

【資 料】

人形峠周辺の環境放射線等測定に係る補完調査－野菜・精米－（第3報）

Complement Survey of Environmental Radiation Level around Ningyotoge
- Vegetables and Polished rice - (3rd Report)

中野拓也, 蜂谷博郎, 加藤大貴, 小川 登, 信森達也, 三宅和彰, 森上嘉亮
NAKANO Takuya, HACHIYA Hiroo, KATOU Daiki, OGAWA Noboru,
NOBUMORI Tatsuya, MIYAKE Kazuaki, MORIKAMI Yoshiaki

要 旨

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構人形峠環境技術センター周辺の環境放射線等測定結果を評価する上での補完データの蓄積を目的として、平成30～令和2年度の3年間、県内で栽培された野菜（ハウレン草及びハクサイ）並びに精米を購入し、放射性核種（ウラン238、ラジウム226）及びふっ素（以下「放射性核種等」という。）の濃度を調査した。3年間の調査では、全ての試料で特異的な値は確認されなかった。また、人形峠周辺における監視測定結果と補完調査結果を比較したが、農産物中の放射性核種等の濃度は概ね同レベルであると考えられた。

[キーワード：環境放射能, ウラン238, ラジウム226, ふっ素]

[Key words : Environmental Radiation, U-238, Ra-226, Fluorine]

1 はじめに

岡山県では、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構人形峠環境技術センター周辺において環境放射線等の監視測定（以下「監視測定」という。）を昭和54年度から継続して行っている。これまで、監視測定結果の評価を補完することを目的に、環境放射線等のバックグラウンドレベルの把握として平成24～26年度は空間γ線線量率等を、また平成27～29年度は指標生物であるヨモギを調査した¹⁾。他方、監視測定対象項目である野菜や精米に含まれる放射性核種（ウラン238（以下「U-238」という。）、ラジウム226（以下「Ra-226」という。）及びふっ素（以下「放射性核種等」という。）の濃度データは、人形峠周辺においては従来からの監視測定により十分な量のデータ蓄積があるが、他地域のデータ等については報告が少ない。

そこで、監視測定の結果を評価する上での補完データの蓄積を目的として、平成30～令和2年度までの3年間、監視測定の対象としている野菜（ハウレン草及びハクサイ）並びに精米に係る岡山県内の放射性核種等の濃度レベルの調査（以下「補完調査」という。）を実施したので、その結果を報告する。

2 材料と方法

2.1 試料入手方法、調査時期及び検体数

試料入手に当たっては、県内全域を対象とするため、地域の偏りがないように選定した農業協同組合直売所等において、栽培地域が特定可能なものを購入した。また、調査時期及び検体数については、各農作物の主な栽培期を考慮しつつ、監視測定と同時期に試料を入手することとし、各年度の上半期にハウレン草を7検体（平成30年度は6検体）、下半期にハクサイ及び精米をそれぞれ7検体とした。

2.2 測定項目、測定方法等

測定項目、測定方法及び使用した測定機器を表1に示す。監視測定では、文部科学省放射能測定法シリーズ²⁾に準拠して試料の前処理を行った後、U-238及びRa-226濃度は同シリーズに、ふっ素濃度はふっ素イオン電極法³⁾に準拠してそれぞれ測定しており、本調査においても同様の方法により行った。

2.3 試料の前処理

ハウレン草は根部を取り除いた葉部及び茎部を、ハクサイは根部及び芯を取り除いた葉部を分析対象試料とし、それぞれ水洗後に生重量を測定した。精米は生重量を測定した。

U-238及びRa-226の濃度測定に供する試料は、105℃の熱風循環式乾燥装置（富士科学器械製 S7P）で十分に乾燥させ、脱臭装置付電気炉（東京技術研究所製 TFF80-C）を用いて灰試料とした。

表1 測定項目, 測定方法, 測定機器一覧

測定項目	測定方法	測定機器
U-238	TBP抽出分離法及び α線スペクトロメトリ法	α線波高分析装置 (CANBERRA製α-Analyst)
Ra-226	EDTA-4Na分解・BaSO ₄ 再沈法 及び全α計数法	2πガスフロー自動測定装置 (日立アロカメディカル製LBC-4311B)
ふっ素	ふっ素イオン電極法	ふっ素イオンメーター (サーモフィッシャーサイエンティフィック製VERSA STAR)

