

II 報告

空間放射線量率の自然変動の特徴とその要因に関する考察

(第 2 報)

武田伸也 富士博道 高市恭弘 高松公子

1. はじめに

愛媛県では、四国電力(株)伊方発電所(以下「伊方原発」という。)周辺の環境放射線を監視する目的で、発電所周辺約 30km 圏内にモニタリングステーション・ポスト 20 局を設置し、空間放射線量率(以下「線量率」という。), 気象データ等の連続監視を行っている。伊方原発の異常の有無を的確に監視するためには、このような測定値の変動の特徴やその要因について把握しておくことが重要であり、伊方原発周辺の約 5km 圏内の 8 局(以下「狭域局」という。)の測定値について季節変動や日変動等の特徴の報告を行った¹⁾。

今回、平成 25 年度以降に稼働している約 5~30km 圏内の 12 局(以下「広域局」という。)も含め、同様の確認を行ったので報告する。

2. 方法

2.1. 線量率

以下に示すモニタリングステーション・ポストの検出器による線量率の 1 時間平均値を用いた。検出器メーカーは、機器の更新に伴う変更があり同一ではないが、毎年校正を含む保守点検を実施し、国家標準とのトレーサビリティを確保している。

2.1.1. モニタリングステーション・ポスト

設置地点:

- ・狭域局:九町越, 伊方越, 湊浦, 川永田, 九町, 大成, 豊之浦, 加周局(図 1)
- ・広域局:三崎局(伊方町), 双岩, 真穴局(八幡浜市), 長浜, 柴, 平野局(大洲市), 三瓶, 明浜, 野村局(西予市), 下灘局(伊予市), 内子局(内子町), 吉田局(宇和島市)(図 2)



図 1 設置地点(狭域局)

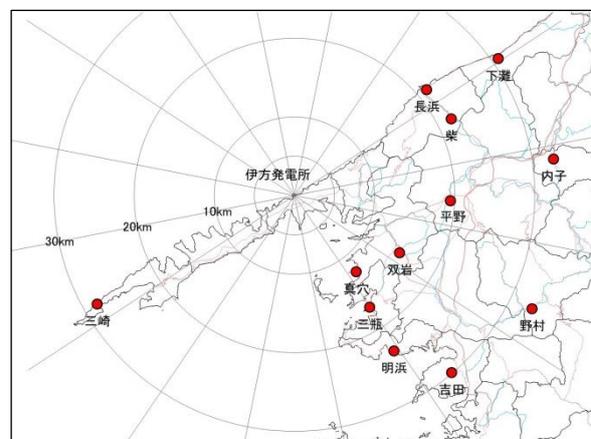


図 2 設置地点(広域局)

検出器:

・NaI シンチレーション検出器(温度・エネルギー補償機構付)

2" φ×2": 九町越, 伊方越, 湊浦, 川永田, 九町, 豊之浦, 加周局

3" φ×3": 大成, 三崎, 双岩, 真穴, 長浜, 柴, 平野, 三瓶, 明浜, 野村, 下灘, 内子, 吉田局

2.2. 空間ガンマ線スペクトル解析

2.1.1 に記載した検出器及び多重波高分析器により測定した 1 時間の空間ガンマ線スペクトルについて, テレメータシステムに組み込んだ Canberra 社製スペクトルエクスプローラにより, レスポンスマトリクス法によるリアルタイムスペクトル解析を実施し, カリウム-40, ウラン-238 系列及びトリウム-232 系列の各寄与線量率を求めた。レスポンスマトリクスには Minato(2001)²⁾を用いている。

2.3. 気象要素

2.1.1 に記載したモニタリングステーション・ポストで測定している気象要素のうち, 降雨の有無の指標である感雨を用いた。感雨データは, 測定時間中の降水滴を感知した時間の割合(%)として得られる。

3. 結果と考察

大気中には, 自然放射性核種であるウラン系列及びトリウム系列の子孫核種が浮遊しており, 降雨時にはこれらが地表に落下してくるため, 線量率が上昇することが知られている。このため, 今回の確認にあたっては, 前回報告同様に対象データを「雨なし時」と「雨あり時」に分類して解析を行った。分類は, 2.1.1. に記載した全 20 局の感雨計のデータに基づき, 当該時刻に「感雨≠0%」の場合に「雨あり」とした。降雨後の雨が降っていない時間帯にも雨の影響が残る

