

[調査研究]

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)

Survey of Environmental Radiation Background Level in Okayama Prefecture -Mugwort- (3rd Report)

蜂谷博郎, 木下浩行, 加藤大貴, 清水光郎, 小川 登 (放射能科)

Hiroo Hachiya, Hiroyuki Kinoshita, Daiki Katou, Mitsuo Shimizu, Noboru Ogawa
(Environmental Radiation Section)

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における環境放射線等測定結果の評価を補完するために、平成27～29年度は指標生物であるヨモギを対象として岡山県内の環境放射線等のバックグラウンドレベルを季節別に調査することとし、放射性核種濃度及びふっ素濃度の測定を実施した。人形峠環境技術センター周辺とその他のエリアの結果を比較すると、ウラン238濃度及びふっ素濃度に大きな差がみられなかったが、ラジウム226濃度は同センター周辺のヨモギが高めの傾向を示した。セシウム137濃度は東京電力福島第一原子力発電所事故前の他府県の測定結果と同程度であった。

[キーワード：ヨモギ, 環境放射能, ふっ素, バックグラウンド, 岡山県]

[Key words : Mugwort, Environmental Radiation, Fluorine, Background, Okayama Prefecture]

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を昭和54年度から継続して行っている。東京電力福島第一原子力発電所（以下「福島第一原発」という。）での事故を契機として、原子力災害発生時の施設からの放射性物質または放射線による周辺環境への影響を適切に評価する観点から、平常時における環境放射線等のレベルを把握しておくことが重要となっている。ちなみに、福島第一原発事故後、環境放射能水準調査（原子力規制庁委託）においてモニタリングが強化されているが、岡山県において福島第一原発事故の影響は認められていない。

そこで、県内の環境放射線等のバックグラウンドレベルを把握することで、人形峠センター周辺における環境放射線等測定結果の評価を補完することを目的として、平成24～26年度に空間γ線線量率、土壌及び河川水中の放射性核種濃度等のバックグラウンド調査を実施した¹⁾。平成27～29年度は生物質を対象として調査を行うこととし、県内に広域的に分布が認められ、比較的採取が容易な指標生物²⁾であるヨモギを対象として調査を実施したので、その調査結果を報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点

既報¹⁾と同様に岡山県を図1に示すように16メッシュに区切り、このうち海域や山間部等が大半を占める等により試料採取が困難な3つのエリアを除く13エリアを調査対象エリアとした。各エリアの調査地点を表1に示す。C4は人形峠センター周辺の3地点、その他のエリアは平成24

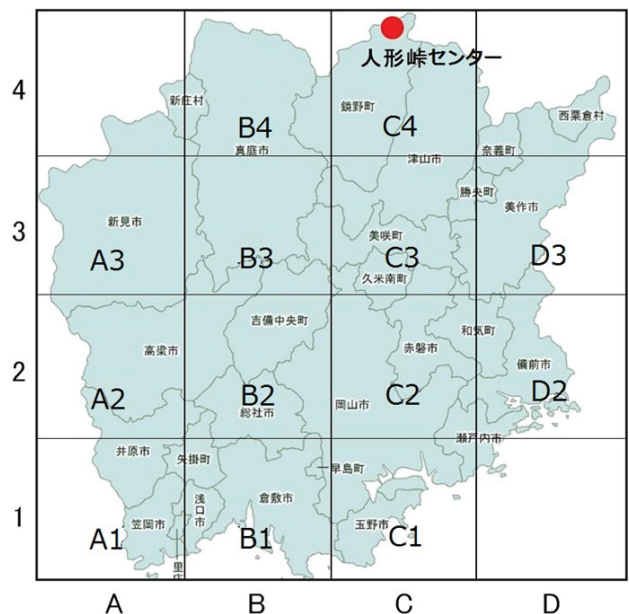


図1 県内メッシュ調査図

～26年度に調査を行った河川水の採取地点周辺を調査地点とした。

表1 ヨモギの調査地点一覧

| 測定エリア | 調査地点 |
|-------|--------------|
| A1 | 浅口市鴨方町六条院東地内 |
| A2 | 高梁市中井町西方地内 |
| A3 | 新見市西方地内 |
| B1 | 倉敷市真備町箭田地内 |
| B2 | 岡山市北区御津虎倉地内 |
| B3 | 真庭市江川地内 |
| B4 | 真庭市蒜山下長田地内 |
| C1 | 岡山市南区藤田地内 |
| C2 | 岡山市中区桜橋地内 |
| C3 | 津山市中島地内 |
| D2 | 和気郡和気町尺所地内 |
| D3 | 美作市栄町地内 |
| C4 | 天王地区 |
| | 赤和瀬地区 |
| | 中津河地区 |

