文献 ID：13-16-001

1．基本情報

区分	市街地	担当者名	小島啓輔
タイトル（英文）	Comparative analysis of radioactive cesium wash-off from contaminated catchment areas after accidents at the Fukushima Dai-ichi and Chernobyl nuclear power plants		
タイトル（和文）	福島第一原発事故およびチェルノブイリ原発事故後の汚染された集水域からの放射性セシウムの流出に関する比較分析		
キーワード	Radiocesium; nuclear power plant; Fukushima; Chernobyl; wash-offl surface runoff; rivers; catchment area; wash-off plots; distribution coefficient		
著者	A. V. Konoplev		
文献	Geochemistry International Volume 54, Issue 6, pp 522-528, 2016		

（1）対象地域

福島第一原発事故地域（請戸川、比曽川、割木川、新田川、真野川、阿武隈川、夏井川、鮫川のそれぞれの流域と川俣町）とチェルノブイリ原発事故地域（Sahan 川、Iput’川、Sozh 川、Dnieper 川、Pripyat 川のそれぞれの流域、Dovlyady、Benevka、Kopachi、Korogod）

福島第一原発事故以後の 2 年間（2013 年まで）とチェルノブイリ原発後の 1986 年から 1988 年の調査データを比較。

（2）重要な図表

Table1　福島第一原発事故およびチェルノブイリ原発事故エリアにある河川集水域における流出特性と固液分配の比較

Table 1. Comparison of wash-off characteristics and distribution between solid and liquid phases for the water catchment areas of rivers in the Fukushima-1 and Chernobyl accident areas

River	Time period	Average density of ^{137}Cs contamination, kBq/m^2	$N_l \times 10^7$, mm^{-1}	$N_s \times 10^5$, m^2/g	$K_d \times 10^{-5}$, L/kg
Fukushima Dai-ichi accident area					
Ukedo*	12.2012	2500	1.3	2.2	5.0
Hiso**	07–11.2011	2000	5.0	7.5	2.3
Wariki**	07–11.2011	2000	2.0	8.9	4.8
Nitta*	12.2012	890	0.8	1.5	2.0
Mano*	12.2012	500	2.8	6.2	2.2
Abukuma***	2011–2013	170	1.0	6.0	6.6
Natsui****	07–12.2011	60	8.8	3.6	5.0
Same****	07–12.2011	50	7.2	13	5.0
Chernobyl area					
Sahan***	1988	2300	30	–	–
Iput’***	1988	275	50	–	–
Sozh***	1988	250	50	–	–
Dnieper***	1988	90	23	7.4	0.15
Pripyat’***	1988	50	34	13	0.32

* Yoshimura et al. (2015b); ** Ueda et al. (2013); *** DB RUNOFF (Konoplev et al., 2002); **** Nagao et al. (2013).

固液分配係数（K_d）は、福島第一原発事故エリアの方が、チェルノブイリ原発事故エリアよりも 1、2 オーダー程高い値を示しており、これは流出する土壌の放射性セシウム結合容量の差異によると考えられる。実際、対象地域における粘土鉱物の RIP（放射性セシウム補足ポテンシャル）は 19400μmol/L/kg と高いことが示されている。固液分配係数の傾向を反映して、溶存態の流出係数（N_l）はチェルノブイリ原発事故エリアが福島第一原発事故エリアよりも 1、2 オーダー程高い値を示している。

放射性セシウムの粒子状流出係数については、福島第一原発事故エリアとチェルノブイリ原発事故エリアで同等であり、これは、粒子状の放射性セシウムの流出が流出する土壌表層中の放射性セシウムの流域全体の平均含有量に対する比によって制御されることによる。したがって、チェルノブイリ事故原発エリアで得られた標準化した流出係数は、粒子状に関しては河川水中や表面流出水中の二次汚染の予測に適用することが可能だと考えられる。溶存態の流出係数や固液分離に関しては、直接的に利用できない。

Table2　USLE-plots を用いた表面流出水における流出係数（溶存、粒状）および固液分配係数の特性

Table 2. Characteristics of wash-off (N_l and N_s) and distribution between particulate matter and solution (K_d) in the surface runoff: results of experiments at USLE plots

