力安全委員会「原子力施設等の防災対策について」(1980(昭和55)年6月, 最終改正2010(平成22)年8月23日)。原子力安全委員会原子力発電所等周辺防災対策専門部会環境ワーキンググループの検討を受けて, 1998年(平成10年)に設定。<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000018iyb-att/2r98520000018k4m.pdf>

15—「放射能汚染された食品の取り扱いについて」厚生労働省(2011年3月17日), <https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-11135000-Shokuhinanzenshu-Kanshianzenka/3-17.pdf>

16—https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=78330000&dataType=0&pageNo=1

17—政府事故調査委員会ヒアリング, 吉岡修農林水産省大臣官房参事官(生産局原発事故対応調整チーム長)(2011年9月15日聴取)

18—「福島第一原子力発電所事故に伴う県内農産物への影響について」茨城県(2011年3月18日), https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/sansin/yasai/important2/20110311eq/20110319-17/documents/20110319_17b.pdf

19—「緊急モニタリング検査結果について(福島県・原乳)」厚生労働省(2011年3月19日), <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015iif-att/2r98520000015ik5.pdf>

20—「緊急モニタリング検査結果について(福島県・原乳)」, <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015m5f-att/2r98520000015m9w.pdf>

21—「茨城県公表資料(本日11時公表分)」, <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015m5f-att/2r98520000015ma3.pdf>

22—「食品中の放射性物質の検査結果について(第3報)」, <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015mpx-att/2r98520000015mup.pdf>, 別添3: 群馬県公表資料(本日22時00分公表)」厚生労働省(2011年3月20日), <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015mpx-att/2r98520000015mup.pdf>

23—「長野県公表資料(茨城県産ほうれんそう)(本日15時00分公表)」, <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015ofy-att/2r98520000015ok6.pdf>

24—<https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015pb1-att/2r98520000015pf9.pdf>

25—「県内で生産された食品の放射能濃度について」神奈川県公表資料(2011年3月21日13時30分公表), <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015txf-att/2r98520000015u1n.pdf>

26—政府事故調査委員会ヒアリング, 道野英司厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課輸入食品安全対策室長(2011年8月12日聴取)

27—「食品の出荷制限について」厚生労働省(2011年3月21日), <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015p8a.html>

28—「食品の摂取制限及び出荷制限について(福島県及び茨城県)」厚生労働省(2011年3月23日), <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015wun.html>

29—2011年3月20日21時30分 福島県農水部長ぶら下がり発言。

30—政府事故調査委員会ヒアリング, 道野英司厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課輸入食品安全対策室長(2012年8月12日聴取)

31—<http://www.jrsm.jp/shinsai/0520vegetables.pdf>

32—福島市中央卸売市場は, 2011年事故当時は農水省認定の中央卸売市場だったが, 2014年4月1日より福島県知事認定の地方卸売市場に転換した。

33—「震災直後の中央卸売市場」松谷治夫場長(2013年1月22日)助けあいジャパン情報発信本部, <https://www.youtube.com/watch?v=yy5Oxy94K8g&t=99s>

34—「卸売市場法」総務省行政管理局(昭和四十六年法律第三十五号), <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=346AC0000000035>

35—卸売市場法36条2項(現在は4条5項)に「受託拒否の禁止」が定められている。

36—政府事故調査委員会ヒアリング, 奥原正明農林水産省経営局長, 山田友紀子大臣官房技術総括審議官(2012年2月28日聴取)

37—非結球性葉菜類, <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000016xfz.html>

38—政府事故調査委員会ヒアリング, 道野英司厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課輸入食品安全対策室長(2012年2月29日聴取)

39—政府事故調査委員会ヒアリング, 奥原正明農林水産省経営局長, 山田友紀子大臣官房技術総括審議官(2012年2月6日聴取)

40—「県産農産物の放射性物質検査結果(平成22年度)」(千葉県), <https://www.pref.chiba.lg.jp/annou/h23touhoku/documents/22kekka2010.pdf>

41—「県産農産物の放射性物質検査結果(平成22年度)」(千葉県), <https://www.pref.chiba.lg.jp/annou/h23touhoku/documents/22kekka2010.pdf>

42—4月21日に採取された白井市, 佐倉市, 鎌ヶ谷市, 流山市のハウレンソウからは, 出荷制限の対象となった香取市や多古町, 旭市の同じ日のハウレンソウと同レベルか, むしろ高い放射性ヨウ素とセシウムが検出されている。

43—放射平衡とは, 元の放射性同位体(親核種=今回の場合Te-132)が崩壊してできた次の核種(娘核種=I-132)との放射能の量的な関係が, 時間的にほぼ一定の比率で推移する状態を指す。

44—原子力安全委員会「第28回原子力施設等防災専門部会被

ばく医療分科会」速記録(2011年12月12日), https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3193611/www.nsc.go.jp/senmon/soki/hibakubun/hibakubun_so28.pdf

45—「福島県モニタリングポストのNaI(Tl)検出器波高分布データを用いたブルーム中Xe-135, I-131, I-132, I-133およびTe-132放射能濃度の推定」平山英夫ら(2016年); 日本原子力学会和文論文誌, 16(1), 1-14(2017)

46—第28回「県民健康調査」検討委員会(2017年10月23日)

議事録および資料6「東京電力福島第一原子力発電事故における住民の線量評価に関する包括研究の経過報告」

47—東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議 第2回議事録(2013年12月25日)

48—政府事故調査委員会ヒアリング記録, 山田友紀子農林水産省大臣官房技術総括審議官(2012年2月3日聴取)