2.2 調査時期

平成27年度は夏季（6月）、平成28年度は秋季（9月）、平成29年度は春季（5月）に調査を行った。

2.3 測定項目及び測定方法等

測定項目、測定方法並びに使用した測定機器を表2に示す。測定項目はヨモギに含まれる放射性核種濃度及びふっ素（以下「F」という。）濃度とし、試料の採取、前処理は文部科学省放射能測定法シリーズ³⁾に準拠して行った。測定方法は、放射性核種濃度は文部科学省放射能測定法シリーズに準拠した方法、F濃度はFイオン電極法⁴⁾に準拠した方法で実施した。

表2 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 |
|---------------|---|--|
| ウラン 238 | TBP 抽出分離法＋ α線スペクトロメトリ法 | α線波高分析装置 (CANBERRA 製 α-Analyst) |
| ラジウム 226 | EDTA-4Na 分解・BaSO ₄ 再沈法＋ 全 α 計数法 | 2π ガスフロー自動測定装置 (日立アロカテクノロジーズ製 LBC-4311B) |
| フッ素 | フッ素イオン電極法 | フッ素イオンメーター (H27 : サモエレクトロニクス製 920AQ) (H28, 29: サモイオンサイエンティフィクス製 VERSA STAR) |
| セシウム 134, 137 | Ge 半導体検出器による γ 線放出核種測定 | Ge 半導体検出器 (CANBERRA 製 GR-3019) |

採取したヨモギは茎や枯れ葉等を取り除き、葉部を分析対象試料とした。葉部は生重量を測定した後水洗いし、

それぞれの測定項目に応じて前処理及び試料調製を行った。

ここで、F測定には乾燥試料（約10g）を用いたが、人形峠周辺で実施している監視測定と同様に水分率から生重量あたりのF濃度への換算を行った。また、ウラン238（以下「U-238」という。）測定については灰試料約3g、ラジウム226（以下「Ra-226」という。）測定については灰試料約1g用いて測定を行った。セシウム134及びセシウム137（以下「Cs-134」及び「Cs-137」という。）測定については、灰試料約30gをU-8容器に詰めて80,000秒測定した。

なお、放射線計測による測定結果については、計数誤差の3倍を超えた場合を有意値とし、それ以下の場合是不検出（ND）とし、Cs-134,137について不検出（ND）は計数誤差の3倍に不等号を付して表記した。

3 結果及び考察

ヨモギの放射性核種及びF濃度測定結果を表3に示す。U-238濃度は0.003～0.035 Bq/kg生、Ra-226濃度はND～1.37 Bq/kg生、F濃度は0.4～2.7 mg/kg乾、Cs-134濃度は全地点でND、Cs-137濃度はND～0.63 Bq/kg生であった。

