

表 8 : ワラビのあく抜き方法

調理法	調理前試料		調理手順
	ワラビ重量(g)	形状	
あく抜き (重曹)	約130	有姿のまま	水1000gを沸騰させ、重曹2.5gを加えた後、ワラビを入れてかき混ぜ、再沸騰後30秒程度ゆでる。ゆで汁中で放冷後(5時間)、新しい水1000gに入れ替え、一晚(18時間)放置。
あく抜き (小麦粉)	約130	有姿のまま	水1000gに小麦粉36g、塩8gを加えて中火で沸騰後、ワラビを入れて3分間ゆでる。すぐに新しい水1000gに取り、10分間放置。

表 9 : ゼンマイのあく抜き方法

調理法	調理前試料		調理手順
	ゼンマイ重量(g)	形状	
あく抜き (重曹)	約130	有姿のまま	水1000gを沸騰させ、重曹2.5gを加えた後、ゼンマイを入れてかき混ぜ、再沸騰後30秒程度ゆでる。ゆで汁中で放冷後(5時間)、新しい水1000gに入れ替え、一晚(18時間)放置。
あく抜き (小麦粉)	約130	有姿のまま	水1000gに小麦粉36g、塩8gを加えて中火で沸騰後、ゼンマイを入れて3分間ゆでる。すぐに新しい水1000gに取り、10分間放置。

表 10 : 牛肉の乾燥および調味の有無による重量、放射性セシウム濃度、放射性セシウム量の変化

試料	調理前				調理後				調味液				洗浄水			
	重量(g)	Cs放射能濃度(Bq/kg)	1試行あたりのCs放射能(Bq)		重量(g)	Cs放射能濃度(Bq/kg)	1試行あたりのCs放射能(Bq)	1試行あたりの放射性Cs残存率	重量(g)	Cs放射能濃度(Bq/kg)	1試行あたりのCs放射能(Bq)	1試行あたりの放射性Cs残存率	重量(g)	Cs放射能濃度(Bq/kg)	1試行あたりのCs放射能(Bq)	1試行あたりの放射性Cs残存率
乾燥 (下味なし)	牛肉(ランプ)	97 ± 0.4	605 ± 11	58 ± 1.2	35 ± 1.1	1598 ± 5.3	56 ± 1.8	0.96 ± 0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
乾燥 (下味あり塩分10%)	牛肉(ランプ)	95 ± 0.5	606 ± 20	58 ± 2.2	30 ± 0.5	205 ± 33	6.2 ± 1.1	0.11 ± 0.02	18 ± 2.3	444 ± 21	7.9 ± 1.3	0.14 ± 0.03	604 ± 1.0	69 ± 6.9	42 ± 4.2	0.72 ± 0.05
乾燥 (下味あり塩分20%)	牛肉(ランプ)	94 ± 1.4	610 ± 50	57 ± 5.0	33 ± 2.3	189 ± 36	6.2 ± 0.9	0.11 ± 0.01	22 ± 1.2	455 ± 10	10 ± 0.4	0.18 ± 0.02	598 ± 1.7	68 ± 1.0	41 ± 0.5	0.71 ± 0.05

表 11：牛肉の乾燥による放射性セシウムの除去率・濃度比・重量比・残存割合

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 Pf	重量比 Pe	残存割合 Fr			試料数
				平均	最小	最大	
牛肉 ビーフジャーキー (下味なし)	3	2.64	0.37	0.97	0.92	1.0	3
牛肉 ビーフジャーキー (下味あり;塩分10%)	89	0.34	0.32	0.11	0.090	0.12	3
牛肉 ビーフジャーキー (下味あり;塩分20%)	89	0.31	0.35	0.11	0.099	0.11	3

表 12：ブルーベリーの乾燥による重量、放射性セシウム濃度、放射性セシウム量の変化

試料	調理前			調理後			
	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりの Cs放射能(Bq)	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりの Cs放射能(Bq)	1試料あたりの 放射性Cs残存率
乾燥 ブルーベリー (ティフブルー)	58 ± 1.4	75 ± 20	4.3 ± 1.3	11 ± 0.6	350 ± 48	3.9 ± 0.6	0.9 ± 0.1

表 13：ブルーベリーの乾燥による放射性セシウムの除去率・濃度比・重量比・残存割合

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 Pf	重量比 Pe	残存割合 Fr			試料数
				平均	最小	最大	
ブルーベリー ドライブルーベリー	9	4.68	0.19	0.91	0.78	1.03	3

表 14：ブルーベリージャム作製による重量、放射性セシウム濃度、放射性セシウム量の変化

試料	調理前			調理後			
	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりのCs放射能(Bq)	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりのCs放射能(Bq)	1試料あたりの放射性Cs残存率
ジャム ブルーベリー (ティフブルー)	182 ± 5.0	64 ± 2.7	12 ± 0.5	117 ± 16	55 ± 2.2	9.8 ± 0.8	0.84 ± 0.08

