

II-460

懸濁性物質の粒度構成からみた河川の降雨時物質流出（その2）

富山県立技術短期大学 正会員 ○奥川 光治， 天野 智順

1. はじめに 河川における汚濁物質の流出機構を解明することは湖沼や内海，沿岸域における富栄養化現象の解明にとって重要な課題である．とくに降雨時における河川の汚濁負荷量は1回の降雨で晴天時の年間負荷量に匹敵するような場合があり，その重要性が指摘されてきた．しかし，その大部分は懸濁性物質であり停滞性水域に流入した場合比較的速やかに沈殿除去されるものである．そのため汚濁物質を一括して把えたと短期的には過大評価していることになるので，沈降性の観点から分画して評価することが必要であり，筆者らが既に報告^{1)~3)}してきている．本報では，降雨時における河川の物質流出に関して新たに実施した調査結果を，沈降性と関連の深い懸濁性物質の粒度構成の観点から整理して報告する．

2. 調査概要 調査地点は富山県射水郡を流下する下条川の新宿屋橋である．流域面積は26.6km²であり，土地利用状況は山林66.8%，田畑17.9%，市街地 2.3%である．流域人口は約2000人である⁴⁾．調査は1984.11.1-5(調査8411)，1985.4.11-15(調査8504)，1985.10.16-19(調査8510)および 1985.11.28-29(調査8511)の4回の降雨時に実施しているが，本報では主に後2者について報告する．採水間隔は降雨初期で1-2時間，流量減速期で3-4時間から2日程度とした．調査項目は降水量，流量，水温，pH，電気伝導率，Cl⁻，濁度，SS，COD，P，Feおよび懸濁性物質の沈降速度である．SS，COD，P，FeについてはTotal試料とともに74μmおよび25μmフルイ，0.45μmメンブランフィルターのろ液も分析に供した．

3. 調査結果 図-1に調査8510における降水量，流量およびSS，COD，P各Total濃度の変化を示す．流量は10/17 7:00にピーク(9.05m³/s)を示している．濃度については各項目ともfirst flush 現象により10/17 3:05に第1ピークを示し，流量ピークの7:00に第2ピークを示している．図-2には調査8510におけるSS，PCOD(懸濁性COD)，PP(懸濁性リン)の粒度構成の変化を示す．SS，PP，PFe(懸濁性鉄)では濃度の第1，第2ピーク付近で粒径25μm以下の粒子の割合が増大する傾向にあり，懸濁性物質を沈降速度により分画した場合²⁾と同様の傾向を示す．PCODについては濃度の第1ピーク付近では25μm以上の粒子の割合が多いが，第2ピーク付近では25μm以下の粒子の割合が増大している．これらの傾向は調査8411，8504と逆の傾向となっている．一方，

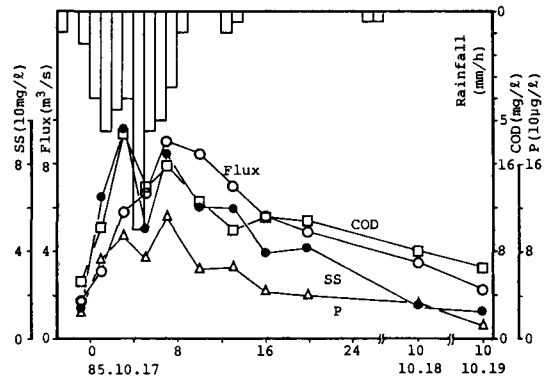


Fig.1 Variations of rainfall, flux and water qualities.

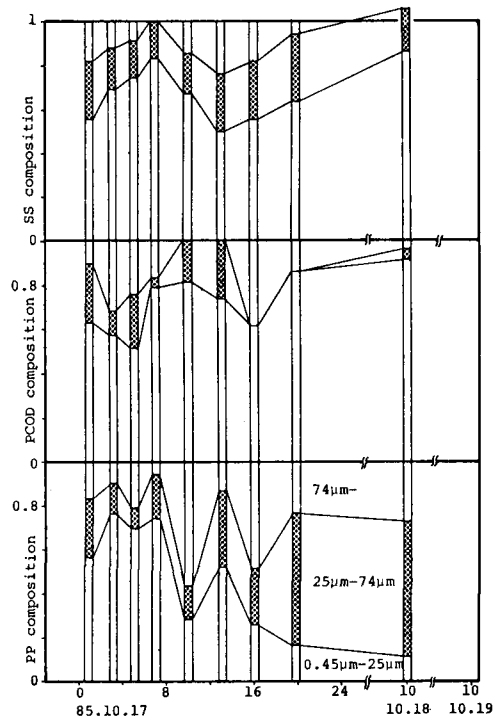


Fig.2 Variations of particle-size compositions.