表3 ヨモギの放射性核種及びF濃度測定結果（平成27～29年度）

| 調査エリア | 採取年月日 | 灰化率 (%) | U-238 (Bq/kg生) | Ra-226 (Bq/kg生) | F (mg/kg) | | | Cs-134 (Bq/kg生) | Cs-137 (Bq/kg生) | |
|--------|----------|----------|----------------|-----------------|-------------|-----------|---------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | | | 乾 | 生 (換算値) | 水分率 (%) | | | |
| A1 | H27.6.1 | 2.97 | 0.023 ± 0.004 | 0.77 ± 0.07 | 1.6 | 0.5 | 70.5 | ND (<0.08) | ND (<0.08) | |
| | H28.9.6 | 3.29 | 0.035 ± 0.004 | 0.49 ± 0.06 | 1.5 | 0.5 | 65.0 | ND (<0.08) | ND (<0.07) | |
| | H29.5.8 | 2.35 | 0.012 ± 0.002 | 0.65 ± 0.06 | 2.7 | 0.7 | 74.9 | ND (<0.06) | ND (<0.06) | |
| A2 | H27.6.2 | 4.00 | 0.017 ± 0.004 | 0.09 ± 0.02 | 1.0 | 0.3 | 67.3 | ND (<0.10) | 0.22 ± 0.03 | |
| | H28.9.14 | 2.08 | 0.004 ± 0.001 | ND (0.02±0.02) | 0.8 | 0.2 | 78.9 | ND (<0.05) | 0.18 ± 0.01 | |
| | H29.5.11 | 2.11 | 0.006 ± 0.001 | 0.10 ± 0.02 | 1.7 | 0.3 | 81.8 | ND (<0.06) | 0.07 ± 0.01 | |
| A3 | H27.6.2 | 3.97 | 0.012 ± 0.004 | 0.07 ± 0.02 | 0.8 | 0.3 | 64.0 | ND (<0.09) | 0.63 ± 0.03 | |
| | H28.9.12 | 1.76 | 0.003 ± 0.001 | ND (0.04±0.02) | 0.5 | 0.1 | 84.5 | ND (<0.04) | 0.24 ± 0.01 | |
| | H29.5.11 | 2.25 | 0.007 ± 0.002 | 0.10 ± 0.02 | 1.7 | 0.4 | 79.2 | ND (<0.06) | 0.12 ± 0.01 | |
| B1 | H27.6.1 | 3.11 | 0.020 ± 0.003 | 0.70 ± 0.07 | 1.6 | 0.5 | 69.4 | ND (<0.08) | ND (<0.08) | |
| | H28.9.6 | 2.74 | 0.013 ± 0.002 | 0.34 ± 0.05 | 0.5 | 0.1 | 68.8 | ND (<0.06) | ND (<0.06) | |
| | H29.5.8 | 2.27 | 0.011 ± 0.002 | 0.57 ± 0.05 | 1.8 | 0.4 | 76.3 | ND (<0.06) | ND (<0.06) | |
| B2 | H27.6.8 | 2.55 | 0.008 ± 0.002 | 0.36 ± 0.04 | 0.7 | 0.2 | 77.3 | ND (<0.07) | ND (<0.06) | |
| | H28.9.14 | 2.29 | 0.011 ± 0.002 | 0.25 ± 0.04 | 0.6 | 0.1 | 76.2 | ND (<0.06) | ND (<0.06) | |
| | H29.5.11 | 2.10 | 0.008 ± 0.001 | 0.22 ± 0.03 | 1.3 | 0.3 | 80.4 | ND (<0.05) | ND (<0.05) | |
| B3 | H27.6.2 | 3.32 | 0.006 ± 0.002 | 0.10 ± 0.03 | 0.7 | 0.2 | 71.0 | ND (<0.08) | ND (<0.08) | |
| | H28.9.12 | 1.94 | 0.004 ± 0.001 | 0.14 ± 0.03 | 0.5 | 0.1 | 82.2 | ND (<0.04) | 0.12 ± 0.01 | |
| | H29.5.15 | 2.02 | 0.006 ± 0.001 | 0.12 ± 0.02 | 1.4 | 0.3 | 79.9 | ND (<0.05) | ND (<0.06) | |
| B4 | H27.6.8 | 2.93 | 0.011 ± 0.003 | 0.24 ± 0.04 | 0.8 | 0.2 | 69.3 | ND (<0.08) | 0.45 ± 0.03 | |
| | H28.9.12 | 2.09 | 0.006 ± 0.001 | 0.23 ± 0.03 | 0.5 | 0.1 | 76.6 | ND (<0.05) | 0.14 ± 0.01 | |
| | H29.5.16 | 2.06 | 0.009 ± 0.001 | 0.21 ± 0.03 | 1.9 | 0.4 | 77.5 | ND (<0.05) | 0.11 ± 0.01 | |
| C1 | H27.6.5 | 3.67 | 0.030 ± 0.004 | 0.26 ± 0.05 | 1.5 | 0.5 | 69.1 | ND (<0.10) | ND (<0.09) | |