表 15：ブルーベリージャム作製による放射性セシウムの除去率・濃度比・重量比・残存割合

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 Pf	重量比 Pe	残存割合 Fr			試料数
				平均	最小	最大	
ブルーベリー ジャム	16	0.86	0.98	0.84	0.78	0.94	3

表 16：ナツハゼジャム作製による重量、放射性セシウム濃度、放射性セシウム量の変化

試料	調理前			調理後			
	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりのCs放射能(Bq)	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりのCs放射能(Bq)	1試料あたりの放射性Cs残存率
ジャム ナツハゼ	70 ± 0.2	120 ± 2.2	8.4 ± 0.1	85 ± 1.1	89 ± 6.7	7.6 ± 0.5	0.90 ± 0.07

表 17：ナツハゼジャム作製による放射性セシウムの除去率・濃度比・重量比・残存割合

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 Pf	重量比 Pe	残存割合 Fr			試料数
				平均	最小	最大	
ナツハゼ ジャム	10	0.74	1.21	0.90	0.86	0.98	3

表 18：シイタケの焼き調理による重量、放射性セシウム濃度、放射性セシウム量の変化

	試料	調理前			調理後			
		重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりのCs放射能(Bq)	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりのCs放射能(Bq)	1試料あたりの放射性Cs残存率
焼き	シイタケ	172 ± 8.9	29595 ± 3662	5106 ± 847	132 ± 8.0	34867 ± 1008	4620 ± 407	0.92 ± 0.13

表 19：シイタケの焼き調理による放射性セシウムの除去率・濃度比・重量比・残存割合

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 Fr			試料数
				平均	最小	最大	
シイタケ 焼き	8	1.18	0.77	0.92	0.77	0.99	3

表 20：タラノメのてんぷら調理による重量、放射性セシウム濃度、放射性セシウム量の変化

	試料	調理前			調理後*			
		重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりのCs放射能(Bq)	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりのCs放射能(Bq)	1試料あたりの放射性Cs残存率
てんぷら	タラの芽	82 ± 3.8	99 ± 20	8.1 ± 2.0	162 ± 21	54 ± 16	8.9 ± 3.3	1.07 ± 0.20

表 21：タラノメのてんぷら調理による放射性セシウムの除去率・濃度比・重量比・残存割合

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 Pf	重量比 Pe	残存割合 Fr			試料数
				平均	最小	最大	
タラの芽 てんぷら	-7	0.54	1.98	1.07	0.83	1.2	3

表 22：コシアブラのてんぷら調理による重量、放射性セシウム濃度、放射性セシウム量の変化

試料	調理前			調理後*			
	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりの Cs放射能(Bq)	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりの Cs放射能(Bq)	1試料あたりの 放射性Cs残存率
てんぷら コシアブラ	34 ± 1.3	371 ± 85	13 ± 3.4	61 ± 1.1	202 ± 47	12 ± 2.7	0.97 ± 0.05

*衣を含む

表 23：コシアブラのてんぷら調理による放射性セシウムの除去率・濃度比・重量比・残存割合

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 Pf	重量比 Pe	残存割合 Fr			試料数
				平均	最小	最大	
コシアブラ てんぷら	3	0.55	1.78	0.97	0.94	1.00	2

表 24 : ワラビのあく抜きによる重量、放射性セシウム濃度、放射性セシウム量の変化

試料	調理前			調理後				
	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりの Cs放射能(Bq)	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりの Cs放射能(Bq)	1試料あたりの 放射性Cs残存率	
あく抜き (重曹)	ワラビ	134 ± 3.8	200 ± 5.9	27 ± 0.5	147 ± 3.2	16 ± 6.6	2.3 ± 1.0	0.09 ± 0.04
あく抜き (小麦粉)	ワラビ	137 ± 3.7	103 ± 39	14 ± 5.5	140 ± 3.8	74 ± 35	10 ± 5.0	0.72 ± 0.09

表 25 : ワラビのあく抜きによる放射性セシウムの除去率・濃度比・重量比・残存割合

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 <i>Pf</i>	重量比 <i>Pe</i>	残存割合 <i>Fr</i>			試料数
				平均	最小	最大	
ワラビ あく抜き(重曹)	92	0.08	1.09	0.08	0.04	0.1	3
ワラビ あく抜き(小麦粉)	28	0.72	1.02	0.72	0.62	0.79	3

表 26 : ゼンマイのあく抜きによる重量、放射性セシウム濃度、放射性セシウム量の変化

試料	調理前			調理後				
	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりの Cs放射能(Bq)	重量(g)	Cs放射能濃度 (Bq/kg)	1検体あたりの Cs放射能(Bq)	1試料あたりの 放射性Cs残存率	
あく抜き (重曹)	ゼンマイ	130 ± 1.3	1135 ± 182	148 ± 25	166 ± 2.5	167 ± 21	28 ± 3.5	0.19 ± 0.02
あく抜き (小麦粉)	ゼンマイ	136 ± 2.3	895 ± 225	121 ± 28	157 ± 2.5	756 ± 229	119 ± 34	0.97 ± 0.05