ふっ素濃度測定に供する試料については、ハウレン草及びハクサイは、105℃の定常恒温器（ヤマト科学製DK63）で試料を十分に乾燥させ、ウイレー型粉砕器（吉田製作所製1029-A）で粉砕した。精米は、超遠心粉砕器（Retsch製ZM200）で粉砕した後、105℃の定常恒温器で十分に乾燥させた。

2.4 放射性核種等の濃度測定

U-238濃度は、α線波高分析装置（CANBERRA製α-Analyst）を、Ra-226濃度測定については、2πガスフロー自動測定装置（日立アロカメディカル製LBC-4311B）を用いて測定した。これらの濃度は、灰化率から生重量当たりの放射能濃度への換算を行った（Bq/kg生）。

ふっ素濃度については、ふっ素濃度イオンメーター（サーモフィッシャーサイエンティフィック製VERSA STAR）を用いて測定した。ふっ素濃度については、水分率から生重量当たりのふっ素濃度への換算を行った（mg/kg生）。

3 結果及び考察

各地点の今年度及びこれまで^{4), 5)}の測定結果と、比較のための人形峠周辺における監視測定結果^{6)~10)}を表2~4に示す。

なお、放射線計測による測定結果は、測定値が計数誤差の3倍を超える場合を有意値とし、3倍以下の場合にはND（不検出）と表記し、ふっ素の測定結果については、検出下限値（0.3 mg/kg乾）未満の場合は<0.3と表記した。

ハウレン草の放射性核種等濃度の測定結果（表2）について、各検体のU-238濃度はND~0.008 Bq/kg生、Ra-226濃度はND~0.06 Bq/kg生、ふっ素濃度は0.1~0.5 mg/kg生であった。

ハクサイの放射性核種等濃度の測定結果（表3）については、各検体のU-238濃度はND~0.013 Bq/kg生、Ra-226濃度はND~0.05 Bq/kg生、ふっ素濃度は<0.3

~0.1 mg/kg生であった。

精米の放射性核種等濃度の測定結果（表4）については、各検体のU-238濃度、Ra-226濃度はいずれも全ての検体で不検出、ふっ素濃度は<0.3~0.3 mg/kg生であった。

今回の補完調査結果と人形峠周辺における監視測定結果を比較するため、測定項目別の最大値、最小値及び平均値を図1~3に示す。なお、放射線計測及びふっ素分析における検出下限値未満は0として統計処理した。

補完調査結果と監視測定結果のU-238濃度範囲の比較（図1）では、ハウレン草は監視測定結果と比較して補完調査結果はやや低いレベルであり、比較的ばらつきが少なかった。ハクサイについてはほぼ同レベルであり、精米については全て検出下限値未満であった。

補完調査結果と監視測定結果のRa-226濃度範囲の比較（図2）では、ハウレン草及びハクサイは監視測定結果と補完調査結果は同レベルであり、いずれも両結果でばらつきが大きかった。また、精米については全て検出下限値未満であった。

補完調査結果と監視測定結果のふっ素濃度範囲の比較（図3）では、ハウレン草は監視測定結果と比較して補完調査結果はやや低いレベルであり、ハクサイ及び精米については同レベルであった。

監視測定結果と補完調査結果を比較すると、ハウレン草のU-238、Ra-226及びふっ素濃度、ハクサイのRa-226濃度の平均値については、監視測定結果が補完調査結果と比較しやや高い傾向であったが、ばらつきが大きく、いずれの項目もそれぞれの測定範囲が重なっていることから、概ね同レベルであると考えられる。