| | H28.9.1 | 3.53 | 0.032 ± 0.004 | 0.40 ± 0.06 | 0.7 | 0.2 | 67.3 | ND (<0.08) | ND (<0.08) | |
| | H29.5.9 | 2.29 | 0.018 ± 0.002 | 0.28 ± 0.04 | 2.2 | 0.5 | 78.8 | ND (<0.06) | ND (<0.06) | |
| C2 | H27.6.1 | 2.90 | 0.016 ± 0.003 | 0.21 ± 0.04 | 1.6 | 0.4 | 73.8 | ND (<0.07) | ND (<0.07) | |
| | H28.9.1 | 2.96 | 0.010 ± 0.002 | 0.40 ± 0.05 | 0.5 | 0.2 | 65.9 | ND (<0.07) | ND (<0.07) | |
| | H29.5.8 | 2.42 | 0.006 ± 0.001 | 0.22 ± 0.04 | 1.9 | 0.5 | 76.2 | ND (<0.06) | ND (<0.06) | |
| C3 | H27.6.4 | 3.28 | 0.014 ± 0.004 | 0.13 ± 0.02 | 0.9 | 0.3 | 67.9 | ND (<0.08) | ND (<0.08) | |
| | H28.9.8 | 2.68 | 0.006 ± 0.001 | 0.17 ± 0.04 | 0.7 | 0.2 | 73.6 | ND (<0.07) | 0.18 ± 0.02 | |
| | H29.5.15 | 2.19 | 0.008 ± 0.001 | 0.21 ± 0.03 | 1.5 | 0.4 | 77.1 | ND (<0.06) | 0.07 ± 0.01 | |
| D2 | H27.6.4 | 3.00 | 0.008 ± 0.002 | 0.17 ± 0.04 | 0.9 | 0.3 | 70.3 | ND (<0.08) | ND (<0.08) | |
| | H28.9.8 | 2.56 | 0.007 ± 0.001 | 0.51 ± 0.06 | 0.9 | 0.2 | 73.9 | ND (<0.06) | ND (<0.06) | |
| | H29.5.11 | 2.15 | 0.005 ± 0.001 | 0.21 ± 0.03 | 1.9 | 0.4 | 79.4 | ND (<0.06) | ND (<0.06) | |
| D3 | H27.6.4 | 2.91 | 0.009 ± 0.003 | 0.21 ± 0.04 | 1.0 | 0.3 | 71.9 | ND (<0.07) | ND (<0.07) | |
| | H28.9.8 | 2.53 | 0.006 ± 0.001 | 0.23 ± 0.04 | 0.6 | 0.1 | 76.0 | ND (<0.06) | ND (<0.06) | |
| | H29.5.15 | 2.24 | 0.004 ± 0.001 | 0.16 ± 0.03 | 1.2 | 0.3 | 79.3 | ND (<0.06) | ND (<0.06) | |
| 測定値の範囲 | | | 0.003 ~ 0.035 | ND ~ 0.77 | 0.5 ~ 2.7 | 0.1 ~ 0.7 | | ND | ND ~ 0.63 | |
| 平均値 | | | 0.011 | <0.27 | 1.2 | 0.3 | | ND | <0.12 | |
| C4 | 天王 | H27.6.9 | 3.10 | 0.007 ± 0.002 | 0.48 ± 0.06 | 0.6 | 0.2 | 72.2 | ND (<0.08) | 0.14 ± 0.02 |
| | | H28.9.15 | 2.20 | 0.007 ± 0.001 | 1.07 ± 0.08 | 0.5 | 0.1 | 82.2 | ND (<0.06) | 0.12 ± 0.01 |
| | | H29.5.16 | 1.95 | 0.012 ± 0.002 | 0.61 ± 0.05 | 1.5 | 0.3 | 79.8 | ND (<0.05) | 0.08 ± 0.01 |
| | 赤和瀬 | H27.6.9 | 2.34 | 0.008 ± 0.002 | 0.43 ± 0.05 | 0.7 | 0.2 | 76.3 | ND (<0.06) | 0.26 ± 0.02 |
| | | H28.9.15 | 2.53 | 0.011 ± 0.002 | 0.75 ± 0.07 | 0.5 | 0.1 | 74.6 | ND (<0.06) | 0.32 ± 0.02 |
| | | H29.5.16 | 1.84 | 0.012 ± 0.002 | 0.54 ± 0.05 | 1.6 | 0.3 | 81.9 | ND (<0.05) | 0.10 ± 0.01 |
| | 中津河 | H27.6.9 | 2.65 | 0.013 ± 0.003 | 0.76 ± 0.07 | 0.4 | 0.1 | 73.2 | ND (<0.08) | 0.61 ± 0.03 |
| | | H28.9.15 | 2.28 | 0.004 ± 0.001 | 1.37 ± 0.08 | 0.6 | 0.1 | 78.6 | ND (<0.06) | 0.12 ± 0.01 |
| | | H29.5.16 | 1.88 | 0.022 ± 0.003 | 0.67 ± 0.05 | 1.7 | 0.3 | 81.4 | ND (<0.05) | 0.14 ± 0.01 |
| 測定値の範囲 | | | 0.004 ~ 0.022 | 0.43 ~ 1.37 | 0.4 ~ 1.7 | 0.1 ~ 0.3 | | ND | 0.08 ~ 0.61 | |
| 平均値 | | | 0.011 | 0.74 | 0.9 | 0.2 | | ND | 0.21 | |

