

表1 BODの月変化

(単位: mg/)

調査月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
中増永橋	1.9	<u>0.9</u>	3.1	1.1	1.7	<u>1.6</u>	3.6	2.4	<u>1.3</u>	2.6	1.9	2.1
一部橋	5.7	<u>1.4</u>	9.0	4.7	6.4	<u>1.5</u>	5.4	4.2	<u>5.1</u>	4.0	3.2	5.4
増永橋	2.7	<u>5.4</u>	1.9	2.6	1.2	<u>1.4</u>	1.8	2.1	<u>5.0</u>	2.1	2.2	1.8
畑田ゴム堰	2.7	<u>2.0</u>	5.8	1.1	9.9	<u>2.0</u>	4.8	5.6	<u>3.6</u>	5.3	5.3	5.9

下線部は、滞留日数が短い月を示している

表2 Chl-aの月変化

(単位: μ g/)

調査月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
中増永橋	43.8	<u>6.1</u>	40.3	13.7	38	<u>15.1</u>	32	15.3	<u>13</u>	15.4	13.1	13.3
一部橋	120	<u>8.1</u>	114	80.9	159	<u>8.7</u>	167	41.3	<u>5.2</u>	11.4	30.9	97.9
増永橋	41.1	<u>2.1</u>	16.4	2.5	16.6	<u>7.4</u>	5.3	4.0	<u>1.6</u>	8.2	4.7	15.3
畑田ゴム堰	41.5	<u>14.3</u>	50.6	52.0	177	<u>16.5</u>	107	133	<u>9.4</u>	79.8	124	78.3

下線部は、滞留日数が短い月を示している

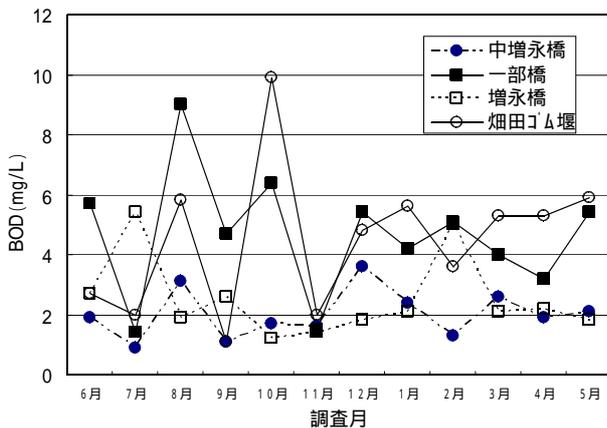


図2 BODの月変化

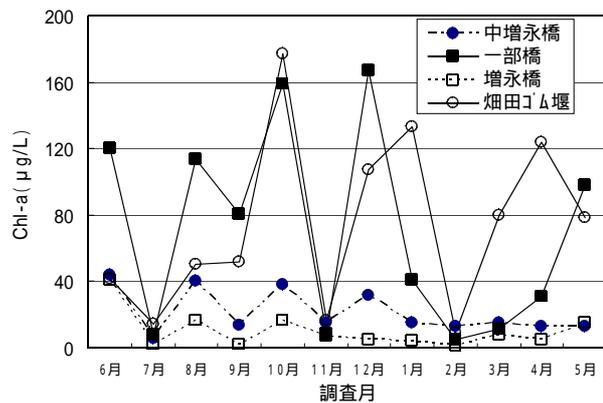


図3 Chl-aの月変化

値の月変化を表2及び図3に示す。BOD及びChl-aともに、一部橋と畑田ゴム堰では、合流前の中増永橋及び増永橋に比べて類似した傾向を示している。これは、一部橋と畑田ゴム堰間が約1.2kmと近く、またその間に流入する河川・水路がほとんどないことによる。

また、一部橋と畑田ゴム堰では月変化が大きい傾向があるのに対して、中増永橋及び増永橋で月変化が小さい。

浦川は池黒池に源を発しており、そこから越流した水が、途中に河川・水路からの流入もほとんどなく中増永橋まで流下するため月変化が少ないものと考えられる。また、増永橋では、増永川の河川水量の大部分を工場排水が占めており、月変化の小さい安定した水質を示した。

