

2・3 調査地点の概況

2・3・1 調査地点の流況

限川の流況は三池干拓内橋で16回の調査中12回は滞留、4回は緩い流れであった。この傾向は三池干拓内橋上堰、西鉄下でも同様であった。

2・3・2 三池干拓内橋のBOD経年変化

三池干拓内橋のBOD年度平均の経年変化を図2に示す。BOD年度平均は平成14年度に2.2mg/Lまで低下したが、その後上昇傾向になり平成22年度には3.7mg/Lであり近年上昇傾向にある。

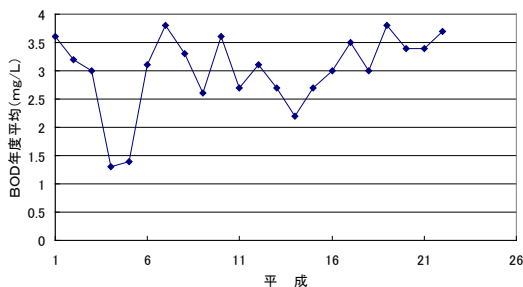


図2 三池干拓内橋のBOD年度平均の経年変化

2・3・3 限川へのBOD排出負荷量の変化

限川へのBOD排出負荷量を塚崎橋上流域と塚崎橋下流域に分けて推計した。塚崎橋へ排出される上流域の排出負荷量は平成14年度では生活系、事業場系、畜産系、自然系の合計が122.8kg/日であったが生活系、事業場系、自然系が増加し、畜産系が減少し平成22年度では合計が144.1kg/日となり17%増加した。限川下流域への排出負荷量は平成14年度では生活系、事業場系、畜産系、自然系の合計が143.6kg/日であったが平成22年度では116.9kg/日となり19%減少した。全域の合計は平成14年度が266.4kg/日、平成22年度が261.0kg/日とほぼ一定であった。

3 結果及び考察

3・1 三池干拓内橋の環境基準適合状況

三池干拓内橋の平成23年4月から平成24年7月のBOD経月変化を図3に示す。平成23年4月から平成24年3月を調査年度とした場合、75%値が3.7mg/Lとなり平成23年度も例年同様、環境基準不適合であった。このことから、原因究明調査は有効であると考えられる。また、BODは平成23年4月から平成24年7月まででは夏季に高く、冬季に低い傾向が認められた。

3・2 三池干拓内橋の水質の特徴

三池干拓内橋の水質を表1に示す。各成分の平均濃度

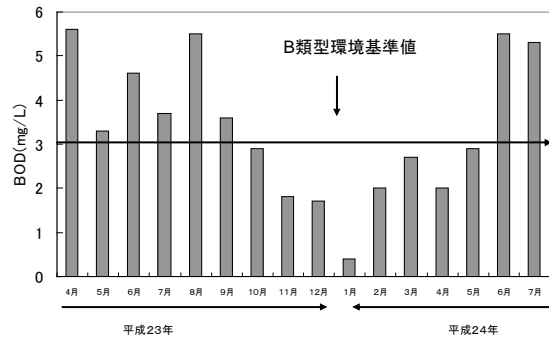


図3 三池干拓内橋のBOD変化

はBOD 3.3mg/L、COD 6.9mg/L、T-N 1.6mg/L、T-P 0.18mg/L、Chl-a 39 μ g/LでT-N、T-P濃度が高く富栄養化していると考えられた。

BODの上昇と関連する水質項目を明らかにするため、三池干拓内橋において水質項目間の相関を調べた(表2)。BODと高い相関がみられたのは順に、P-BODの0.95、CODの0.94、TOCの0.93、P-CODの0.91、DOCの0.89、T-Pの0.79、Chl-aの0.75であった。