4 まとめ

平成30~令和2年度に実施した調査から、ハウレン草、ハクサイ及び精米の放射性核種等について、岡山県内の濃度レベルを把握することができた。また、この調

表2 ホウレン草の放射性核種等濃度の測定結果

上段: H30年度、中段: R1年度、下段: R2年度

地域	灰化率 (%)	U-238 (Bq/kg生)	Ra-226 (Bq/kg生)	ふっ素 (mg/kg)			
				乾	生 (換算値)	水分率 (%)	
A	2.70	ND (0.004±0.002)	ND (0.05±0.02)	3.0	0.4	87.4	
	2.10	0.007±0.002	ND (0.04±0.02)	2.1	0.2	90.9	
	1.70	ND (0.002±0.002)	ND (0.01±0.01)	1.3	0.1	93.2	
B	2.06	ND (0.001±0.001)	ND (0.01±0.02)	1.6	0.1	92.4	
	2.04	0.008±0.002	ND (0.01±0.01)	2.5	0.2	91.0	
	2.41	ND (-0.002±0.003)	ND (0.01±0.02)	1.4	0.1	89.9	
C	2.65	ND (0.004±0.002)	ND (0.00±0.02)	1.4	0.1	90.1	
	2.50	ND (0.001±0.001)	ND (0.02±0.02)	2.1	0.2	90.5	
	2.37	ND (0.003±0.003)	ND (0.03±0.02)	1.0	0.1	90.6	
D	2.15	ND (0.002±0.001)	ND (0.05±0.02)	1.8	0.1	92.0	
	1.93	ND (0.002±0.001)	ND (0.02±0.01)	1.3	0.1	92.5	
	2.33	ND (0.000±0.002)	ND (0.01±0.02)	1.3	0.1	91.0	
E	1.67	0.004±0.001	ND (0.02±0.01)	3.6	0.2	93.4	
	1.73	ND (0.004±0.001)	0.06±0.02	1.5	0.1	92.4	
	1.71	ND (-0.004±0.002)	ND (0.02±0.01)	3.8	0.5	87.1	
F	1.70	ND (0.004±0.001)	ND (0.00±0.01)	2.5	0.2	93.6	
	2.27	0.006±0.002	ND (0.01±0.02)	1.7	0.1	91.4	
	2.25	ND (0.004±0.003)	ND (0.02±0.02)	2.0	0.2	89.4	
G	/	/	/	/	/	/	
	2.06	0.004±0.001	ND (0.01±0.01)	2.1	0.2	92.2	
	2.49	ND (-0.004±0.003)	ND (0.00±0.02)	0.9	0.1	90.8	
測定値の範囲(H30~R2)		1.67~2.70	ND~0.008	ND~0.06	0.9 ~ 3.8	0.1 ~ 0.5	87.1~93.6
調査エリア	調査地点	灰化率 (%)	U-238 (Bq/kg生)	Ra-226 (Bq/kg生)	ふっ素 (mg/kg)		
					乾	生 (換算値)	水分率 (%)
人形峠周辺 (H28~R2)	天王	1.62~2.48	0.016 ~ 0.050	ND ~ 0.06	2.8 ~ 5.7	0.2 ~ 0.4	91.3~93.5
	赤和瀬	1.55~2.30	ND ~ 0.046	ND ~ 0.07	3.2 ~ 8.6	0.2 ~ 0.6	91.7~93.8
	中津河	1.54~2.43	ND ~ 0.057	ND ~ 0.08	/	/	/

表3 ハクサイの放射性核種等濃度の測定結果

上段:H30年度、中段:R1年度、下段:R2年度

地域		灰化率 (%)	U-238 (Bq/kg生)	Ra-226 (Bq/kg生)	ふっ素 (mg/kg)		
					乾	生 (換算値)	水分率 (%)
A		0.53	ND (0.001±0.000)	0.05±0.01	1.2	0.05	95.7
		0.75	ND (0.000±0.000)	0.03±0.01	0.4	0.02	95.4
		0.66	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)	0.6	0.03	95.3
B		0.57	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)	0.5	0.02	96.0
		0.59	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.01)	2.0	0.08	95.8
		0.53	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)	0.4	0.02	94.9
C		0.56	ND (0.000±0.000)	0.02±0.01	0.4	0.02	95.1
		0.75	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.01)	0.5	0.02	95.4
		0.60	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	0.7	0.03	96.2
D		0.55	ND (0.000±0.000)	0.02±0.01	0.3	0.01	96.8
		0.59	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	0.4	0.02	95.5
		0.55	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)	0.7	0.03	95.2
E		0.55	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	0.5	0.02	95.9
		0.57	0.013±0.001	ND (0.00±0.00)	0.6	0.03	95.4
		0.64	ND (0.001±0.000)	ND (0.00±0.00)	0.9	0.05	94.8
F		0.65	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	0.4	0.02	95.0
		0.57	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	2.3	0.1	95.6
		0.73	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	1.3	0.06	95.7
G		0.56	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)	< 0.3	< 0.3	96.3
		0.58	ND (0.000±0.000)	0.02±0.01	0.4	0.02	95.9
		0.58	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	0.4	0.03	94.2
測定値の範囲(H30~R2)		0.53~0.75	ND~0.013	ND~0.05	< 0.3 ~ 2.3	< 0.3 ~ 0.1	94.2~96.8
調査エリア	調査地点	灰化率 (%)	U-238 (Bq/kg生)	Ra-226 (Bq/kg生)	ふっ素 (mg/kg)		
					乾	生 (換算値)	水分率 (%)
人形峠周辺 (H28~R2)	天王	0.71~0.81	ND ~ 0.003	ND ~ 0.04	0.5 ~ 1.2	0.02 ~ 0.1	95.1~96.7
	赤和瀬	0.57~0.92	ND ~ 0.002	ND ~ 0.04	0.4 ~ 2.8	0.01 ~ 0.1	94.6~96.8