表 27：ゼンマイのあく抜きによる放射性セシウムの除去率・濃度比・重量比・残存割合

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 Pf	重量比 Pe	残存割合 Fr			試料数
				平均	最小	最大	
ゼンマイ あく抜き(重曹)	81	0.15	1.26	0.19	0.17	0.21	3
ゼンマイ あく抜き(小麦粉)	3	0.85	1.17	0.97	0.92	1.00	3

Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

震災・津波による食品の化学物質汚染実態の調査

渡邊 敬浩

平成 26 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安全確保推進研究事業

震災に起因する食品中の放射性物質ならびに有害化学物質の実態に関する研究

研究分担報告書

震災・津波による食品の化学物質汚染実態の調査

研究代表者 蜂須賀暁子 国立医薬品食品衛生研究所生化学部第一室長

研究分担者 渡邊 敬浩 国立医薬品食品衛生研究所食品部第三室長

研究要旨

2012 年と 2014 年の 2 カ年にわたり、津波被災地域として想定した 5 県から約 10 種類、計 1010 点の食品を買い上げ、カドミウム、鉛、ヒ素を含む 15 種の元素類並びに PCBs 濃度の実態を調査した。2014 年には、非津波被災地域からも食品を買い上げ、比較対象とした。2012 年と 2014 年に共通して買い上げた食品種について、各分析対象の濃度データを対象に、非津波被災地域から得た対応する濃度データとの比較を中心に解析した。その結果、分析対象とした元素類及び総 PCBs と食品種の組合せに関して言えば、津波被災地において注視すべき濃度の上昇は認められなかった。この結論をより確かなものにするためには、一部食品種と地域及び分析対象との組合せについての調査を継続することや、これまでに得られた各種濃度データをより詳細に解析することなどが効果的と考える。

研究協力者 国立医薬品食品衛生研究所食品部 片岡洋平、林智子、林恭子、堤智昭、植草義徳、高附巧

国立医薬品食品衛生研究所食品衛生管理部 松田りえ子

A. 研究目的

2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震に伴い発生した津波により、損壊した医療施設や工場から特定の有害化学物質が環境中に放出された可能性が、一

部の学会等で指摘されている。しかし、それら環境中に放出された有害化学物質による食品汚染の実態は十分に調査されていない。

本研究では、東北地方太平洋沖地震を

原因とする津波により、有害化学物質による新たな食品汚染の発生の有無を明らかにすることを目的に、複数種の食品における各種有害化学物質濃度の実態を調査してきた。2012年には、5つの津波被災地域(青森、岩手、宮城、茨城、千葉各県)で買い上げた農産品及び水産品(約10種類の食品、計510試料)を対象に、15種の元素類(ホウ素:B、アルミニウム:Al、バナジウム:V、クロム:Cr、コバルト:Co、ニッケル:Ni、ヒ素:As、セレン:Se、モリブデン:Mo、カドミウム:Cd、スズ:Sn、アンチモン:Sb、バリウム:Ba、水銀:Hg、鉛:Pb)濃度の実態を調査した。また2013年には、上記510試料中、汚染の蓋然性が高いと考えられた魚類製品(アイナメ、カレイ、ヒラメ、サバの101試料)のポリ塩化ビフェニル(PCBs)濃度の実態を調査した。これまでの調査では、特定の地域において生産あるいは漁獲・出荷された特定の食品から、津波との関係を示唆する高濃度で、特定の元素類あるいはPCBsは検出されていない。また、比較的多数が得られた元素類濃度データを対象とした多変量解析を実施し、特定地域と特定元素濃度との関係性の把握を試みた。しかし、多変量解析によって得られた主成分スコアに特徴的な傾向は認められず、特定の地域と元素濃度との組合せに関する考察はでき

なかった。考察ができなかった原因には、データ数の少なさが考察されている。

本年度の研究では、2012年に買い上げた食品の種類と地域を踏まえ、新たに500食品を2014年中に買い上げ、追調査した。2014年の調査結果の他、2012年と2014年の2か年分のデータをまとめ解析したので、併せて報告する。

B. 研究方法

1. 食品と分析用試料

1-1)調査地域及び食品種の選択

日本地理学会が作成した津波被災マップを参考に、青森、岩手、宮城、茨城各県の津波被災地域及び津波被災地域に隣接する地域を実態調査の対象地域に選択した。また、比較対象となる非津波被災地域として、神奈川県を選択した。