3・3 限川下流域の水質相関係数

三池干拓内橋を含む限川下流域は滞留していることが多いことから三池干拓内橋におけるBOD環境基準超過にはChl-aの関与が示唆され、三池干拓内橋でのChl-aとBODの間には正の相関が認められ1%の危険率で有意な水準にあった。ひわたし橋、西鉄下、三池干拓内橋上堰、三池干拓内橋におけるBODとChl-a濃度の散布図を図4に示す。BODの上昇はChl-aの増加、すなわち植物プランクトンの増加に起因していると考えられるが、植物プランクトンの繁殖状況も場所によって変化しているものと思われる。

3・4 限川下流域のBODの変化

限川下流域のBOD経月変化をP-BODとD-BODに分けて図5に示す。ひわたし橋では平成23年4月、8月、9月、平成24年3月、6月、7月がそれぞれ、4.4mg/L、8.8mg/L、7.6mg/L、4.0mg/L、10mg/L、5.0mg/Lと3.0mg/L(B類型環境基準値)より高い値であった。特に平成23年8月、9月、平成24年6月、7月は著しく高い値であった。西鉄下では平成23年4月、8月、9月がそれぞれ5.4mg/L、6.5mg/L、3.5mg/Lが3.0mg/Lより高い値であった。平成24年では6月、7月がそれぞれ、8.1mg/L、6.0mg/Lと高い値であった。三池干拓内橋上堰では4月、5月、6月、8月、9月がそれぞれ9.1mg/L、3.1mg/L、4.9mg/L、5.9mg/L、3.3mg/Lと3.0mg/Lを超

える値であった。BOD の急激な増加が見られる地点は、4月は三池干拓内橋上堰、8月は西鉄下及びひわたし橋、9月はひわたし橋と時期により異なっていた。また、BOD の急激な増加の原因は P-BOD によるところが大きかった。

3・5 隈川下流域のBODとChl-a濃度変化

隈川下流域のひわたし橋から三池干拓内橋の BOD と Chl-a 濃度の変化を図6に示す。ひわたし橋では通常は

Chl-a 濃度は低かったが滞留域がひわたし橋まで達した平成23年8月、9月には Chl-a 濃度が 110 μ g/L、108 μ g/L まで急激に増加した。また、平成24年6月も 160 μ g/L であり、これに連動して BOD も上昇した。西鉄下においても平成23年8月に Chl-a が 70 μ g/L に達したが、これに連動して BOD も 6.5mg/L と高い値になった。三池干拓内橋、三池干拓内橋上堰では6月にともに 110 μ g/L の Chl-a 濃度が観察された。三池干拓内橋上堰、三池干拓内橋においても Chl-a 濃度の高い夏季に

表1 三池干拓内橋の水質

調査日	pH	EC	DO	BOD	D-BOD	P-BOD	COD	D-COD	P-COD	SS	TOC	DOC	Chl-a	T-N	T-P
平成23年4月	8.6	250	9.3	5.6	0.3	5.3	11	5.9	5.7	34	3.9	2.9	56	1.3	0.28
5月	7.0	150	7.2	3.3	1.6	1.7	7.4	6.0	1.4	15	3.1	3	13	2.5	0.19
6月	7.8	240	6.0	4.6	0.9	3.7	8.7	5.3	3.4	15	3.6	2.7	110	1.3	0.21
7月	7.3	120	8.0	3.7	0.9	2.8	6.5	4.4	2.1	20	3.3	2.6	33	2.1	0.21
8月	8.4	170	9.5	5.5	0.9	4.6	10	5.7	4.2	16	4.2	3.1	43	0.91	0.35
9月	8.5	180	9.2	3.6	0.5	3.1	7.2	4.4	2.8	11	3	2.5	53	0.88	0.18
10月	7.6	180	8.1	2.9	1.1	1.8	7.5	5.6	1.9	12	3.1	2.7	52	1.8	0.14
11月	7.6	160	7.7	1.8	0.6	1.2	5.4	4.1	1.3	11	2.8	2.1	22	1.7	0.14
12月	6.8	200	8.7	1.7	0.2	1.5	3.7	2.5	1.2	7	1.9	1.5	10	1.9	0.12
平成24年1月	7.1	220	11	0.4	0.5	0.0	3.8	3.3	0.5	4	1.9	1.5	7.1	2.1	0.10
2月	7.1	230	13	2.0	0.7	1.3	4.6	3.6	1.0	2	2	1.8	10	2.1	0.12
3月	7.1	200	10	2.7	0.0	2.7	5.4	3.8	1.6	12	2.7	2.0	13	2.1	0.14
4月	6.9	120	9.0	2.0	1.8	0.2	4.9	3.0	1.9	26	2.6	2.1	8	2.2	0.17
5月	7.5	220	6.4	2.9	1.0	1.9	5.9	3.8	2.1	11	3.2	2.4	43	0.82	0.18
6月	8.5	210	10	5.5	1.0	4.5	11	6.8	4.2	25	4.7	3.6	72	1.1	0.34
7月	8.7	170	10	5.3	1.3	4.0	8.6	5.2	3.4	11	3.9	3.4	88	1.0	0.14
平均値	7.6	180	8.9	3.3	0.83	2.5	6.9	4.5	2.4	14	3.1	2.4	39	1.6	0.18