3.1 人形峠センター周辺とその他のエリアの比較

人形峠センター周辺 (C4) とその他のエリアの測定値 (U-238, Ra-226, F (乾)) の範囲の比較について図2～4に示す。

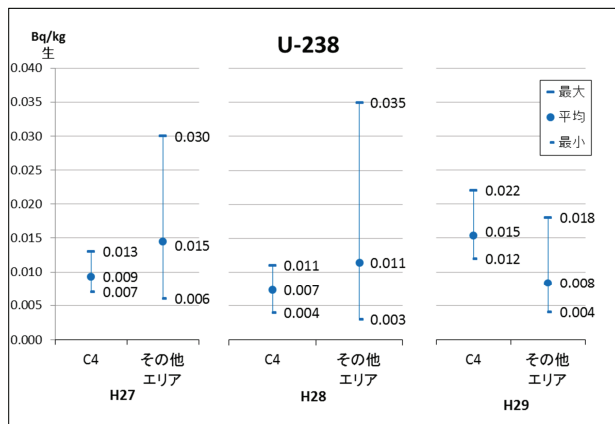


図2 人形峠センター周辺 (C4) とその他のエリアの測定値 (U-238) の範囲の比較

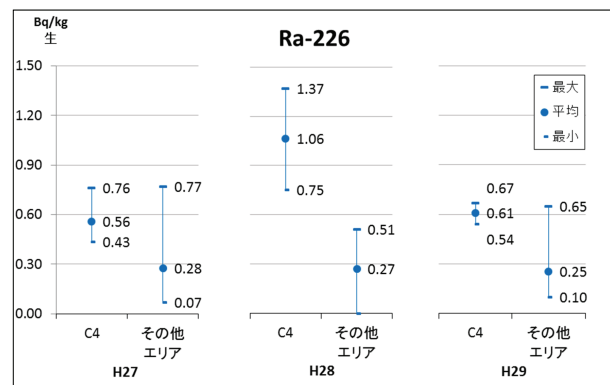


図3 人形峠センター周辺 (C4) とその他のエリアの測定値 (Ra-226) の範囲の比較

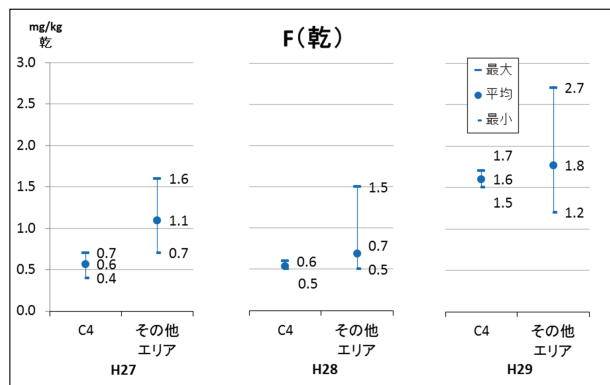


図4 人形峠センター周辺 (C4) とその他のエリアの測定値 (F (乾)) の範囲の比較

U-238及びFについては調査期間を通して人形峠センター周辺とその他のエリアの測定結果の平均値に特徴的な差はみられなかった。Ra-226は調査期間を通して人形峠センター周辺がその他のエリアより高い傾向がみられた。

人形峠センター周辺はウラン鉱床の露頭が発見された

地域であり、U-238の子孫核種であるRa-226が土壤中に比較的多く含まれると考えられることから、ヨモギと生育土壤中のRa-226濃度の関連性を確認するため、ヨモギの採取と同時に採取した生育土壤中のRa-226について分析を行った。採取、前処理及び測定方法は文部科学省放射能測定法シリーズ³⁾に準拠して行った。ヨモギと生育土壤中Ra-226濃度の相関図 (平成27年度) を図5に示す。ヨモギ中Ra-226濃度は生育土壤中Ra-226濃度とある程度相関がみられた。さらに、人形峠センター周辺の生育土壤中Ra-226濃度がその他のエリアより高かったことから、人形峠センター周辺のヨモギ中Ra-226がその他のエリアより高い原因は人形峠センター周辺土壤中のRa-226濃度が高いためだと考えられる。

調査期間を通して、ヨモギのRa-226濃度はU-238濃度に比べておよそ1桁高い値であったが、人形峠周辺の環境放射線等監視測定においても生物質 (樹葉) の測定結果⁵⁾に同程度の違いがみられる。

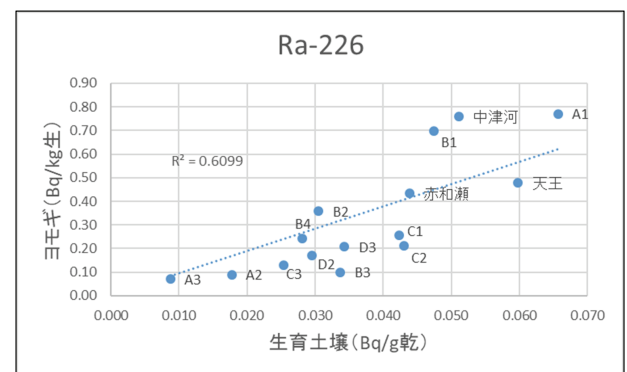


図5 ヨモギと生育土壤中Ra-226濃度の相関図 (平成27年度)