ここで、一部橋及び畑田ゴム堰におけるBOD、Chl-aは、7月、11月及び2月に低い値となっている。7月は調査前日に75mmの降雨があったため流入する水量が多

く、畑田ゴム堰では堰を越流するほどの水量が見られた(図4)。11、2月は畑田ゴム堰が落とされてたため、一部橋では流れがあり、畑田ゴム堰付近では、下流側の堰の影響で僅かに滞留しながらも流れがある状態であった(図5)。

これらのことから共通することは、一部橋周辺において水が流れており、畑田ゴム堰より上流での滞留日数が短かったことが考えられる。

次に、滞留が水質に与える影響を考えるため、表3に一部橋における滞留日数が短い月(7、11、2月)とその他の滞留日数が長い月の各項目の平均値を、表4に各調査項目間の相関係数を示す。

表3から、滞留日数が短い月と長い月ではまったく異なる水質を示していることがわかる。特にChl-aは7.3 μ g/ から 91.3 μ g/ と12.5倍に増加している。この

表3 一部橋における滞留日数の長短による水質の違い

	7, 11, 2月 の平均	その他の月 の平均
pH	7.8	8.5
DO (mg/)	8.0	10.3
BOD(mg/)	2.6	5.3
SS(mg/)	8.0	18.0
Chl-a(µg/)	7.3	91.3



図4 畑田ゴム堰（7月）

表4 一部橋における各調査項目間の相関係数

	pH	DO	BOD	SS	Chl-a
pH					
DO	0.796				
BOD	0.751	0.660			
SS	0.339	0.303	0.470		
Chl-a	0.809	0.448	0.698	0.648	



図5 畑田ゴム堰（11月）



図6 10月一部橋（滞留期間大）



図7 2月一部橋（滞留なし）

ことから、滞留することが植物プランクトンを増殖させ、Chl-aを増加させていると考えられる。

また、表4から、Chl-aと高い相関を示す項目は、pH及びBODであり、Chl-aの増加に伴いpH及びBODが増加していると考えられる。つまり、浦川（中増永橋）と増永川（増永橋）の合流した水が、畑田ゴム堰により滞留されることで植物プランクトンが増殖し、水質（BOD値等）に大きな影響を与えているということが考えられる。

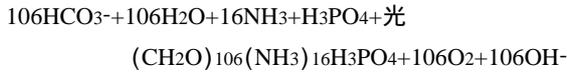
(2) T-N, T-P

各地点のT-N, T-P値の月変化を、図8, 9に示す。T-N, T-P値ともに増永橋で最も大きい値を示してい

る。また、一部橋と畑田ゴム堰が同様の値を示し、中増永橋では最も小さい値を示した。浦川及び増永川は、それぞれ中増永橋及び増永橋を流下した後、一部橋の上流約450mで合流することから、一部橋及び畑田ゴム堰における窒素及びリンが増永川から供給されていることを示している。これは、一部橋及び畑田ゴム堰におけるT-N及びT-P値が中増永橋及び増永橋の中間的な値を示していることから分かる。

特に注目すべきことは、中増永橋においては一般的な河川¹⁾と同様のN/P比(T-N/T-P)となっているのに対し、増永橋をはじめ、一部橋及び畑田ゴム堰ではN/P比が非常に小さく0.5～1.1となっている。これは、一般的な河川と比べT-Pが非常に大きいことによる。

また、Richards は植物プランクトンの増殖について、次式のような関係を提示している。



一部橋における植物プランクトンの発生が Richards の式に従うと仮定すると、植物プランクトンの発生は N:P = 7:1 で進行する。一部橋では、リンが過剰に存在しており、N/P 比は 7 より非常に小さいことから、一部橋及び畑田ゴム堰における植物プランクトンの発生は窒素制限で行われていると考えられる²⁾。

また、Richards の式によれば、一部橋に流入する窒素が全て植物プランクトンに摂取された場合、一部橋における河川流量を 7,500m³/日、T-N を 1.44mg/ とすると、約 171 トン/日の植物プランクトンが一部橋で生産される可能性がある³⁾。