これまでの実態調査結果との統合を視野に入れ、食品種としては、3種の農産品(コメ、キノコ、ダイズ)、6種の水産品(アイナメ、カレイ・ヒラメ、サバ、イカ・タコ、エビ・カニ、カイ)及び畜産品としてトリを選択し、2014年には計500食品を買い上げた。

1-2)食品の購入期間

2014年6月から12月にかけて各食品を購入した。

1-3)分析用試料の調製

購入した食品は、必要に応じて可食部のみを分別した後、GM200(レッチェ社製)を用いて均質になるよう混合した。有姿の魚については、内臓、皮、骨等を除外した後、混合した。

なお、生産者や生産日の情報をもとに、同一条件下で生産あるいは捕獲・採取されていることを確認したのち、調製する試料の重量が300gとなることを目途に、単一包装から無作為に採取した一部の量あるいは、複数の包装分を併せた量を混合した。

1-4)試料コードによる分析用試料の管理

調製した分析用試料の全てに、試料コードを付し、試料の来歴が非明示となるようにして管理した。試料コード、食品群(及び食品種)、商品の詳細、購入地域の一覧を表1-1～表1-10に示す。試料コードの頭文字が津波被災地A～E(青森県～茨城県)、非津波被災地K(神奈川県)を表している。なお、分析用試料は、分析に供するまでの間、不活性容器に密封の上、-20℃で保管した。

2. 分析方法

1)元素類一斉分析法

分析法には、2012年の調査に用いたのと同じのICP-MS法を用いた。ただし、分析の効率を向上させるためにHgを分析対象から除いた。そのため、本年度の分析における対象元素は以下の14元素である。分析対象元素:B、Al、V、Cr、Co、Ni、As、Se、Mo、Cd、Sn、Sb、Ba、Pb。また、同様の理由からマイクロ波による分解に石英セルを採用した。石英セルの採用により定量下限値がより低値となった。再推定したICP-MS法の定量下限値を表2に示す。

2)PCBs分析法

分析法には、2013年の調査同様、高分解能GC-MSにより209種のPCBs異性体を分別定量する方法を用いた。ただし、分離に用いるカラムの劣化やロットの違いによる性能の差異が原因となり、2013年の分析時には分離可能であった異性体が一부분離できなかった。上記の分析性能の変化は大きな濃度の見逃しにはつながらないことから、当研究の目的である津波被災と食品濃度の変化との関係を明らかにする上では無視することができる。2013年の分析時から大きく変化がないことを確認するために再推定した検出下限と定量下限の値を表3に示す。

3. 分析結果の取扱い

本研究で採用した ICP-MS 法及び PCBs 分析法の定量下限値は極めて低値である。そのため、特に健康危害リスクへの影響を念頭に、津波被災と有害物質濃度との関係を明らかにするという目的を考慮すれば、採用した分析法により定量性の担保されないほどに低値の分析結果を取り扱う事に重要な意味は無い。このような判断から、定量下限値を下回った分析結果は ND とし、統計量の算出等には使用しなかった。

試料コード ASQ50、EF72、AR84 の試料からは、他の試料の濃度の 10 倍を超える濃度で Mo、Ni、Cr、Co が検出された。これら 4 種の元素の濃度が一様に高い結果からは、試料調製に用いた調理用器具等からのコンタミネーションが疑われた。そのため、上記 3 試料については、Mo、Ni、Cr、Co 濃度のデータを解析対象から除いた。

C. 結果及び考察

1 元素類濃度の実態調査

2012 年及び 2014 年の研究成果として得られた 2 年間の調査に共通する 10 種類の食品計 890 試料の濃度データを、食品種と元素の組合せごと

に図 1～図 14 に示した。図中、試料コードの頭文字が地域を示している。また、2012 年及び 2014 年に得た全ての分析結果に対して算出した順位統計量等を食品種と地域との組合せごとに表 4 に示した。

以下、元素と食品種また、地域との組合せごとに、2 年間にわたり得られた濃度データを俯瞰し概要を述べる。算出した順序統計量については、主に最大値を対象とし、非津波被災地域として選択した地域 K における値との比較し考察を加える。

1-1) ホウ素

2012 年と 2014 年に買い上げた各食品種に属する試料から得られたホウ素濃度データのプロットを図 1-1 及び図 1-2 に示した。アイナメ、サバ、トリの食品種において、2012 年試料に比べ 2014 年試料での検出率が上昇している。これは分析法の改良により定量下限がより低値に設定可能になったことが理由であり、試料濃度の上昇を意味するものではない。図 1 を俯瞰すると、まず食品種によってホウ素濃度が大きく異なることが分かる。具体的には、ダイズは調査した他の食品種に比べ、5～10 倍程度高い濃度でホウ素を含む食品種であると言える。その他、食品種と食品を買い上げた