Location	Time period	Characteristics of catchment area	^{137}Cs, kBq/m^2	$N_l \times 10^6$, mm^{-1}	$N_s \times 10^5$, m^2/g	$K_d \times 10^{-3}$, L/kg
Fukushima: standard USLE plots						
Kawamata*	2011–2013	Meadow	480 ∓ 110	–	2.45	–
Kawamata*	2011–2013	Cedar woodland	276 ∓ 58	–	22	–
Kawamata*	2011–2013	Abandoned agricultural land	486 ∓ 79	–	4.5	–
Kawamata*	2012–2013	Agricultural land (plough land)	486 ∓ 79	–	0.82	–
Chernobyl: artificial sprinkling at USLE plots						
Dovlyady**	07.1986	Meadow	1310 ∓ 170	31	10	16
Benevka**	10.1986	Meadow	1540 ∓ 280	29	2.6	17
Chernobyl: USLE plots, snowmelt runoff						
Dovlyady**	03.1987	Meadow	1310 ∓ 170	0.9	1.7	13
Benevka**	03.1987	Meadow	1540 ∓ 280	1.9	5.2	15
Kopachi**	04.1987	Pine woodland	1650 ∓ 450	57	32	17
Korogod**	04.1987	Abandoned agricultural land	246 ∓ 28	7.2	2.0	3.9

* Yoshimura et al. (2015a); ** Konoplev (1998).

Table1 と Table2 を比較すると、USLE 式で得られた放射性セシウムの流出係数（N_l および N_s）と固液分配係数は長期間のモニタリングデータと一致している。（ここが何をもって一致していると言っているのか？？）したがって、USLE-式で得られた流出係数が実際の（土地利用や土壌タイプを考慮した）流域規模の流出に適用可能と考えられる。

※USLE(Universal SoilLoss Equation)について

農地における侵食流亡土量予測式として、米国 土地保全局が開発した USLE 式が世界的に広く用いられており(1)式のように表される。

A=R・K・LS・C・P　（t/ha/年）　・　・　・(1)

ここで，A：年間平均土流出量、R：降雨係数，K：土壌係数(土壌物理性の指数)，LS：地形係数、C：作物係数、P：保全係数。

詳細は、http://fukushima.jaea.go.jp/initiatives/cat03/pdf06/2-5.pdf

2. 提言につながる情報

（1）モニタリングへの活用

特になし

※USLE-plots スケールで得られた流出係数が実際の（土地利用や土壌タイプを考慮した）流域規模の流出係数に適用できると記載があるが、現状では信頼できるものではない。

（2）流出挙動・経路

特になし

（3）除染の際の留意点

特になし

（4）担当者のコメント

本論文は、これまでの発表されているデータを用いた比較分析である。全体的に、抽象的な比較が多く Table 中のどのデータのことを言っているのかが非常に分かりにくい。Table1 で N_l や K_d のオーダーが異なるなどの考察は理解できるが、Table1 と Table2 の N_l、N_s、K_d を比較した考察では、福島での調査結果において N_l 及び K_d は記載されていないにも拘らず、どの数値をみて一致していると言っているのか理解できない（何をもって一致しているのか？？）。したがって、この一致を元とした推測の USLE-plots スケールで得られた流出係数が実際の（土地利用や土壌タイプを考慮した）流域規模の流出に適用できるといった考察は理解しがたい。そもそも Table2 の具体的な数値については考察で一切触れられていない。

また、考察の最終段落と結論の最後については、議論しておらず、他論文の内容をまとめているだけである。

もっと数値の算出過程や具体的な比較を詳細にすべきと感じる。

以上から、本論文を参照する場合には、注意が必要である。

文献 ID：13-16-001

以下、間違い点

・P524　式（1）の K_1 について、m(t)は v(t)

・P524　m(t)の単位は g/s で合っているが、M の単位は g

・P524　式（2）の説明するために、文中に according とあるが according(1)となっており間違い

・P525　Tabl1 で Abukuma について Konoplev et al., 2002 のデータを引用しているが、2002 年では 2011 年に生じた東日本大震災後のデータが記載されることはない。Konoplev et al., 2014 の間違いかと。