

降雨形態の変化に着目した USLE 式中の降雨係数に関する考察

九州大学 学 ○田中成昂 正 安福規之 正 石藏良平 正 ハザリカ・ヘマンタ
(株)碧コンサルタンツ 藤田智康

1. はじめに

近年、地球温暖化を代表とする気候変動が世界中で起こっている。日本でも気候変動に伴い集中豪雨の発生頻度が増加し、それに伴う豪雨災害が問題となっている。特に沖縄県では他の都道府県に比べ赤道に近い位置にある影響もあり雨の強度が大きく、降雨に伴う土壌(赤土)流出が起こりやすくなっており、沖縄県の豊かな生態系や各種産業に大きな影響を与えている。赤土流出は降雨によって表面水が地表を流れることによって粒子が運搬されて発生する。冒頭で述べた通り、近年降雨の形態は目まぐるしく変化しており赤土流出量も大きく変化している。

赤土流出量の算定については一般的に USLE 式という計算式が確立されている¹⁾。USLE 式では土砂流出量 A について $A=R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$ で求められる。 R は降雨係数、 K は土壌係数、 L は斜面長係数、 S は傾斜係数、 C は作物係数、 P は保全係数と呼ばれる。この 6 つの係数の中の一つの降雨係数に着目する。この値は実際の降雨量と降雨時間などによって求まるため近年の降雨形態の変化の影響はこの係数の値に反映される。近年の降雨の形態の変化は著しく、これまでの降雨係数の評価方法で現在の赤土流出量の算定を行うと誤差が大きくなる可能性がある。そこで本研究では、この降雨形態の変化と赤土流出量の変化との関連性に着目し、実際の降雨データを用いて沖縄県名護市の 1980 年~2014 年の降雨係数の算出を行い、現代の降雨に適応性の高い降雨係数の評価方法を定めることを目標とする。

2. 研究概要

2-1 研究条件

本研究では沖縄県名護市の降雨係数の算出を目的とする。そのため、気象庁が公開している名護市の降雨データを用いて名護市の降雨係数の算定を行った²⁾。降雨形態の変化について調べるため対象を 1980 年~2014 年とし、35 年間の降雨係数を算出する。

対象とする降雨については定義に従って一連降雨の累計が 13mm を上回る降雨のみとする。一連降雨とは降雨開始後無効雨が 6 時間以上続くまでの降雨のことを指し、この条件を満たさない降雨に関しては計算から除外する。また、気象庁から得た降雨データの中には一部欠損したデータが含まれており、実際の降雨量が分からない区間が存在したが、今回はその降雨についても計算から除外した。

2-2 過去 35 年間の降雨係数の推移

2-1 で述べた条件を満たす降雨について計算を行った結果を図-1 に示す。今回の計算では 1980 年~2014 年について、35 年間分の降雨係数の算定を行った。

表-1 名護市の 1980 年~2014 年の降雨係数

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1980年	21	3	30	122	23	0	72	18	127	24	146	1	587
1981年	2	33	23	12	19	18	46	4	20	58	11	6	251
1982年	4	22	11	15	39	53	14	96	206	47	73	56	637
1983年	9	29	113	77	92	93	34	180	59	12	0	6	704
1984年	7	5	44	178	20	40	72	368	28	17	18	6	801
1985年	7	155	29	43	104	76	70	702	20	5	15	54	1279
1986年	7	26	27	62	29	46	0	155	30	2	72	0	456
1987年	43	1	1	22	149	253	20	63	22	28	44	3	646
1988年	26	22	28	53	234	149	0	91	6	45	6	0	651
1989年	40	0	4	32	186	33	17	142	33	0	16	3	503
1990年	13	57	8	76	192	64	47	6	102	146	6	3	717
1991年	7	68	23	103	1	7	73	15	118	21	3	13	452
1992年	17	52	34	50	17	59	11	105	2	13	26	10	396
1993年	21	31	1	13	48	12	38	11	101	24	8	0	308
1994年	12	8	39	3	203	155	55	56	5	72	23	8	639
1995年	1	22	209	1	39	104	24	148	100	43	56	0	747
1996年	0	20	17	73	50	20	0	118	58	3	2	7	368
1997年	18	10	17	30	100	92	2	370	5	19	78	24	765
1998年	54	224	14	156	50	120	245	37	173	491	68	8	1640
1999年	10	0	56	119	30	13	233	132	325	0	2	72	992
2000年	10	12	5	111	15	35	326	165	196	17	271	50	1213
2001年	44	5	12	19	165	36	30	129	180	0	0	10	630
2002年	7	5	22	94	52	46	143	7	351	142	0	29	898
2003年	11	2	2	43	16	77	18	104	82	144	17	0	516
2004年	4	7	5	103	72	267	279	32	344	203	4	3	1323
2005年	3	27	22	19	34	303	0	9	7	33	20	9	486
2006年	35	3	60	33	59	162	16	228	219	31	188	114	1148
2007年	12	5	120	132	26	386	246	472	19	15	16	12	1462
2008年	6	14	25	9	26	0	15	90	82	30	21	2	320
2009年	1	13	51	88	40	136	11	66	0	179	10	10	585
2010年	17	46	0	21	236	78	235	96	74	70	12	12	890
2011年	1	2	3	3	98	80	3	427	11	116	163	2	914
2012年	4	98	4	88	237	109	30	441	206	40	38	11	1305
2013年	32	2	79	41	149	62	33	12	1	87	46	18	562
2014年	3	22	28	10	111	195	847	152	16	450	7	20	1862