単位：ECは μ S/cm、Chl-aは μ g/Lその他はmg/L

表2 三池干拓内橋の水質項目間の相関

	pH	EC	DO	BOD	D-BOD	P-BOD	COD	D-COD	P-COD	SS	TOC	DOC	Chl-a	T-N	T-P
pH	1														
EC	0.21	1													
DO	0.04	0.18	1												
BOD	0.82**	0.10	-0.14	1											
D-BOD	-0.02	-0.54	-0.26	0.15	1										
P-BOD	0.83**	0.27	-0.05	0.95**	-0.15	1									
COD	0.83**	0.17	-0.14	0.94**	0.16	0.89**	1								
D-COD	0.67**	0.09	-0.17	0.80**	0.27	0.72**	0.91**	1							
P-COD	0.84**	0.25	-0.08	0.91**	0.01	0.91**	0.92**	0.69**	1						
SS	0.38	-0.12	-0.23	0.59*	0.23	0.52*	0.64**	0.49	0.72**	1					
TOC	0.80**	0.01	-0.24	0.93**	0.27	0.85**	0.94**	0.85**	0.85**	0.63**	1				
DOC	0.75**	-0.10	-0.21	0.89**	0.44	0.76**	0.90**	0.90**	0.74**	0.54*	0.94**	1			
Chl-a	0.75**	0.29	-0.32	0.75**	0.14	0.71**	0.72**	0.92**	0.69**	0.28	0.73**	0.69**	1		
T-N	-0.83	0.32	0.15	-0.63	0.08	-0.66	-0.59	-0.37	-0.67	-0.15	-0.64	-0.51	-0.70	1	
T-P	0.61*	0.05	-0.11	0.79**	0.13	0.75**	0.83**	0.71**	0.81**	0.68**	0.84**	0.71**	0.42	-0.49	1

上記相関の5%有意水準(*)は0.49であり、1%有意水準(**)は0.62である

(n=16)