このことから、一部橋の水質は、一般的な河川と比べ多量の植物プランクトンが生産することができる窒素及びリンを含んでいる状態にあることがわかる。

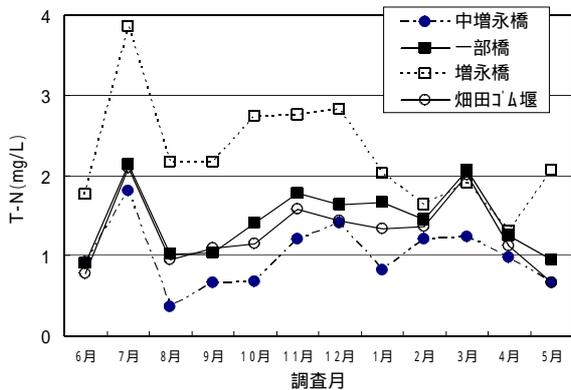


図8 T-Nの月変化

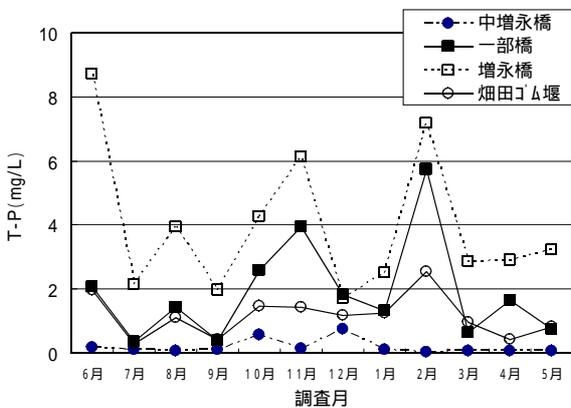


図9 T-Pの月変化

増永橋において、T-N、T-P が高い濃度で検出される原因及び N/P 比が非常に小さくなっている原因を探るため、増永橋上流の増永川に 5 地点及び合流後の浦川 4 地点の計 10 地点について、平成 19 年 10 月に T-N 及び T-P を測定した。その結果を表 5 及び図 10 に示した。なお、増永川が最も上流であり、増永橋が最も下流である。一部橋は増永川合流後の浦川にあり、畑田ゴム堰が調査範囲内の最も下流に位置している。

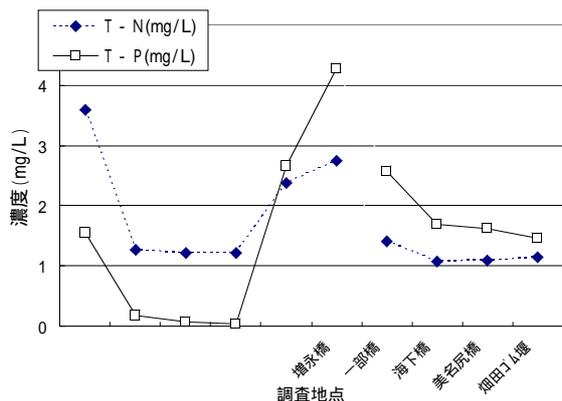
最も上流側に位置する 地点では、流量は少なかったが、T-N、T-P 値は比較的高い値 (T-N: 3.6mg/ , T-P: 1.55mg/) を示した。下水道普及地域であるものの、一部の家庭からの生活排水の流入による影響と考えられた。その後 地点で濃度は大きく低下し、 地点までは低い濃度を示し、ほぼ一定であった。しかし、 地点から 地点の間に大きく濃度は上昇し、 地点から増永橋の間でもさらに上昇している。その結果、増永橋で最高値 (T-N が 2.74mg/ , T-P が 4.28mg/) を示した後、浦川と合流し、一部橋で濃度は低下する。浦川流入後は、一部橋から畑田ゴム堰の間は大きな変化は見られていない。

この結果から、 地点から 地点及び増永橋までの間に、窒素及びリンの排出源 (特にリンを多く含む排水水の流入) があることを示している。

元々増永川は、自流水の少ない河川であり、増永川に隣接する工場・事業場からの排水が河川流量の大きな割合を占めている。これらの工場・事業場の中には、水質汚濁防止法等に基づく排水基準以内ではあるものの、比較的高い濃度の窒素及びリンを含む排水の排出もあると考えられ、この影響が増永川及び浦川下流に大きく出ているものと考えられる。