場合があるが, 線量率への影響が大きいウラン系列のビスマス-214 の半減期が約 20 分であるため, 上記の条件により機械的に分類を行うこととした。

3.1. 季節変動

降雨状況の違いによる線量率への影響を排除するため, 雨なし時のデータについて解析を行った。

前回報告では狭域局の測定値は夏季に低く冬季に高くなる傾向が確認されていることから, モニタリングステーションを例に平成 24 年度から平成 28 年度までの 5 年間の比較を図 3~6 に, 平成 28 年度の各寄与成分の比較を図 7 に, その年間平均値に対する各月毎の平均値の変動量(以下「月変動量」という。)を図 8 に示した。総線量率が夏季に低く冬季に高くなる傾向や, その変動の原因が主にウラン系列核種によることは, 違いは見られなかった。

広域局についても同様に平成 28 年度の比較を図 9 に示した。また, 発電所周辺約 30km 圏内に広く配置しており, 山に囲まれた地点にある双岩, 柴, 平野, 野村, 下灘, 内子, 吉田の 7 局(以下「山側」という。)とそれ以外の三崎, 真穴, 長浜, 三瓶, 明浜の 5 局(以下「海側」という。)で気象条件が異なると考えられることから, 分離して評価することとした。月変動量を山側について図 10 及び海側について図 11 に, 各寄与成分の比較をそれぞれ野村局及び三瓶局を例に図 12 及び図 13 に示した。変動の原因が主にウラン系列核種によることはモニタリングステーションと同様であるが, 山側については月変動量が夏季及び冬季にやや大きくなっていった。要因としては, 大気の流れによる攪拌が小さく検出器周辺への滞留時間が長いことが考えられる。

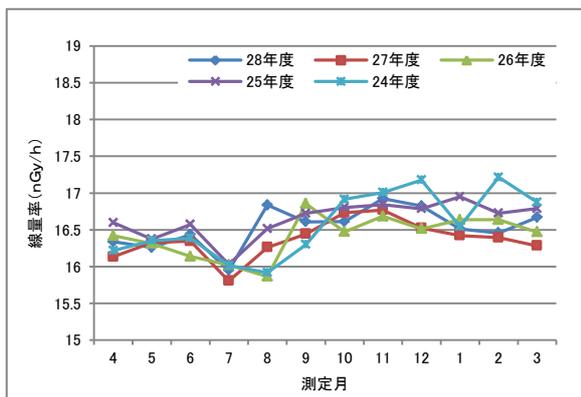


図3 総線量率の季節変動
(モニタリングステーション)

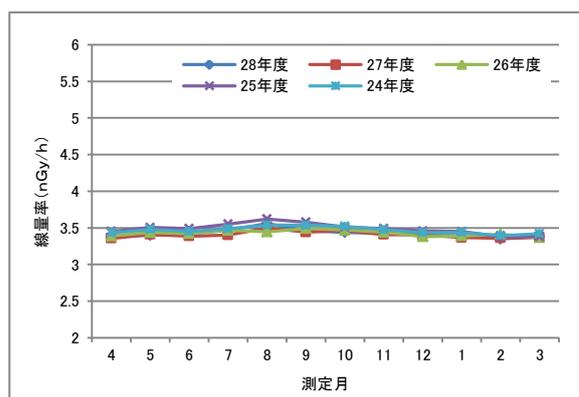


図4 カリウム寄与線量率の季節変動
(モニタリングステーション)

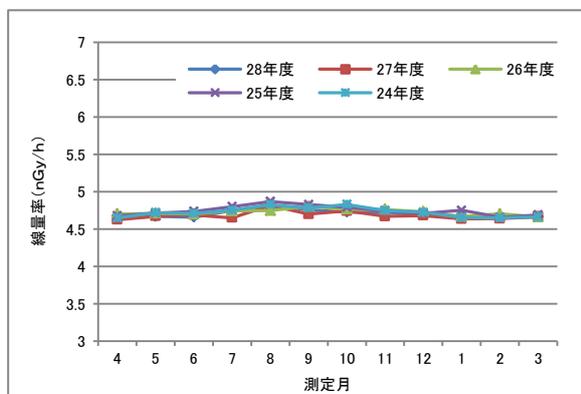


図5 トリウム系列寄与線量率の季節変動
(モニタリングステーション)