年及び地域との組合せに特徴的なホウ素濃度の違いは認められない。表 4-1 には、食品種と地域の組合せごとに算出したホウ素濃度の順序統計量を示した。全地域を通じると、ホウ素の検出率は魚試料(アイナメ、カレイ・ヒラメ、サバ)で 60~100%、その他海産物(イカ・タコ、エビ・カニ、カイ)で 100%、農産物(コメ、ダイズ、キノコ)で 80~100%、トリで 50~56%であった。非被災地域 K で検出されたホウ素濃度最大値の 5 倍を指標にすると、地域 A、B、C で購入したキノコのホウ素濃度最大値が指標を超過した。しかし、75%タイル値には 5 倍の違いはなく、特定の津波被災地域産のキノコで特徴的にホウ素濃度が高いとは言えない。なお、最大値を与えた全てのキノコの購入年は 2012 年であった。しかし、なぜ 2012 年に購入したキノコがホウ素濃度の最大値を与えたのかは不明である。

1-2) アルミニウム

アルミニウム濃度データのプロットを図 2-1 及び図 2-2 に示した。アイナメ、カレイ・ヒラメ、サバ、トリ、コメのアルミニウム濃度はその他の食品種に比べ基本的に低い。同一食品種内には、突出して高い濃度の試料が複数含まれていた。しかし、トリを除いては、特

定の地域と購入年の組合せにおいて高頻度に高濃度の試料が含まれているといった特徴があるとは言えない。2014 年に地域 K で買い上げられたトリは全て同一事業者により生産された商品であったため、地域ではなく生産事業者を要因として、試料濃度が高くなったのではないかと推測される。その他、調査した食品種の中では、エビ・カニ、カイ、イカ・タコ、キノコ、ダイズのアルミニウム濃度は比較的高い。同一食品種内に突出して高い濃度の試料が複数含まれていたが、比較的低い濃度の食品種と同様、特定の地域と購入年の組合せに特徴は見いだせない。表 4-2 には、アルミニウム濃度の順序統計量を示した。全地域を通じると、アルミニウムの検出率は魚試料で 0~50%、その他海産物で 41~100%、農産物で 40~100%、トリで 0~60%であった。非被災地域 K で検出されたアルミニウム濃度最大値の 5 倍を指標にすると、複数の食品種と地域との組合せでアルミニウム濃度最大値が指標を超過したが、75%タイル値には 5 倍の違いはなかった。このことから、特定の津波被災地域産の特定食品種のアルミニウム濃度が特徴的に高いとは言えない。

1-3) バナジウム

バナジウム濃度データのプロットを図 3-1 及び図 3-2 に示した。基本的な濃度が食品種により異なり、同一食品種内に突出して高い濃度の試料が複数含まれていたことは、これまでに説明した元素と同様である。地域 K で購入したトリ試料のバナジウム濃度は、他の地域で購入した試料のバナジウム濃度に比べ、より高い濃度に集団を形成しているように見える。しかしこれはアルミニウムの調査結果について考察したとおり、調査対象の全てが特定の一事業者によって生産された食品であったことが原因と推察される。表 4-3 には、濃度の順序統計量を示した。全地域を通じ、バナジウムの検出率は全食品種で 100%であった。非被災地域 K で検出されたバナジウム濃度最大値の 5 倍を指標にすると、複数の食品種と地域との組合せでバナジウム濃度最大値が指標を超過したが、75%タイル値には 5 倍の違いはない。このことから、特定の津波被災地域産の特定食品種のバナジウム濃度が特徴的に高いとは言えない。

1-4)クロム

クロム濃度データのプロットを図 4-1 及び図 4-2 に示した。基本的な濃度が食品種により異なり、同一食品種内に突出して高い濃度の試料が複

数含まれていたことは、これまでに説明した元素と同様である。地域 K で購入したトリ試料のクロム濃度は、アルミニウムやバナジウム濃度と同様により高い濃度に集団を形成しているように見えるが、その原因への考察も同様である。2014 年に購入した米の試料 (BR93) の濃度が、他の全てのコメ試料から突出して高かった。この BR93 のモリブデンやニッケル濃度が連動して高くなかったことから否定されるが、試料調製に用いた器具からのコンタミネーションの可能性が否定できない。表 4-4 には、クロム濃度の順序統計量を示した。全地域を通じると、クロムの検出率は魚試料で 5~58%、その他海産物で 82~100%、農産物で 20~100%、トリで 10~100%であった。非被災地域 K で検出されたクロム濃度最大値の 5 倍を指標にすると、複数の食品種と地域との組合せでクロム濃度最大値が指標を超過したが、地域 A と B を除き 75%タイル値には 5 倍の違いはなかった。最大値と 75%タイル値のみの比較によれば、地域 A と B で購入したキノコ試料中のクロム濃度が非被災地域に比べ高いことが疑われる。キノコ中クロム濃度が地域 K に比べ地域 A と B とで高いことの証明が目的ならば、