表5 増永川及び浦川下流のT-N、T-P及びT-N/T-P値 (単位: mg/)

	T-N	T-P	T-N/T-P
増永川	3.60	1.55	2.31
増永川	1.27	0.180	7.05
増永川	1.22	0.062	27.5
増永川	1.21	0.044	19.6
増永橋	2.37	2.65	0.89
増永橋	2.74	4.28	0.64
一部橋	1.40	2.57	0.54
浦川 海下橋	1.08	1.69	0.63
浦川 美名尻橋	1.10	1.62	0.67
畑田ゴム堰	1.14	1.46	0.78



~ 増永橋は増永川，一部橋～畑田ゴム堰は浦川
 図10 増永川及び浦川下流のT-N及びT-Pの推移

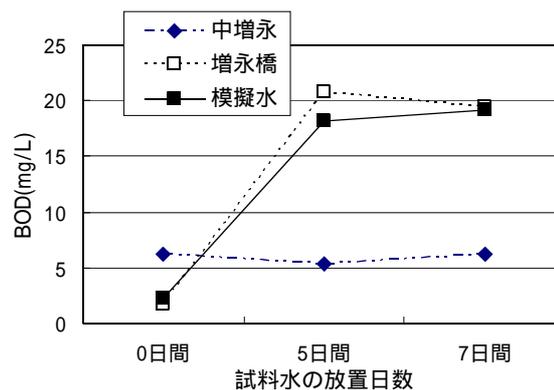


図11 BODの変化

2 河川水の滞留が水質に与える影響について

(1) BOD及びChl-a

模擬水，中増永橋及び増永橋の河川水を屋上に置いた試料水について，BOD 及び Chl-a を測定した結果を図 11，12 に示す。実験期間については，中増永橋（浦川）及び増永橋（増永川）における流量と浦川及び増永川の合流地点から一部橋までの河川の容量を用いて試算した結果，5 日間と設定した。なお，滞留性が高い時期を考慮するため 7 日間放置した試料も測定した。なお，模擬水の採水当日（0 日間）の水質は，増永橋と中増永橋の水質及び混合割合から計算上算出した。

BOD は，5 日間放置した試料では増永橋で 20.8mg/ ，模擬水で 18.1mg/ となり非常に高い数値を示しており，増永橋では採水当日の 1.8mg/ から約 10 倍に増加している。また，7 日間放置した試料では 5 日間放置した試料とほぼ同じ又は若干減少傾向にある。これに対し，中増永橋では 0，5，7 日間放置した試料で大きな増減は見られなかった。

次に Chl-a は，5 日間放置したに増永橋で 152 μ g/ ，模擬水で 123 μ g/ と非常に高い数値を示している一方，7 日間放置した試料では増永橋で 25.8 μ g/ ，模擬水で 21.6 μ g/ と減少している。また，5 日間放置した試料は均一に緑黄色を示していたのに対し，7 日間放置した試料は，ピーカーの底に茶色の懸濁物を確認することができた。これより，当初は豊富にある窒素及びリンを栄養源に植物プランクトンが増殖するが，長く置くことで植物プランクトンが死滅等により，Chl-a が減少したと考えられる。なお，中増永橋においては，BOD と同様に 0，5，7 日間放置した試料ともに大きな増減は見られなかった。

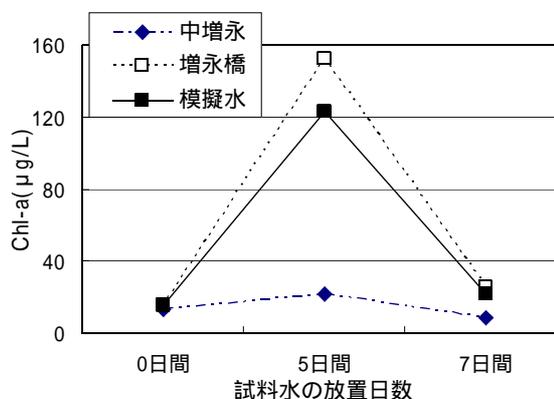


図12 Chl-aの変化

(2) T-N, T-P, DN, DP

図 13，14，表 6 に中増永橋，増永橋，模擬水について，(1) と同様に屋上に置いた際の T-N，T-P，DN，DP の変化を示す。

T-N は，全試料について採水日（0 日間）が最も高く，その後減少している。更に，T-N に対する D-N の割合（DN/T-N）は，採水日は 95 % 以上であり，溶存態が大部分を占めるものの，5 日目以降では 30 ~ 40 % まで減少している。

