

II-521

森林域からの降雨時流出汚濁負荷量算定について

東北大学工学部 学生員 ○林 誠二

東北大学工学部 正員 佐藤敦久

東北大学工学部 正員 千葉信男

1. はじめに

近年、貯水池等の集水域となる森林域においても、リゾート開発等により森林伐採が行われつつある。それにより汚濁物質の流出量は増加し、その流出特性を把握する必要があるが、その為にも、基礎データとして森林域それ自体から流出する汚濁負荷量を算定する必要がある。今回、各々流域をほぼ森林で占める3河川において特に、降雨時における流出汚濁負荷量の調査解析を行ったのでここに報告する。

2. 調査地点、調査期間及び分析項目

調査地点は仙台市郊外の七北田川と増田川、盛岡市郊外の取染沢の3地点で各流域とも、ほとんどが森林で占められている。表1に各河川の流域面積、植生、表面土壌並びに、標高を示した。調査は水位自動記録で降雨感知式自動採水器（雨量計付き）を設置し降雨時の河川水を1時間ないし2時間おきに採水した。各一雨降雨の調査期間並びに観測回数、各々の降雨特性は表2に示した通りである。

分析項目はSS, TN, TP, $\text{NO}_3\text{-N}$ である。

3. 調査及び解析結果

3-1. 各流域の降雨流出特性

各河川毎に求めたH-Q式を用い、各流域のハイドログラフにおいて水平直線分離法、勾配変点法の両方を考慮し、求めた降雨時の直接流出分を流域面積で除して有効雨量を求めた。図-1, 2, 3は各流域における一雨降雨量に伴う有効雨量の変化を示したものである。各河川とも、流域がほぼ森林で占められるといっても、各々の土壌の浸透能、保水能等の理化学的性質は同じではなく、有効雨量それ自体は各流域によって大きく異なる事が示された。しかしながら、一雨降雨量に対する有効雨量の変化は、各流域とも観測された降雨量の範囲において、ほぼ直線的になり降雨量から降雨時の直接流出分がある程度把握出来る結果となった。

表1 流域の植生並びに表面土壌

河川名	流域面積(km ²)	植生	表面土壌	標高(m)
七北田川	15.5	ツル・ミナリ群落	10.9%	225~1125
		ササ群落	12.1%	
		ミナリ・ツル群落	13.9%	
		ツル群落	19.9%	
増田川	5.8	ツル群落	60%	50~310
		ミナリ・ツル群落	40%	
取染沢	3.55	広葉樹林	50%	420~1320
		針葉樹林	50%	

表2 各流域における降雨特性

河川名	観測期間	降雨量(mm)	降雨継続時間(hr)	最大降雨強度(mm/hr)	先行降雨量(mm/week)
七北田川	'89 6/11-13	43.5	36	3	6
	'89 6/26	35	21	6	0
	'89 6/16-19	149	43	17	5
	'89 6/28-29	38	---	---	15
	'89 10/11-13	35	28	7.5	2
	'89 11/9-10	13.5	---	---	2
増田川	'89 4/16-18	35	---	---	138
	'89 5/11-14	61.5	---	---	10
	'89 6/26	90.5	10	7	1
	'89 6/16-19	139	47.5	10	1
	'89 6/28	12	22	5	11
	'89 7/11-12	50.5	9	10	8
取染沢	'90 6/16-17	67	25	14	20
	'90 6/21-23	70	11	9	91
	'90 8/19-21	132	15	25	84
	'90 10/13-15	24.5	16	4	13
	'90 10/18-19	8	1.5	1.5	25
	'90 10/28-29	54	10	8	15

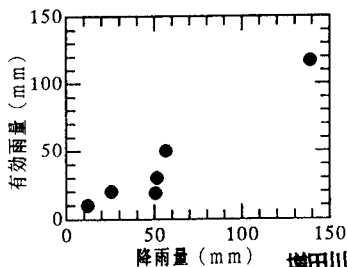


図-1 一雨降雨量と有効雨量の関係

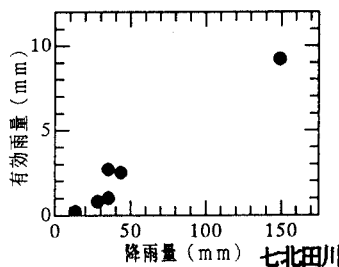


図-2 一雨降雨量と有効雨量の関係

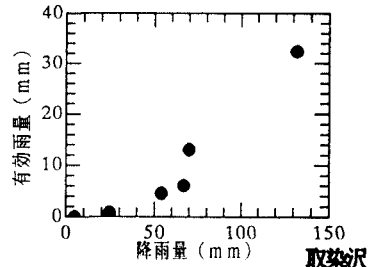


図-3 一雨降雨量と有効雨量の関係

3-2. 各流域の流量と負荷量の関係

各流域において、全測定期間中の降雨流出時の流量と各汚濁物質の負荷量との関係は、図-4の増田川のTNが示すように両対数紙上においてほぼ直線を呈するという結果を得た。そこで従来通り、回帰分析を用い流量から負荷量を算定するL-Q式を求めた。図中の直線がそれである($L = 10^{3.1883} \cdot Q^{1.381}$, $R^2 = 0.945$)。各流域での各々の項目の回帰直線に対するばらつき具合をみると、降雨時における流量の変動が小さく直接流出量が少ない七北田川では、他の2河川に比べ、ばらつきが大きい事が分かった。

