

【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2報）

Complement Survey of Environmental Radiation Level around Ningyotoge  
-Vegetables and Polished rice - (2nd Report)

中野拓也, 蜂谷博郎, 加藤大貴, 小川 登, 信森達也  
NAKANO Takuya, HACHIYA Hiroo, KATO Daiki, OGAWA Noboru,  
NOBUMORI Tatsuya

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参考となる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（ホ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）及びふっ素濃度を調査する。令和元年度の調査では、ホウレン草のウラン238は人形峠周辺における監視測定結果の下限レベルと同程度であり、他の全ての試料のウラン238、ラジウム226及びふっ素濃度は人形峠周辺における監視測定結果と同程度であった。

[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（以下「人形峠センター」という。）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。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。）及びふっ素濃度のデータは、人形峠センター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、人形峠センター周辺における監視測定の結果を評価する上で参考となるデータを蓄積することを目的として、監視測定の対象としている野菜（ホウレン草及

びハクサイ）並びに精米に係る岡山県内の環境放射線等の濃度レベルの調査を実施したので、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、既報<sup>1)</sup>と同様に県内全域を対象とし、栽培地域が特定可能な農業協同組合直売所等から地域の偏りが無いよう購入した。また、調査時期及び検体数については、上半期にホウレン草を7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、U-238、Ra-226及びふっ素濃度につ

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 <sub>4</sub> 再沈法及び全α計数法	2πガスフロー自動測定装置 (日立70kMeVイカル製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)

いて、文部科学省放射能測定法シリーズ<sup>2)</sup>に準拠して前処理を行った後、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<sup>3)</sup>に準拠してそれぞれ測定している。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の濃度測定に当たっては、105℃の熱風循環式乾燥装置（富士科学器械製 S7P）で試料を十分に乾燥させ、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。

ふっ素濃度測定に当たっては、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、ウイレー型粉碎机（吉田製作所製 1029-A）で粉碎した。精米は、超遠心粉碎机（Retsch製 ZM200）で粉碎した後、105℃の定常恒温器で十分に乾燥させた。

### 2.4 放射性核種及びふっ素濃度の測定

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

ふっ素濃度測定については、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）を用いた。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

各試料の測定結果と、比較のための人形峠周辺における監視測定結果<sup>4)~9)</sup>を表2~4に示す。

なお、放射線計測による測定結果については、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）と表記した。

ハウレン草の放射性核種及びふっ素濃度測定結果（表2）について、各検体のU-238濃度はND~0.008 Bq/kg生、

表2 ホウレン草の放射性核種及びふっ素濃度測定結果

検体名	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	2.10	0.007±0.002	ND (0.04±0.02)	2.1	0.2	90.9
B	2.04	0.008±0.002	ND (0.01±0.01)	2.5	0.2	91.0
C	2.50	ND (0.001±0.001)	ND (0.02±0.02)	2.1	0.2	90.5
D	1.93	ND (0.002±0.001)	ND (0.02±0.01)	1.3	0.1	92.5
E	1.73	ND (0.004±0.001)	0.06±0.02	1.5	0.1	92.4
F	2.27	0.006±0.002	ND (0.01±0.02)	1.7	0.1	91.4
G	2.06	0.004±0.001	ND (0.01±0.01)	2.1	0.2	92.2
測定値の範囲		ND ~ 0.008	ND ~ 0.06	1.3 ~ 2.5	0.1 ~ 0.2	
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 (R1)	天王	0.050 ± 0.005	ND (0.04±0.02)	5.7	0.4	93.5
	赤和瀬	0.045 ± 0.004	0.07±0.02	7.9	0.5	93.8
	中津河	0.003 ± 0.001	ND (0.01±0.01)			
【参考】過去5年の測定値の範囲 (H26~H30)		0.004 ~ 0.057	ND ~ 0.08	1.6 ~ 8.6	< 0.3 ~ 0.6	

表3 ハクサイの放射性核種及びふっ素濃度測定結果

検体	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	0.75	ND (0.000±0.000)	0.03 ± 0.01	0.4	0.02	95.4	
B	0.59	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.01)	2.0	0.08	95.8	
C	0.75	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.01)	0.5	0.02	95.4	
D	0.59	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	0.4	0.02	95.5	
E	0.57	0.013 ± 0.001	ND (0.00±0.00)	0.6	0.03	95.4	
F	0.57	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	2.3	0.10	95.6	
G	0.58	ND (0.000±0.000)	0.02 ± 0.01	0.4	0.02	95.9	
測定値の範囲		ND ~ 0.013	ND ~ 0.03	0.4 ~ 2.3	0.02 ~ 0.10		
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 (R1)	天王	0.77	ND (0.001±0.001)	0.04 ± 0.01	0.5	0.02	95.6
	赤和瀬	0.61	ND (0.000±0.000)	0.02 ± 0.01	0.4	0.01	96.7
【参考】過去5年の測定値の範囲(H26~H30)			ND ~ 0.003	ND ~ 0.04	0.4 ~ 2.8	0.01 ~ 0.10	