表4 精米の放射性核種等濃度の測定結果

上段: H30年度、中段: R1年度、下段: R2年度

地域	灰化率 (%)	U-238 (Bq/kg生)	Ra-226 (Bq/kg生)	ふっ素 (mg/kg)			
				乾	生 (換算値)	水分率 (%)	
A	0.72	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.4	
	0.47	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.1	
	0.81	ND (0.001±0.000)	ND (0.01±0.01)	< 0.3	< 0.3	14.1	
B	0.53	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)	< 0.3	< 0.3	13.0	
	0.58	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.1	
	0.46	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.7	
C	0.54	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.1	
	0.63	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	12.3	
	0.77	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.01)	< 0.3	< 0.3	13.5	
D	0.54	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)	< 0.3	< 0.3	13.8	
	0.69	ND (0.001±0.001)	ND (0.01±0.01)	< 0.3	< 0.3	12.8	
	0.61	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)	0.4	0.3	13.4	
E	0.57	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	10.7	
	0.55	ND (0.000±0.001)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.0	
	0.69	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.2	
F	0.62	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.1	
	0.57	ND (0.000±0.001)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	13.0	
	0.57	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)	< 0.3	< 0.3	13.9	
G	0.55	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.9	
	0.71	ND (0.000±0.001)	ND (0.01±0.01)	< 0.3	< 0.3	12.7	
	0.58	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	13.3	
測定値の範囲(H30~R2)		0.46~0.81	ND	ND	< 0.3 ~ 0.4	< 0.3 ~ 0.3	10.7~14.9
調査エリア	調査地点	灰化率 (%)	U-238 (Bq/kg生)	Ra-226 (Bq/kg生)	ふっ素 (mg/kg)		
					乾	生 (換算値)	水分率 (%)
人形峠周辺 (H28~R2)	天王	0.60~0.71	ND	ND	< 0.3	< 0.3	12.3~15.1
	赤和瀬	0.62~0.93	ND	ND	< 0.3	< 0.3	11.2~15.1
	中津河	0.55~0.68	ND	ND			