3-3. L-Q式の検討並びに、降雨量と総負荷量の関係

3-2. で求めた流量から負荷量を算定するというL-Q式を用いて、各項目毎に一降雨時の流出総負荷量を算定すると共に、実際に一降雨毎に採水した河川水から求めた濃度と流量を用いて算定した、実測値と言うべき流出総負荷量を求め、両者を比較する事によりL-Q式の検討を行った。図-5, 6, 7は各流域において、TNについてその結果を示したものである。明らかに、各流域においてL-Q式による算定値は実測値を下回り、両者の差は一雨降雨量の増加に伴い、大きく広がっているのが分かる。各流域ともSS, $\text{NO}_3\text{-N}$ 等、他項目についても同様な結果を示しており、L-Q式を用いての算定方法では降雨時の流出総負荷量を過小評価し、正確な値を算定し得ないという事が示された。これは、降雨流出中の流量増加時と通減時では、同一流量でもその濃度は大きく異なっている事、また、流量が降雨流出時において、増加からピークに至るまでの時間は、ピークから降雨による直接流出が終了したと思われるまでに要する時間に比べかなり短いことなどの、降雨そのものや汚濁物質の流出特性が大きく影響しているためと思われる。一方、各図に示した一雨降雨量に対する実測値の流出総負荷量の回帰直線が示すように、降雨量に対して総負荷量はいずれも直線的に変化するという結果が示された。このことは、 $\text{NO}_3\text{-N}$ やTPといった他の測定項目についても同様な傾向を示し、SSに関しても、両対数紙上において、直線を呈するという結果を得た。以上の事から、一雨降雨量と降雨時流出総負荷量との間には密接な関係があり、可能性として降雨量から負荷量を算定し得るのではないかという結果を得た。

4. おわりに

今回の調査によって、森林域からの降雨時における流出汚濁負荷量の算定に関しても、従来、簡易である事から用いられてきたL-Q式による算定方法では、正確な負荷量を得ることが出来ない事が分かった。一方で、一雨降雨量と流出総負荷量には密接な関係があり、降雨量から負荷量を算出し得るのではないかという結論に達した。今後は、汚濁物質の流出に対する、降雨強度、先行降雨量等の降雨特性や土壌特性等の影響を十分に把握し得る方向で調査を進め、降雨量から流出負荷量を求める算定式の作成を目指したい。

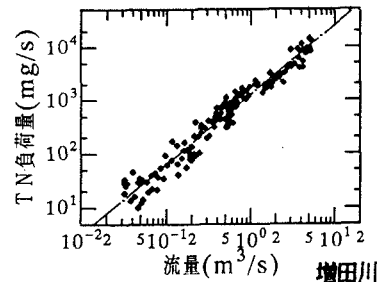


図-4 降雨流出時の流量と負荷量の関係

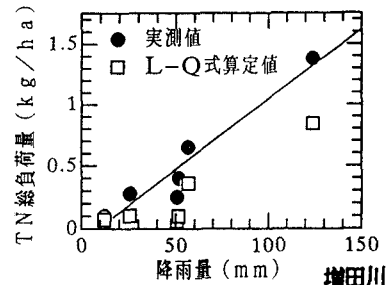


図-5 一雨降雨量とTN総負荷量の関係

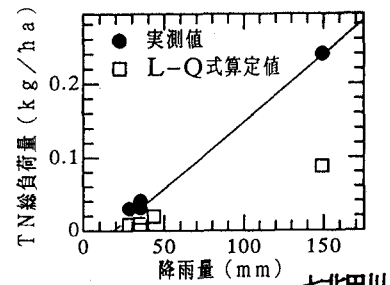


図-6 一雨降雨量とTN総負荷量の関係

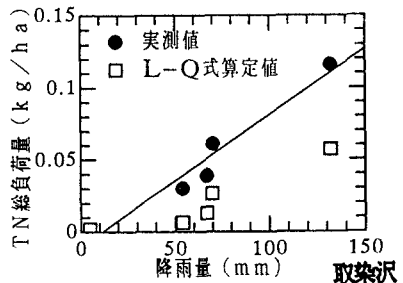


図-7 一雨降雨量とTN総負荷量の関係