表4 精米の放射性核種及びふっ素濃度測定結果

検体	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	0.47	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.1	
B	0.58	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.1	
C	0.63	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	12.3	
D	0.69	ND (0.001±0.001)	ND (0.01±0.01)	< 0.3	< 0.3	12.8	
E	0.55	ND (0.000±0.001)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	14.0	
F	0.57	ND (0.000±0.001)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	13.0	
G	0.71	ND (0.000±0.001)	ND (0.01±0.01)	< 0.3	< 0.3	12.7	
測定値の範囲		ND	ND	< 0.3	< 0.3		
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 (R1)	天王	0.60	ND (0.000±0.000)	ND (0.00±0.00)	< 0.3	< 0.3	13.7
	赤和瀬	0.78	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)	< 0.3	< 0.3	12.7
	中津河	0.61	ND (0.000±0.000)	ND (0.01±0.00)			
【参考】過去5年の測定値の範囲(H26~H30)			ND	ND	< 0.3	< 0.3	

Ra-226濃度はND～0.06 Bq/kg生, ふっ素濃度は0.1～0.2 mg/kg生であった。

ハクサイの放射性核種及びふっ素濃度測定結果(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～0.03 Bq/kg生, ふっ素濃度は0.02～0.10 mg/kg生であった。

精米の放射性核種及びふっ素濃度測定結果(表4)については, 各検体のU-238濃度, Ra-226濃度及びふっ素濃度はいずれも全ての検体で不検出のレベルであった。

今回の調査結果を人形峠周辺における監視測定結果と比較すると, ホウレン草では, いずれの検体もU-238濃度及びRa-226濃度は人形峠周辺における監視結果の平成26～令和元年度の測定値の範囲の下限値レベルと同程度であった。また, ふっ素濃度も同様のレベルであった。

ハクサイでは, U-238濃度はほとんど不検出のレベルであったが, 検体Eは0.013 Bq/kg生と人形峠周辺における監視結果の平成26～令和元年度の測定値の範囲と比較すると高い値となっていた。平成26年以前の結果では平成10年に天王で0.011 Bq/kg生が報告<sup>10)</sup>されているなど, 人形峠周辺で0.010 Bq/kg生程度の濃度が過去数回報告されていることから, 検体EのU-238濃度は人形峠周辺におけるこれまでの監視測定結果の範囲内にあるものと考えられる。なお, 検体EのU-238濃度が高値となった原因は不明であるが, 森上らの報告<sup>11)</sup>によると, 植物中のU-238濃度は, 施肥等を通じて生育土壌中に含まれるU-238濃度を反映させていることが示唆されている。よって, 今回の調査でU-238濃度が比較的高値であった検体Eについても, 施肥の影響を受けた可能性がある。Ra-226濃度及びふっ素濃度は人形峠周辺における監視測定結果の下限値レベルと同程度であった。

精米においてはU-238濃度, Ra-226濃度及びふっ素濃度は人形峠周辺における監視測定結果と同程度であった。

#### 4 まとめ

今回の調査結果を人形峠周辺における監視測定結果と比較すると, ハクサイでは, 7検体中1検体のU-238濃度が人形峠周辺における監視結果の平成26～令和元年度の測定値の範囲と比較すると高い値であった。過去に同程度の値が人形峠周辺で数回報告されているが, この点は継続を要すると考えられる。

ハクサイの残り6検体, ホウレン草, 精米においては, U-238濃度, Ra-226濃度及びふっ素濃度は人形峠周辺における近年の監視測定結果と同程度であった。

次年度も引き続き調査を実施し, 継続的にデータを蓄積する。

#### 文 献

- 1) 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
- 2) 文部科学省: 放射能測定法シリーズ [http://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/pdf\\_series\\_index.html](http://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/pdf_series_index.html) (2020.6.1 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) 岡山県: 人形峠周辺の環境放射線等測定報告書, 37, 2015
- 5) 岡山県: 人形峠周辺の環境放射線等測定報告書, 38, 2016
- 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, 21, 1999
- 11) 森上嘉亮, 道広憲秀, 清水光郎, 宮崎清: 土壌及び植物中のRa-226またはフッ素のU-238との濃度関係について, 岡山県環境保健センター年報, 32, 75-81, 2008