T-P についても，T-N と同様に全試料について採水日が最も高く，その後減少している。また，T-P に対する DP の割合（DP/T-P）は，数値が小さい中増永橋を除いて，採水日は 90 % 以上であるが，5 日目以降では 40 ~ 60 % まで減少している。

T-N，T-P ともに日数が経つに連れその溶存態（DN，DP）の割合が減少している。このことから，植物プランクトン等が増殖する際に，T-N，T-P を栄養源として利用したと考えられる。

まとめ

浦川は、元々流量が少ないという特徴があるうえに、工場排水等が原因で、非常に多量の植物プランクトンが生成できる窒素及びリンを含んだ水質が流入している状況にある。

さらに畑田ゴム堰により滞留することで、植物プランクトンが発生しやすい状態が形成されており、実験では5日間滞留するとBOD値及びChl-a値は約10倍に増加する。

この植物プランクトンの増大がBOD値等河川水質に大きな影響を与えており、畑田ゴム堰の状況及び天候等が河川流量に影響を及ぼし、滞留日数が変わることで非常に月変動の大きな水質をもたらしているものと考えられた。

参考文献

- 1) 熊本県：水質調査報告書（公共用水域及び地下水）（平成18年度）
- 2) 手塚公裕, 佐藤洋一, 中村玄正：水環境学会誌, 29, 37 (2006)
- 3) 中村玄正, 大和泰佑, 藤田豊, 佐藤洋一：日本水環境学会年会講演集, 14 (2008)

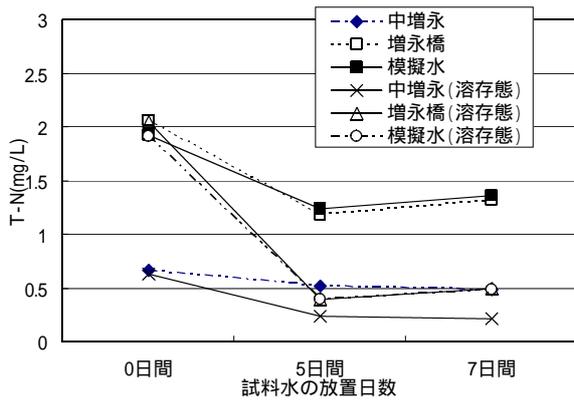


図13 T-Nの変化

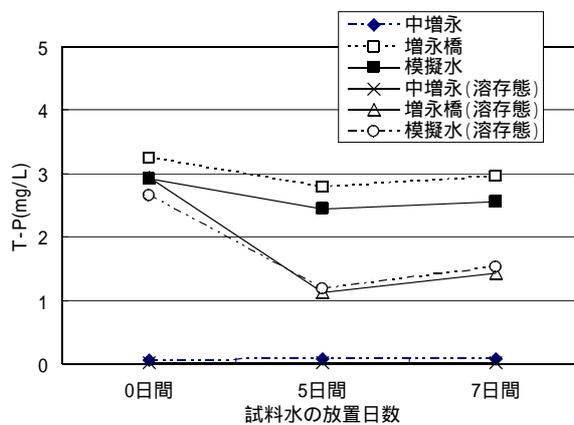


図14 T-Pの変化

表6 T-N, T-Pにおける溶存態の割合 (DN/T-N, DP/T-P) (単位%)

		0日間	5日間	7日間
N	中増永	95.5	46.2	43.8
	増永橋	99.5	33.1	37.1
	模擬水	99.4	31.5	35.3
P	中増永	28.8	17.4	15.7
	増永橋	90.9	40.4	48.7
	模擬水	90.8	48.5	59.3