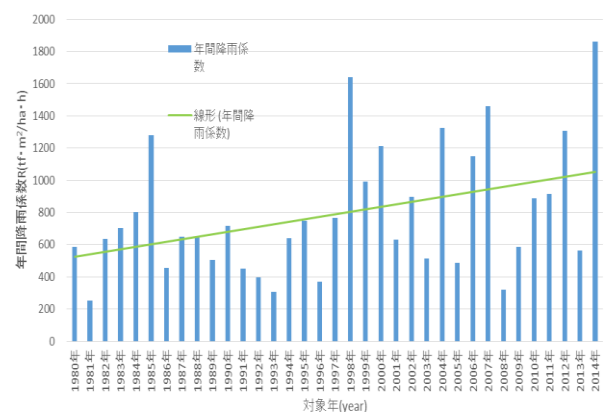


図-1 名護市の年間の降雨係数推移

図 1 より、年間の降雨係数は年々増加傾向にあることがわかる。これは冒頭に述べた短期集中型降雨が起こる頻度が増加しているためと考えられる。また、1980 年代~1990 年代の 20 年間では 2 度しかなかった年間降雨係数が 1000 を超えた年が 2000 年代の 15 年間では 6 回存在する。このことから土砂流出量の増加が 2000 年代以降に顕著になっており、従来の対策では対応できない量の土砂流出量が観測される危険性が高まっている。

また、図-2 には過去 35 年間の各月毎の降雨係数のグラフの線形近似曲線の傾きを示している。図-2 より、1 月~4 月は微減の傾向にあることが分かる。しかし、5 月以降はすべての月で増加傾向をしており、特に 7 月~10 月において最も顕著であることが分かる。この期間は梅雨や台風によって降雨量が多い時期であり、影響が一番及びやすかったと考えられる。

2-3 降雨係数の最適評価

表-1 の名護市の降雨係数について、どのように評価すればよいか考える。表-2 はある年の降雨係数について、その年の直近 T 年の平均値と実際のその年の降雨係数を比較した表である。色付きで示しているのは、最も予測値とその年の R との誤差が少なかった評価方法である。1990 年~2014 年の 25 年間では誤差が一番少なかったのは直近 2 年平均が 11 回、直近 5 年平均が 8 回、直近 10 年平均が 6 回であり、直近 2 年平均で考えた場合に誤差が少なくなる可能性が高いことが分かる。また、2000 年以降の 15 年間では直近 T 年降雨係数はおおむね増加しているが直近 2 年平均が 7 回、直近 5 年平均と直近 10 年平均がそれぞれ 4 回という結果になり、こちらでも直近 2 年平均で考えた場合に誤差が少なくなる可能性が高いことが分かる。

3. まとめ

これまでの解析結果から名護市の降雨係数が増加傾向にあることは明らかである。また、増加傾向は 7 月~10 月のように元々降雨量が多い時期に最も顕著に現れ、逆に 1 月~4 月のように元々降雨量が少ない時期には影響が小さいことが分かった。

土砂流出リスクが高まるのは 7 月以降の 1 年の後半の時期であることがわかったため、この時期の前に作物の収穫が行えるように作付け時期をずらす、またはこの時期に土砂流出が起こらないようにしっかりと根を張るように作付け時期を決めるといった対策をすることで、農業の被害を抑えられると考えられる。

また、降雨係数の評価については対象となる年の直近 2 年間の平均値を予測値とした場合が実際に観測される値と誤差が小さくなる可能性が高いと考えられる。

(参考文献) 1)農林水産省構造改善局計画部:土地改良事業計画指針,pp158-178,1992.5 2)国土交通省気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> 3)沖縄文化環境部環境保全課:平成 13 年度 流域赤土流出防止等対策事業 沖縄県における赤土流出源実態調査報告書,2002.3

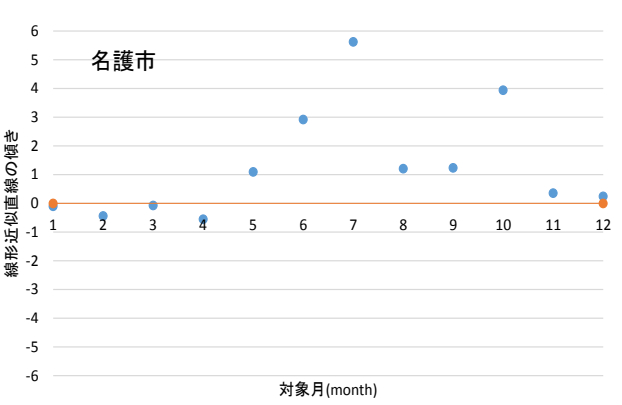


図-2 名護市の各月の 1980 年~2014 年の降雨係数グラフの線形近似直線の傾き

表-2 名護市の 1990 年~2014 年の降雨係数の評価

	実際のR	直近10年平均	直近5年平均	直近2年平均
1990年	717	652	707	577
1991年	452	665	595	610
1992年	396	685	594	585
1993年	308	661	544	424
1994年	639	621	475	352
1995年	747	605	502	474
1996年	368	552	508	693
1997年	765	543	492	558
1998年	1640	555	565	567
1999年	992	654	832	1203
2000年	1213	702	902	1316
2001年	630	752	996	1103
2002年	898	770	1048	922
2003年	516	820	1075	764
2004年	1323	841	850	707
2005年	486	909	916	920
2006年	1148	883	771	905
2007年	1462	961	874	817
2008年	320	1031	987	1305
2009年	585	899	948	891
2010年	890	858	800	452
2011年	914	826	881	737
2012年	1305	854	834	902
2013年	562	895	803	1110
2014年	1862	899	851	934

降雨係数単位: tf・m²/ha・h