3.2 Cs-134, 137濃度について

Cs-134は全エリアで検出されなかった。Cs-137は福島第一原発事故前である平成13～22年度 (平成22年度は事故前の採取) の他府県 (宮城県, 福井県, 京都府) のヨモギの測定結果 (ND～0.9 Bq/kg生)⁶⁾と同程度 (ND～0.63 Bq/kg生) であった。これは過去に行われた核実験又は原子力事故等のフォールアウトに由来するものであると考えられる。

3.3 季節変動について

U-238, Ra-226及びF (乾) の測定結果の季節変動について図6～8に示す。同年度の季節毎に採取しておらず、気象等の生育条件が異なることから単純に比較することはできないが、F濃度は全地点において春季に高い傾向がみられた。U-238濃度及びRa-226濃度の特徴的な季節変動はみられなかった。

単位：Bq/kg(生)

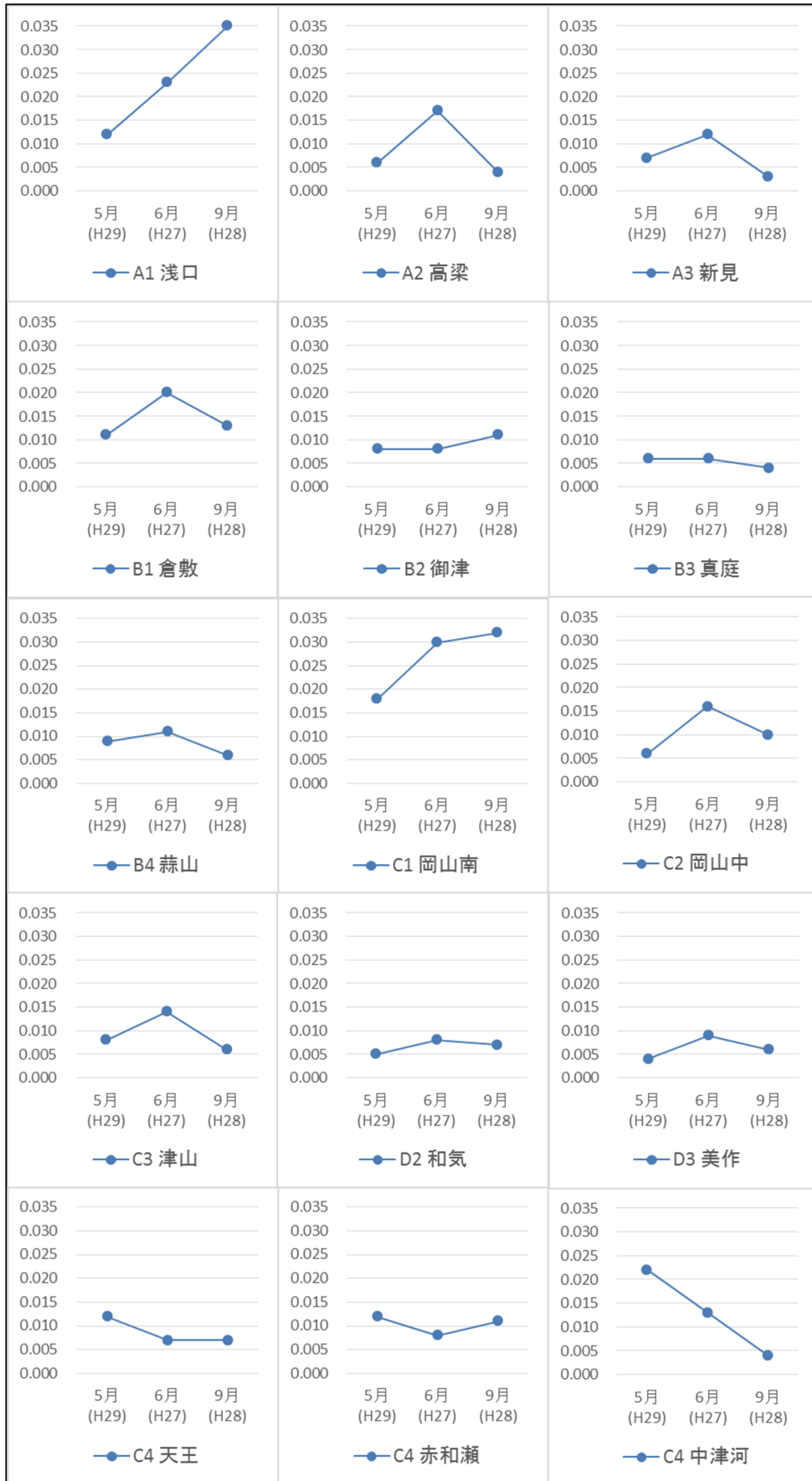


図6 ヨモギの測定結果の季節変動 (U-238)