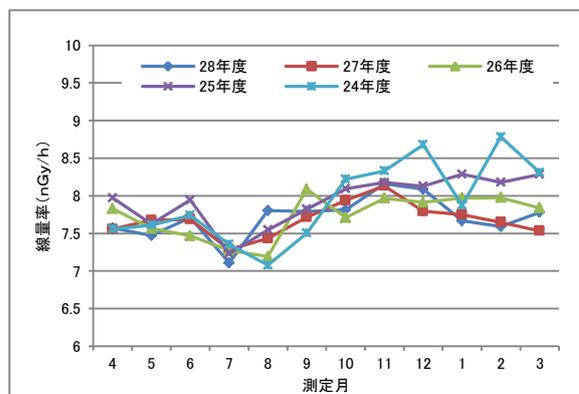


図6 ウラン系列寄与線量率の季節変動
(モニタリングステーション)

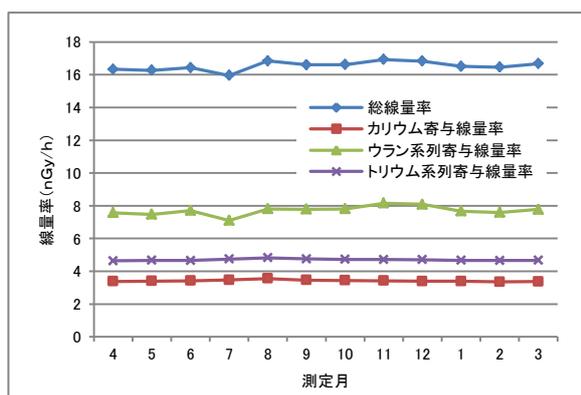


図7 各寄与成分の季節変動
(平成28年度, モニタリングステーション)

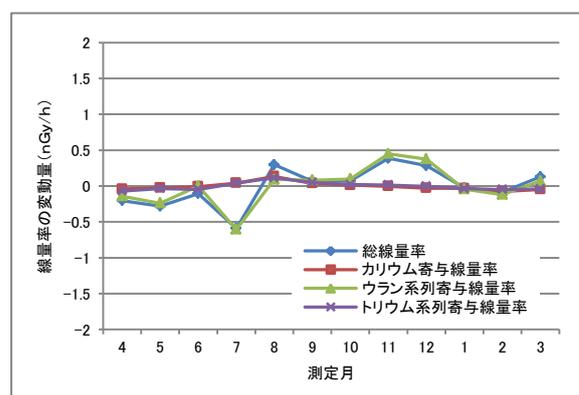


図8 各寄与成分の季節変動(月変動量)
(平成28年度, モニタリングステーション)

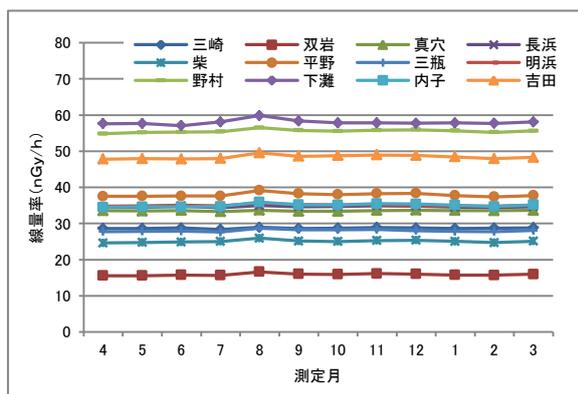


図9 総線量率の季節変動
(平成28年度, 広域局)

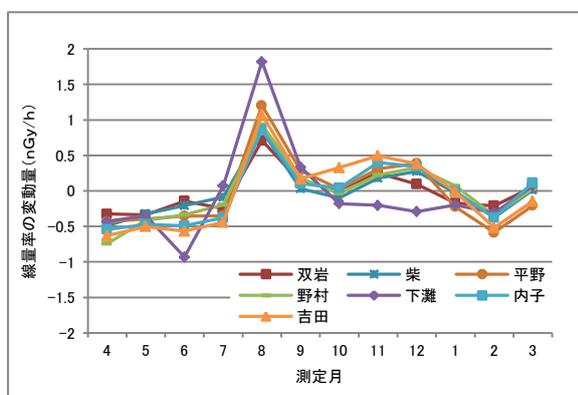


図10 総線量率の季節変動(月変動量)
(平成28年度, 広域局(山側))