より多数のデータを統計学的手法を用いて解析することの理由にはなる。しかし、図 4-2 に明らかなおり、得られた全データを通じ、クロムの濃度は変動の範囲を考慮しても十分に低いため、特別の注意が必要とは考えられない。

1-5)コバルト

コバルト濃度データのプロットを図 5-1 及び図 5-2 に示した。基本的な濃度が食品種により異なり、同一食品種内に突出して高い濃度の試料が複数含まれていたことは、これまでに説明した元素と同様である。なお、全 890 試料中コバルト濃度が最も高かった試料は、地域 K で購入したカイ(KCL71)であった。表 4-5 には、コバルト濃度の順序統計量を示した。全地域を通じ、コバルトの検出率は全食品種で 100%であった。キノコを除く食品種では、非被災地域 K で検出されたコバルト濃度最大値の 5 倍を指標にすると、この指標を超える濃度で検出された試料は 2012 年に地域 C で購入した試料(CCH25)の 1 つだけであった。キノコでは、地域 A~E の全てで指標を超過したが、75%タイル値には 5 倍の違いはなかった。以上の結果から、特定の津波被災地域産の特定食品種のコバルト濃度が特徴的

に高いとは言えない。

1-6)ニッケル

ニッケル濃度データのプロットを図 6-1 及び図 6-2 に示した。アイナメとサバの食品種において、2012 年試料に比べ 2014 年試料での検出率が上昇している。これはホウ素の場合と同じく、分析法の改良により定量下限がより低値に設定可能になったことが理由であり、試料濃度の上昇を意味するものではない。その他、基本的な濃度が食品種により異なり、同一食品種内に突出して高い濃度の試料が複数含まれていたことは、これまでに説明した元素と同様である。地域 K で購入したトリ試料のニッケル濃度は、アルミニウム等の濃度と同様により高い濃度に集団を形成しているように見えるが、その原因への考察も同様である。表 4-6 には、ニッケル濃度の順序統計量を示した。全地域を通じると、ニッケルの検出率は魚試料で 25~80%、その他海産物で 95~100%、農産物で 100%、トリで 5~100%であった。非被災地域 K で検出されたニッケル濃度最大値の 5 倍を指標にすると、複数の食品種と地域との組合せにおいて最大値が指標を超過したが、地域 B で購入したキノコを除き 75%タイル値には 5 倍の違いはなかった。最大

値と75%タイル値のみの比較によれば、地域 B で購入したキノコ試料中のニッケル濃度が地域 K に比べ高いことが疑われる。しかし、図 6-2 に明らかなどおり、得られた全データを通じ、キノコのニッケル濃度は変動の範囲を考慮しても十分に低いため、健康危害リスクへの影響を検討するには当たらないと考えられる。

1-7)ヒ素

ヒ素濃度データのプロットを図 7-1 及び図 7-2 に示した。基本的な濃度が食品種により異なり、同一食品種内に突出して高い濃度の試料が複数含まれていたことは、これまでに説明した元素と同様である。2014 年に地域 B で購入されたカイ試料(BCL41)のヒ素濃度は全試料中最大の 367 mg/kg であった。2 年間を通じて同一地域から購入したその他のカイからはこれほどの高濃度で検出されていない。そのことから、BCL41 は偶然にも高濃度のヒ素に汚染された試料であると考えられる。その他、トリについては、2012 年に地域 C で購入した試料及び 2014 年に地域 E で購入した試料でヒ素濃度がより高い集団を形成しているように見える。しかし何れも 2 年間のうちの 1 年間だけの結果であり、その点からは特定地域と特定食品種の

組合せでヒ素濃度が高値になっているとは考えにくい。表 4-7 には、ヒ素濃度の順序統計量を示した。全地域を通じると、ヒ素の検出率は魚試料と海産物で 100%、農産物で 95~100%、トリで 100%であった。非被災地域 K で検出されたヒ素濃度最大値の 5 倍を指標にすると、複数の食品種と地域との組合せにおいて最大値が指標を超過したが、先に言及した地域 C と E で購入したトリを除き 75%タイル値には 5 倍の違いはなかった。最大値と 75%タイル値のみの比較によれば、地域 C と E で購入したトリ試料中のヒ素濃度が地域 K に比べ高いことが疑われる。しかし、図 7-2 に明らかなどおり、得られた全データを通じ、トリのヒ素濃度は変動の範囲を考慮しても十分に低いため、健康危害リスクへの影響を検討するには当たらないと考えられる。なお、本調査では総ヒ素濃度を分析結果として得ており、精密に健康危害リスクへの影響を考察するためには形態ごとの分別定量が必要である。

1-8)セレン

セレン濃度データのプロットを図 8-1 及び図 8-2 に示した。セレンはこれまでに説明した元素類に比べ、食品種間での濃度の差が小さい。同一食品種内に突出して高い濃度の試料が