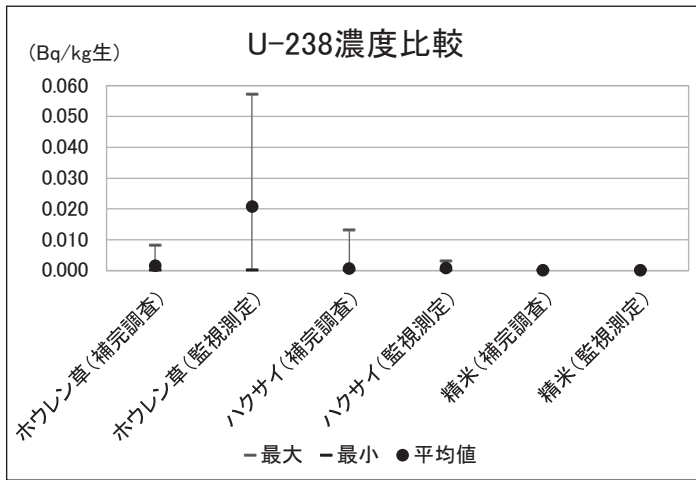


図1 補完調査結果と監視測定結果のU-238濃度範囲の比較

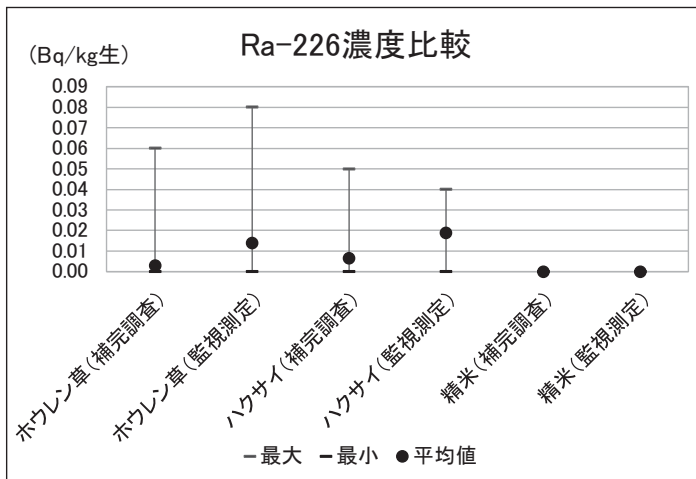


図2 補完調査結果と監視測定結果のRa-226濃度範囲の比較

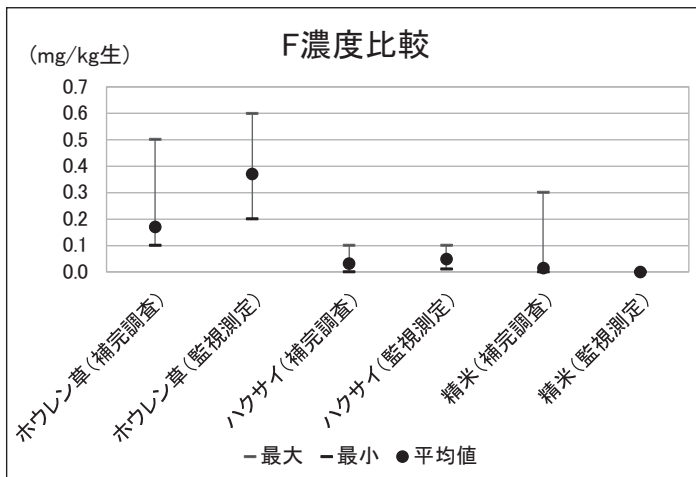


図3 補完調査結果と監視測定結果のふっ素濃度範囲の比較

査の範囲において、既報⁵⁾のとおり施肥等の影響によりU-238濃度が比較的高値となった可能性がある検体が確認されたものの、全体的に特異的な値は認められなかった。

監視測定結果と補完調査結果を比較すると、一部の項目で監視測定結果の方がやや高い傾向があったが、ばらつきが大きいものの測定範囲が重なっていることから、放射性核種等の濃度は概ね同レベルであると考えられる。

文 献

- 1) 蜂谷博郎, 木下浩行, 加藤大貴, 清水光郎, 小川 登: 岡山県内における環境放射能バックグラウンド調査-ヨモギ- (第3報), 岡山県環境保健センター年報, 42, 27-34, 2018
- 2) 文部科学省: 放射能測定法シリーズ <https://www.kankyo-hoshano.go.jp/library/series/> (2021.6.1 アクセス)
- 3) 柳沢三郎: 植物体中のフッ化物の測定法の検討, 環境保健レポート, 8, 33-37, 1972
- 4) 蜂谷博郎, 加藤大貴, 信森達也: 人形峠周辺の環境放射線等測定に係る補完調査-野菜・精米- (第1報), 岡山県環境保健センター年報, 43, 69-72, 2019
- 5) 中野拓也, 蜂谷博郎, 加藤大貴, 小川 登, 信森達也: 人形峠周辺の環境放射線等測定に係る補完調査-野菜・精米- (第2報), 岡山県環境保健センター年報, 44, 41-44, 2020
- 6) 岡山県: 人形峠周辺の環境放射線等測定報告書, 39, 2017
- 7) 岡山県: 人形峠周辺の環境放射線等測定報告書, 40, 2018
- 8) 岡山県: 人形峠周辺の環境放射線等測定報告書, 41, 2019
- 9) 岡山県: 人形峠周辺の環境放射線等測定報告書, 42, 2020
- 10) 岡山県: 人形峠周辺の環境放射線等測定報告書, 43, 2021