単位 : Bq/kg(生)

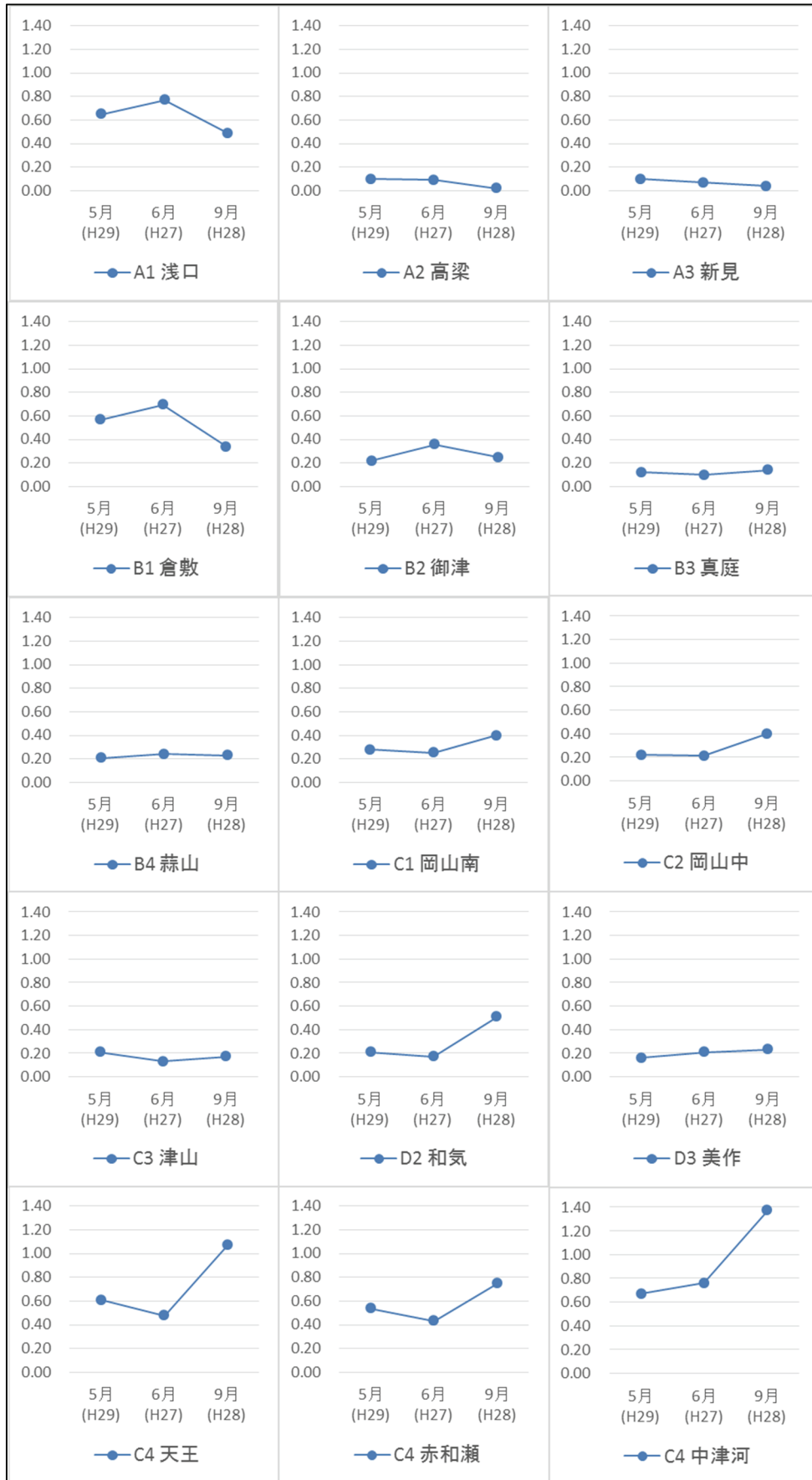


図7 ヨモギの測定結果の季節変動 (Ra-226)

単位：mg/kg(乾)