含まれていたことは、これまでに説明した元素と同様である。表 4-8 には、セレン濃度の順序統計量を示した。全地域を通じると、セレンの検出率は海産物とトリでは 100%、農産品においても 65%を超えていた。非被災地域 K で検出されたセレン濃度最大値の 5 倍を指標にすると、複数の食品種と地域との組合せにおいて、この指標を超える濃度での検出が確認された。しかしそれら地域と食品種の組合せにおける 75%タイル値と地域 K で購入した対応する食品種での 75%タイル値には、5 倍の違いはなかった。以上の結果から、特定の津波被災地域と食品種の組合せにおいて、セレン濃度が特徴的に高いとは言えない。

1-9)モリブデン

モリブデン濃度データのプロットを図 9-1 及び図 9-2 に示した。サイズを除く食品種間での、モリブデン濃度の違いは小さい。同一食品種内に突出して高い濃度の試料が含まれていたことは、これまでに説明した元素と同様である。その他、カイについては、地域 K で購入した試料の濃度が他の地域で購入した試料に比べ、より高い濃度に集団を形成しているように見える。表 4-9 には、モリブデン濃度の順序統計量を示した。全地域を通じると、モ

リブデンの検出率は魚試料で 67~80%、その他食品種では 100%であった。非被災地域 K で検出されたモリブデン濃度最大値及び 75%タイル値のそれぞれ 5 倍を指標にすると、地域 A で購入したカレイ・ヒラメの濃度の相当する値のみが、それぞれの指標を超えた。カレイ・ヒラメのモリブデン濃度の中央値を地域 A と K とで比較すると、ほぼ一致する大きさであった。以上の結果から、特定の津波被災地域と食品種の組合せにおいて、モリブデン濃度が特徴的に高いとは言えない。

1-10)カドミウム

カドミウム濃度データのプロットを図 10-1 及び図 10-2 に示した。基本的な濃度が食品種により異なり、同一食品種内に突出して高い濃度の試料が複数含まれていたことは、これまでに説明した元素と同様である。表 4-10 には、カドミウム濃度の順序統計量を示した。全地域を通じると、カドミウムの検出率はトリで 50~100%、それ以外の食品種では 100%であった。非被災地域 K で検出されたカドミウム濃度最大値及び 75%タイル値の 5 倍をそれぞれ指標にすると、イカ・タコの食品種においては地域 A~E の全てで相当する値が指標を超えた。地域

K で購入したイカ・タコのカドミウム濃度の中央値は、0.006mg/kg である。これに対し、地域 A～E で購入したイカ・タコのカドミウム濃度の中央値はそれぞれ 0.27 mg/kg、0.15 mg/kg、0.14mg/kg、0.04mg/kg であった。(地域 D と E のデータは合一して解析した)。上記の通り、今回調査した結果に基づけば、イカ・タコのカドミウム濃度は、非津波被災地域である K に比べて津波被災地域 A～E で高いことが疑われる。しかし、地域 K で購入したイカ・タコのカドミウム濃度が偶然低かっただけであり、同じく地域 K を対象に再調査する、もしくは地域 K 以外の非津波被災地域を対象に調査するなどして追加検証することが必要と考える。そのような検証によって、津波被災地域 A～E におけるイカ・タコのカドミウム濃度が非被災地域に比べ高いことが結論づけられたとしても、図 10-1 に明らかなおおりの、全てのイカ・タコのカドミウム濃度データの変動範囲は狭いため、イカ・タコの摂取量を考慮しても、健康危害リスクへの影響を検討するには当たらないと考えられる。イカ・タコその他、地域 B で購入したキノコについても、上記と同様の結果であり、考察が成立する。ただし、地域 B で購入したキノコのカドミウム濃

度は 2012 年にのみ高かった点が特徴であり、イカ・タコ濃度に対する考察との相違点である。

1-11)スズ

スズ濃度データのプロットを図 11-1 及び図 11-2 に示した。本研究の調査対象とした生鮮食品のスズ濃度は基本的に低い。低濃度ながらも、同一食品種内で比較すれば、突出して高い濃度の試料が発見されていることは、これまでに説明した元素と同様である。表 4-11 には、スズ濃度の順序統計量を示した。全地域を通じると、スズの検出率は魚試料で 10～65%、その他海産物で 10～70%、農産物で 0～65%、トリで 5～60%であり、他の元素の検出率に比べると低かった。非被災地域 K で検出されたスズ濃度最大値及び 75%タイル値の 5 倍をそれぞれ指標にすると、イカ・タコでは地域 C と D+E、キノコでは地域 A、トリでは地域 D+E で相当する値が指標を超えた。さらに上記食品種と地域の組合せに応じたスズ濃度の中央値は、地域 K の相当する食品種におけるスズ濃度の中央値よりも高い。しかし、最初に言及したとおり、本研究の調査対象とした生鮮食品のスズ濃度は、缶詰加工品等から検出されるスズ濃度に比較すると無視できるほど低く、