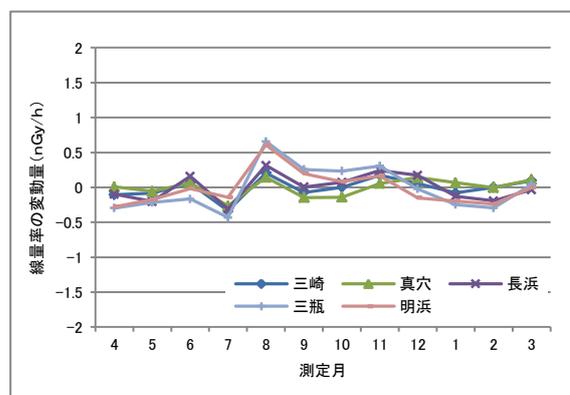


図11 総線量率の季節変動(月変動量)
(平成28年度, 広域局(海側))

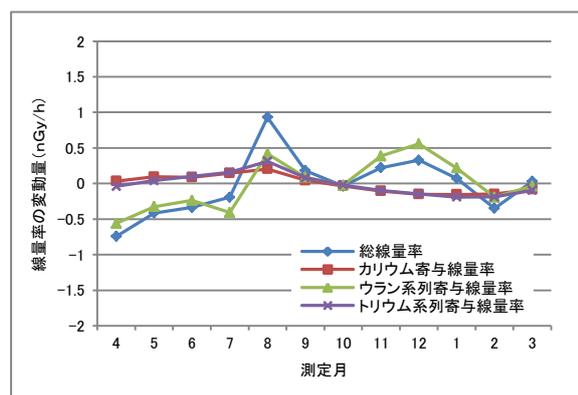


図12 各寄与成分の季節変動(月変動量)
(平成28年度, 野村局)

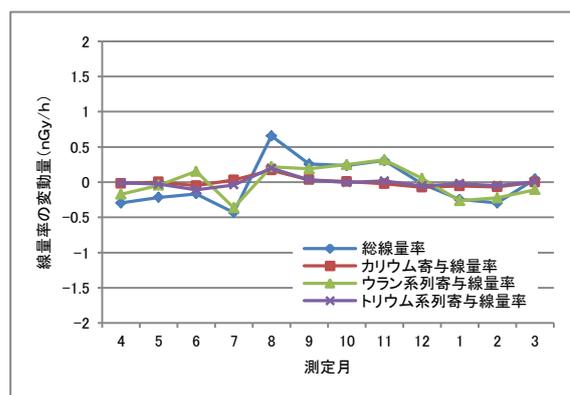


図13 各寄与成分の季節変動(月変動量)
(平成28年度, 三瓶局)

3.2. 日変動

平成 28 年度の各時間帯毎の雨なし時の平均値について、狭域局を図 14 に、その年間平均値に対する各時間帯毎の平均値の変動量(以下「日変動量」という。)を図 15 に、また同様に広域局を図 16 に、日変動量を山側について図 17 及び海側について図 18 に、各寄与成分の比較をそれぞれ野村局及び三瓶局を例に図 19 及び図 20 に示した。変動の原因が主にウラン系列核種によることは季節変動と同様であり、狭域局及び広域局の海側では日変動量が小さく明確な傾向は見られなかったが、広域局の山側では午前中に増加し午後減少する傾向が見られ、うち平野、柴、野村、内子の 4 局では日変動量が他局の倍程度であり、より内陸側で日変動量が大きくなっていた。日変動については、大気の状態が安定する夜間から明け方にかけて地表近くの空気が上空に上昇しなくなるため、大気中のラドン等が地表近くに多く溜まり線量率が高くなることが報告されており³⁾、季節変動の傾向と同様に大気の流れによる攪拌が小さく、地面から湧出したラドン等の検出器周辺への滞留時間が長いことが考えられる。

3.3. 降雨時の変動

降雨時の線量率の増加の主成分について確認するため、各寄与成分を図 21, 22 に示した。雨なし時と雨あり時を比較して、いずれの局も、カリウム及びトリウム系列寄与にはほとんど変化がなく、ウラン系列寄与は雨あり時に増加しており、狭域局と広域局で違いは見られなかった。

4. まとめ

本稿では、広域局の測定値の変動について、以下の知見を明らかにした。

- ① 広域局の線量率の季節変動は、変動の原因が主にウラン系列核種によることは狭域局と同様であるが、山側については月変動量が夏季及び冬季にやや大きくなっており、大気の流れによる攪拌が小さく検出器周辺への滞留時間が長いことが考えられる。
- ② 広域局の線量率の日変動は、変動の原因が主にウラン系列核種により、広域局の山側では午前中に増加し午後減少する傾向が見られた。季節変動の傾向と同様に大気の流れによる攪拌が小さく、地面から湧出したラドン等のウラン系列核種の検出器周辺への滞留時間が長いことが考えられる。
- ③ 降雨時の変動は、カリウム及びトリウム系列寄与にはほとんど変化がなく、ウラン系列寄与は雨あり時に増加しており、狭域局と広域局で違いは見られなかった。