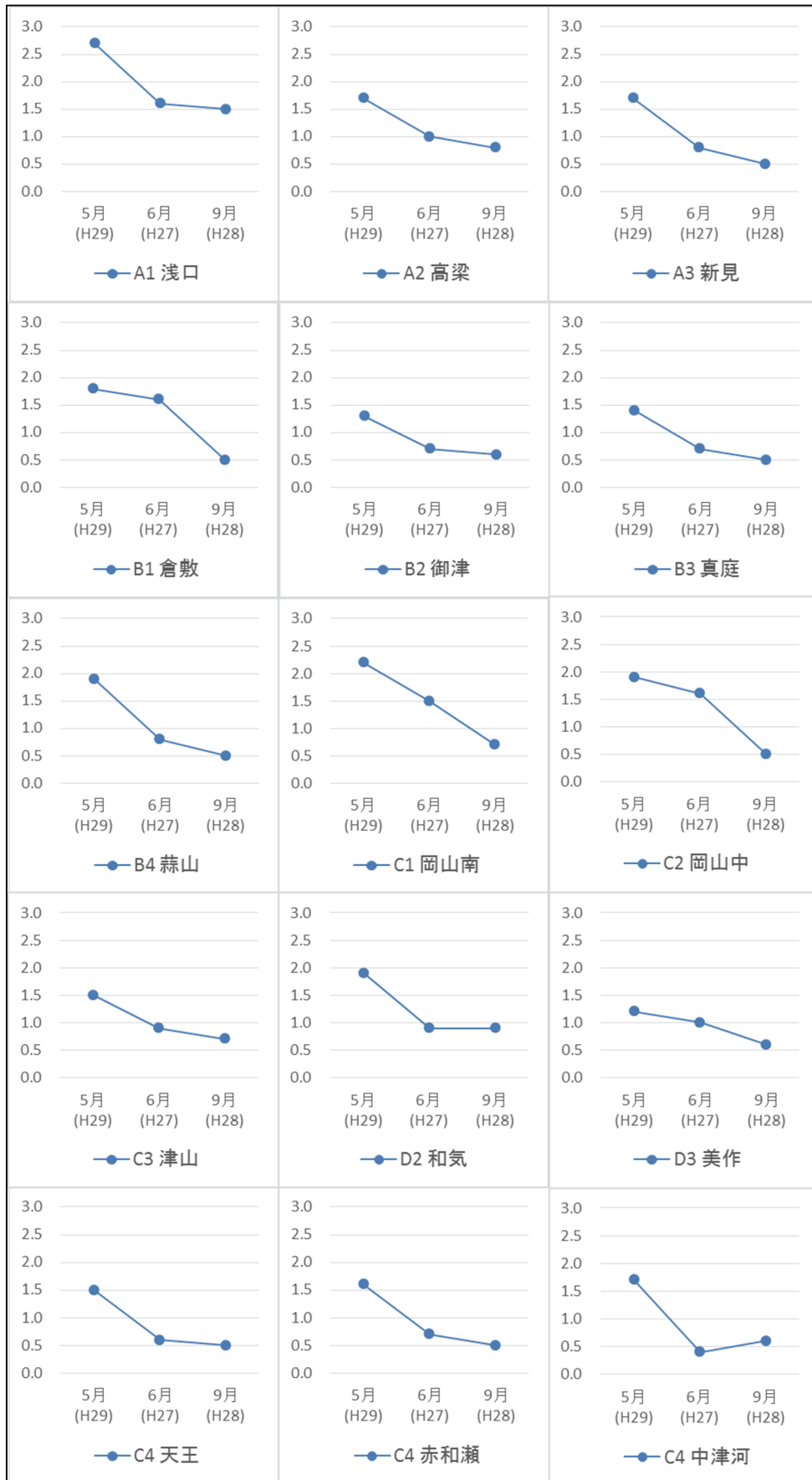


図8 ヨモギの測定結果の季節変動 (F (乾))

4 まとめ

平成27～29年度に実施した県内における環境放射能バックグラウンド調査結果から、調査期間を通してヨモギ中の放射性核種濃度等のレベルに大きな変化がないことを確認し、県内の環境放射線等のバックグラウンドレベルを把握することができた。人形峠センター周辺とその他のエリアの結果を比較すると、U-238濃度及びF濃度には大きな差がみられなかったが、Ra-226濃度は人形峠センター周辺の方が高い傾向がみられた。これは、ヨモギの生育土壌中のRa濃度の差によるものと考えられた。F濃度は全地点において春季に高い傾向がみられた。Cs-137濃度は福島第一原発事故前の他府県の測定結果と同程度であった。

文 献

- 1) 畑陽介, 清水光郎, 木下浩行, 片岡敏夫, 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
(第4報), 岡山県環境保健センター年報, 40, 39-46,
2016
- 2) 文部科学省: 放射能測定法シリーズ(16), 環境試料採取法, 1983
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 岡山県: 平成29年度人形峠周辺の環境放射線等測定報告書 第40号, 2018
- 6) 原子力規制庁: “環境放射線データベース”, <http://search.kankyo-hoshano.go.jp/top.jsp>