その点において注意が必要とは考えられない。

1-12)アンチモン

アンチモン濃度データのプロットを図 12-1 及び図 12-2 に示した。また、表 4-12 には、アンチモン濃度の順序統計量を示した。本研究の調査対象とした生鮮食品からのアンチモン検出頻度は低く、検出された場合にも濃度が低い。これまで他の元素について考察したとおり、同一食品種内で濃度を比較した場合、突出して濃度が高い試料は発見されている。また非被災地域 K で検出されたアンチモン濃度最大値及び 75%タイル値の 5 倍をそれぞれ指標にすると、指標を超える濃度で検出された試料が帰属する地域と食品種の組合せもある。しかし、特定の地域と食品種との組合せにおいて、必ず濃度が高いといった特徴はなく、かつアンチモンの平均的な濃度が低値かつ変動の範囲が狭い点を踏まえれば、特段注意する必要はないと考える。

1-13)バリウム

バリウム濃度データのプロットを図 13-1 及び図 13-2 に示した。また、表 4-13 には、バリウム濃度の順序統計量を示した。調査した食品種間で比較すると、ダイズの濃度が若干高めで

ある点を除き、バリウムの結果についても、アンチモンの結果に対するのとはほぼ同様の考察がされる。

1-14)鉛

鉛濃度データのプロットを図 14-1 及び図 14-2 に示した。アイナメ、サバの食品種において、2012 年試料に比べ 2014 年試料での検出率が上昇している。これは分析法の改良により定量下限がより低値に設定可能になったことが理由であり、試料濃度の上昇を意味するものではない。基本的な濃度が食品種により異なり、同一食品種内に突出して高い濃度の試料が複数含まれていたことは、これまでに説明した元素と同様である。表 4-14 には、鉛濃度の順序統計量を示した。全地域を通じると、鉛の検出率は、魚試料で 5~55%、その他海産物で 71~70%、農産物で 0~100%、トリでは 0%であった。イカ・タコ、エビ・カニ、カイ、ダイズでの検出率が高い。非被災地域 K で検出された鉛濃度最大値及び 75%タイル値の 5 倍をそれぞれ指標にすると、地域 A で購入したカレイ・ヒラメの最大値のみが指標を超えた。上記の結果からは、調査地域に依存した鉛濃度の注意すべき違いを見いだすことはできず、従ってそれらに伴う健康危害リスクへの影響を検

討するには当たらないと考えられる。

2 PCBs 濃度の実態調査

元素類の分析に比べ、PCBs の分析には時間や労力、費用がかかる。そのため、調査対象地域を地域 A～C の津波被災地及び、地域 K の非津波被災地域に絞り、さらに食品を汚染の蓋然性が高いと考えたアイナメとカレイ・ヒラメに限定して分析した。2014 年に地域 A～C 及び K から買い上げ分析したアイナメ及びカレイ・ヒラメ試料の総数は 80 である。分析には、昨年度と同様に、209 ある PCB 異性体を分別して定量可能な高分解能 GC-MS 法を採用した。この分析法の採用により、209 異性体別の濃度を知ることが基本的には可能であり、また同数の塩素が結合した化合物の一群である、同族体の濃度も算出できる。しかし、津波被災を原因とする PCBs 濃度の変化の有無を明らかにするためには、はじめに総 PCBs 濃度を検証すべきであると考えた。そのため、本報告書では総 PCBs 濃度について集計・解析した結果を報告する。

昨年度得た 2012 年買い上げ試料の分析結果から、上記の地域と食品種との組合せに合致するデータを集め、2014 年買い上げ試料の濃度デ

ータと併せて(総データ数 145;うちアイナメ:69、カレイ・ヒラメ:76)図 15 と図 16 に示した。図 15 は、アイナメ試料の濃度データをプロットした図である。上段には、全濃度データをプロットしてあるが、2014 年に地域 B から購入した試料から、他に比べ突出して高い濃度の総 PCBs が検出されている。この試料(BSB52)の総 PCBs 濃度は、223 ng/g であった。BSB52 の濃度データを除き再プロットした図が、図 15 の下段である。この図を見ると、アイナメの総 PCBs 濃度は、試料の購入年や地域によらず、比較的狭い範囲で変動していることが分かる。また、2014 年に非津波被災地域 K から購入した試料(KSB73～KSB82)の濃度が、他の地域で購入した試料の濃度と比べると、より高濃度側に集団を形成しているようにも見える。図 16 は、カレイ・ヒラメ試料の濃度データをプロットした図である。上段には、全濃度データをプロットしてあるが、アイナメの濃度データと同様、特定の 1 試料(KF83)の濃度が他の試料の濃度と比べ突出して高かった。KF83 の総 PCBs 濃度は、128 ng/g であった。KF83 の濃度データを除き再プロットした図が、図 16 の下段である。この図を見ると、カレイ・ヒラメの総 PCBs 濃度も