【参考文献】

- 1) 二宮久, 末光篤, 田邊宗一郎, 愛媛県原子力センター所報 2 (2013) 9.
- 2) S. Minato, Radioisotopes, 50 (2001) 463.
- 3) 武田尚彦, 善家久隆, 菅忠明, 友岡美智代, 藤田慎二郎, 篠原広充, 愛媛県立衛生環境研究所年報 4 (2001) 67.

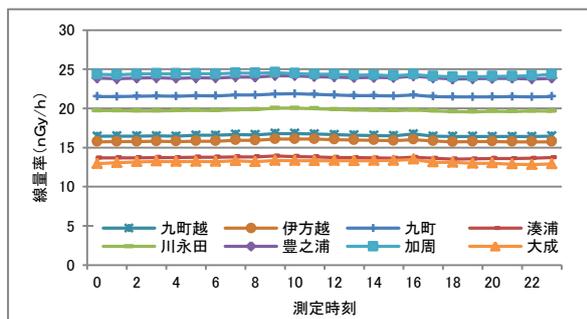


図 14 総線量率の日変動
(平成 28 年度, 狭域局)

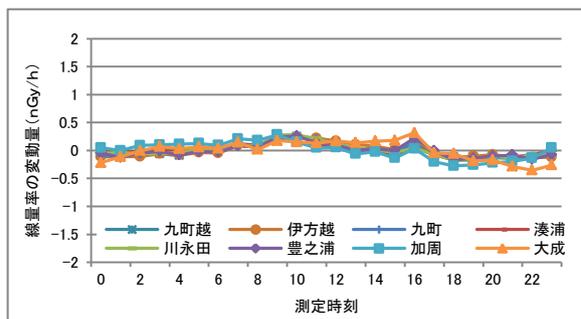


図 15 総線量率の日変動(日変動量)
(平成 28 年度, 狭域局)

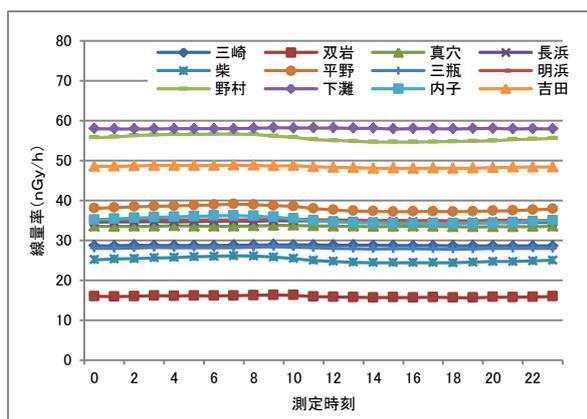


図 16 総線量率の日変動
(平成 28 年度, 広域局)

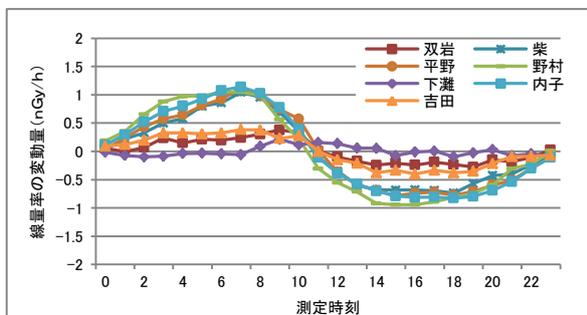


図 17 総線量率の日変動(日変動量)
(平成 28 年度, 広域局(山側))

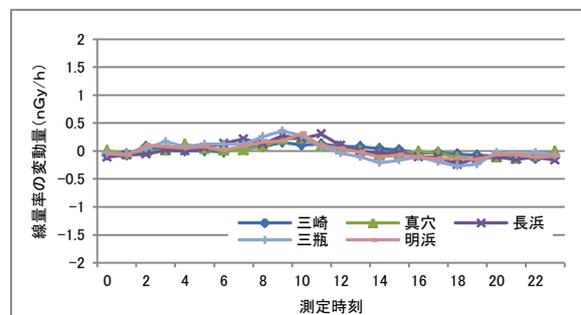


図 18 総線量率の日変動(日変動量)
(平成 28 年度, 広域局(海側))