調査8511の結果を要約すると以下のとおりである。流量は降雨に対応して増減を繰り返し、4つのピーク(3.35-3.96 m³/s)を示している。濃度については各項目とも11/28 13:30 に first flush のピークを示すとともに、流量の4つのピーク時にもほとんどの場合ピークを示している。粒度構成の時間変化について見ると、流量・濃度の時間変化の複雑さや欠測のため、流量ピークや濃度ピークとの関連は不明確である。

4. 考察 表-1に4回の調査における降雨の状況、最大流量および最大SS濃度を示す。調査8510は調査8411、8504と比較して先行降雨量が多い。そのため流域や河床の堆積物は先行降雨でかなり流出したものと考えられ、最大降雨強度や最大流量が大きいにもかかわらず最大SS濃度は低くなっている。このことが調査8510と調査8411、8504との間で粒度構成の変化について逆の傾向が見られることと関連していると思われる。一方、調査8511においては先行降雨量が多いうえに最大流量が小さいため最大SS濃度は低くなっている。したがって、粒度構成の変化については調査8510と同様の結果が期待されるが、前述のとおり不明確である。なお、沈降速度による分画の場合⁹⁾は調査8510と同様の結果が得られている。表-2,3は降雨流出期間中の各分画の総負荷量を示している。調査8510における各水質の総負荷量はSS 35.4t, COD 8.18t, P 40.9kg, Fe 953kgであり、COD, P, Feにおいて懸濁性成分(粒径0.45μm以上)が占める割合はそれぞれ44.9%, 76.2%, 98.3%である。また、懸濁性成分中で粒径25μm以上の粒子が占める割合はSS 33.0%, COD 27.4%, P 54.0%, Fe 32.7%である。同様に、調査8511における総負荷量はSS 11.2t, COD 3.05t, P 19.1kg, Fe 380kg であり、そのうち懸濁性成分の割合はCOD 40.6%, P 78.9%, Fe 95.5% である。懸濁性成分中での粒径25μm以上の粒子の割合はSS 19.4%, COD 39.4%, P 29.8%, Fe 19.7% である。懸濁性成分の沈降性について評価するため、沈降速度により懸濁性成分を分画しSS負荷量を算出した場合⁹⁾と比較すると、粒径25μm以上の分画に対応するのは調査8510では沈降速度 0.055mm/s以上、調査8511では 0.133mm/s以上である。これを24時間での沈降水深に直すとそれぞれ4.75m, 11.5mとなる。したがって、停滞性水域に流入した場合、SSでは19.4-33.0%が1日で4.75-11.5m以上沈殿除去されることになる。他の水質についても同様の沈降速度を持っているとすれば、COD では27.4-39.4%, P では29.8-

54.0%, Feでは19.7-32.7%が1日で4.75-11.5m 以上沈殿除去されることになる。

5. まとめ ①調査8411、8504と違い調査8510においては、SS, PP, PFeでは濃度ピーク付近で粒径25μm以下の粒子の割合が増大する。これは降雨の状況の違いなどに関連していると思われる。②降雨流出期間中の各分画の総負荷量は表-2,3のとおりである。③流出物質が停滞性水域に流入した場合、SSで19.4-33.0%, CODで27.4-39.4%, Pで29.8-54.0%, Feで19.7-32.7%が1日で4.75-11.5m以上沈殿除去される。

本研究は文部省科研費(奨励研究A6 0750541)の補助を受けた。記して謝意を表したい。〈参考文献〉1)奥川ら(1986)第20回水質講, 2)奥川ら(1986)第41回年講Ⅱ, 3)奥川ら(1987)第21回水質講, 4)奥川ら(1981)第36回年講Ⅱ。

Table 1 Comparison between the four surveys.

	SURVEY8411	SURVEY8504	SURVEY8510	SURVEY8511
Preceding dry period	39 hrs	7 days	82 hrs	32 hrs
Preceding rainfall (mm)	28.0	14.0	63.0	71.0
Rainfall during survey period (mm)	34.5	43.5	47.0	31.5
Maximum intensity of rainfall (mm/h)	5.0	3.5	10.0	3.0
Maximum flux (m ³ /s)	4.86	5.32	9.05	3.96
Maximum SS conc. (mg/l)	180.0	276.5	96.0	48.8

Table 2 Total loadings (1985.10.16 23:10 - 10.18 10:05). (P):Particulate component.

Particle size (μm)	-74	74-25	25-0.45	(P)	0.45-0	Total
Total SS loading (kg)	3812	7851	23741	35404	—	—
(%)	10.8	22.2	67.1	100.0	—	—
Total COD loading (kg)	628	379	2669	3676	4503	8180
(%)	17.1	10.3	72.6	100.0	—	—
Total P loading (kg)	7.7	4.6	32.6	44.9	55.1	100.0
(%)	7.47	9.34	14.36	31.17	9.76	40.93
Total Fe loading (kg)	24.0	30.0	46.1	100.0	—	—
(%)	18.3	22.8	35.1	76.2	23.8	100.0
Total Fe loading (kg)	133.4	173.4	629.7	936.5	16.6	953.1
(%)	14.2	18.5	67.2	100.0	—	—
(%)	14.0	18.2	66.1	98.3	1.7	100.0

Table 3 Total loadings (1985.11.28 11:20 - 11.29 22:15). (P):Particulate component.

Particle size (μm)	-74	74-25	25-0.45	(P)	0.45-0	Total
Total SS loading (kg)	957	1223	9063	11242	—	—
(%)	8.5	10.9	80.6	100.0	—	—
Total COD loading (kg)	257	232	751	1240	1814	3054
(%)	20.7	18.7	60.5	100.0	—	—
Total P loading (kg)	8.4	7.6	24.6	40.6	59.4	100.0
(%)	2.30	2.20	10.64	15.07	4.04	19.11
Total Fe loading (kg)	15.2	14.6	70.6	78.9	21.1	100.0
(%)	12.0	11.5	53.7	362.8	17.1	380.0
Total Fe loading (kg)	9.4	10.3	80.3	100.0	—	—
(%)	9.0	9.8	76.7	95.5	4.5	100.0