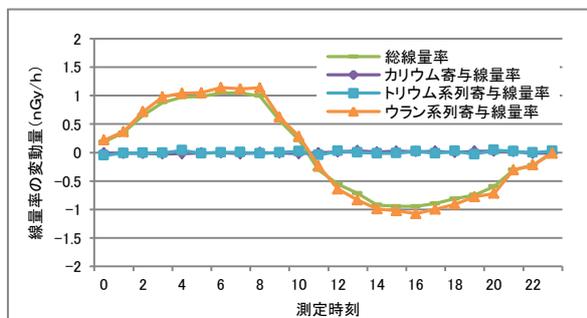


図 19 各寄与成分の日変動(日変動量)
(平成 28 年度, 野村局)

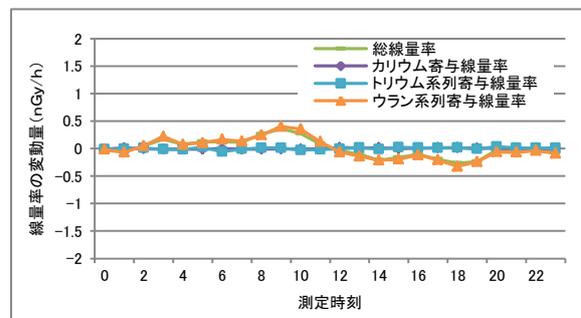


図 20 各寄与成分の日変動(日変動量)
(平成 28 年度, 三瓶局)

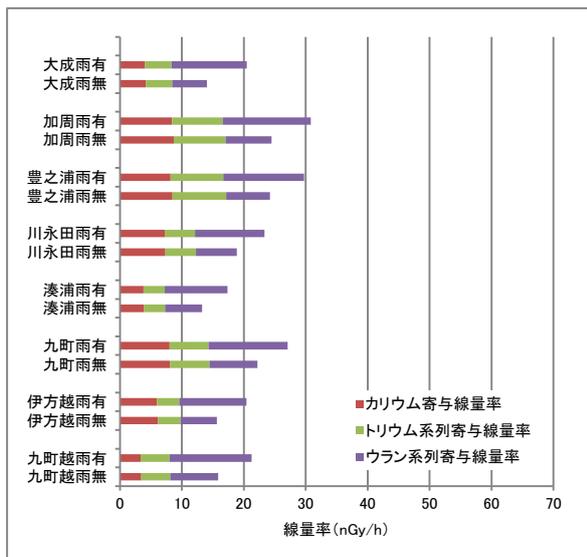


図 21 各寄与成分の雨なし・あり時の比較 (平成 28 年度, 狭域局)

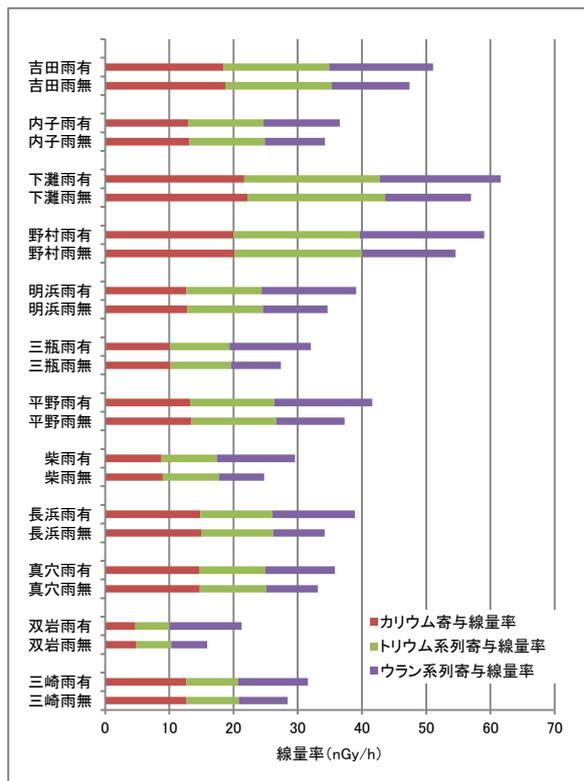


図 22 各寄与成分の雨あり・なし時の比較 (平成 28 年度, 広域局)