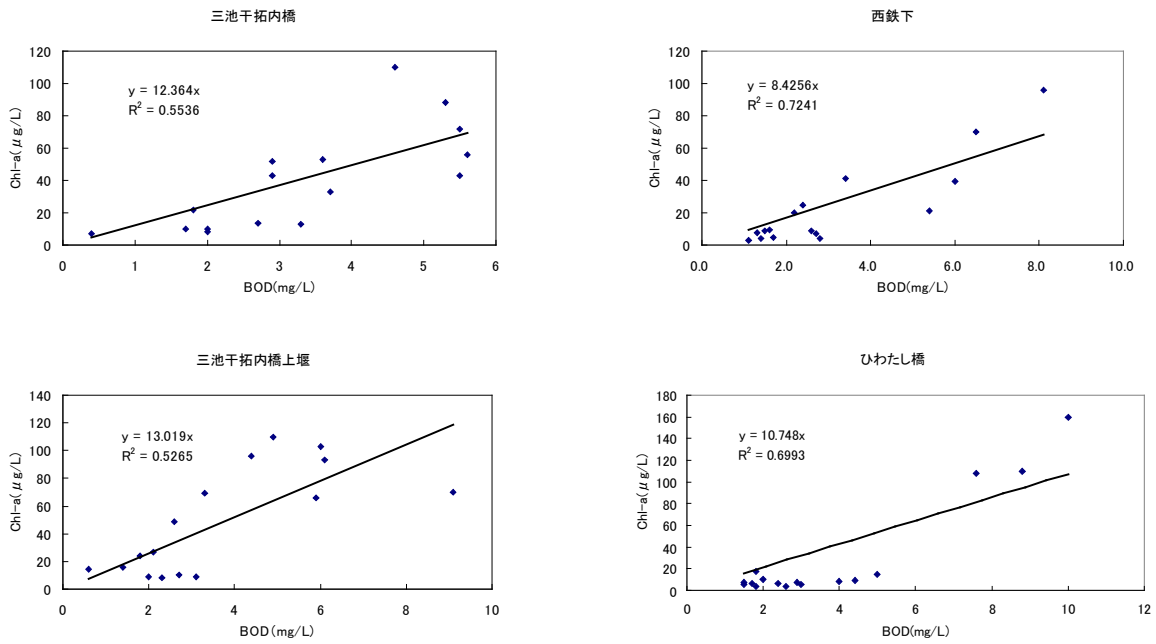


図4 隈川下流域における BOD と Chl-a 濃度の散布図

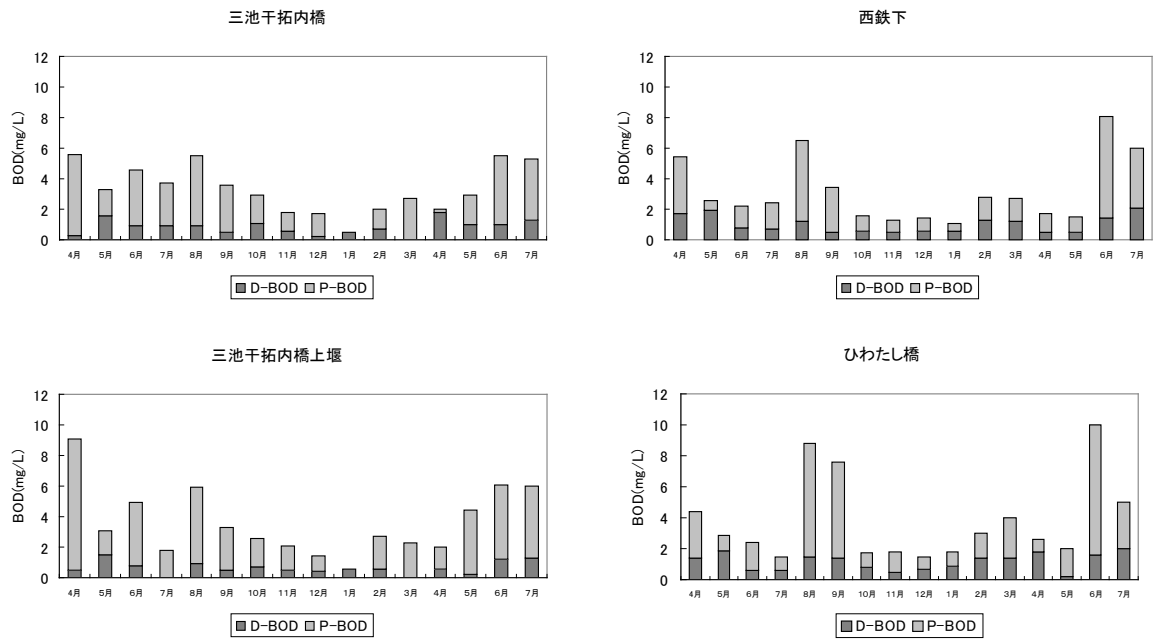


図5 隈川下流域の BOD 変化

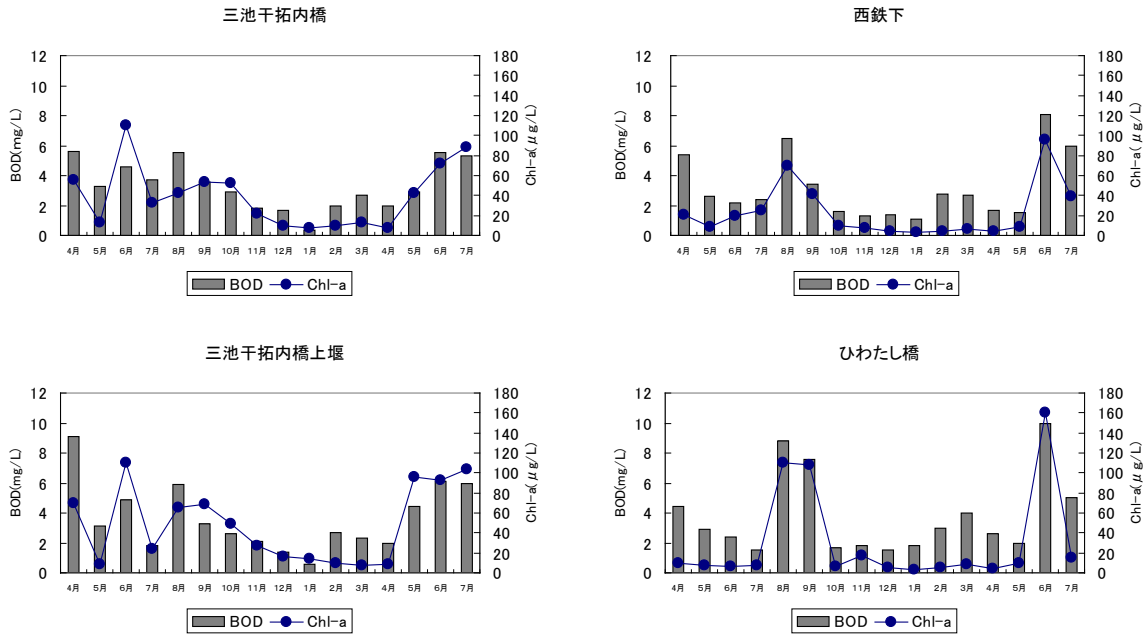


図6 隈川下流域のBODとChl-a濃度変化

BODも高くなる傾向が認められた。隈川下流域ではBODとChl-a濃度の連動した動きが見られた。

3・6 隈川下流域のT-N、T-P濃度変化

ひわたし橋、西鉄下、三池干拓内橋上堰、三池干拓内橋のT-N濃度及びT-P濃度の経月変化を図7に示す。T-N濃度が最も高かったのは西鉄下の平成24年2月の3.2mg/L、最も低かったのは三池干拓内橋上堰の平成24年5月の0.80mg/Lであった。T-Nの月ごとの濃度変化は4地点で差はあるものの同様の傾向で変化していた。

平成23年4月から5月にかけて増加し8月に向け減少さらにその後は平成24年2月まで増加しその後、減少した。T-P濃度で最も高かったのは平成23年8月の三池干拓内橋で0.35mg/Lであった。最も低かったのは平成24年1月の三池干拓内橋で0.10mg/Lであった。T-PにおいてもT-N同様4地点で同様の傾向で変動していた。日本の湖沼で富栄養湖の栄養塩濃度は、それぞれN濃度で0.5-1.3mg/L、Pで0.01mg-0.09mg/Lと報告されている。その値と比較すると、4地点ともに富栄養湖の濃度を超える濃度の栄養塩が存在していた。

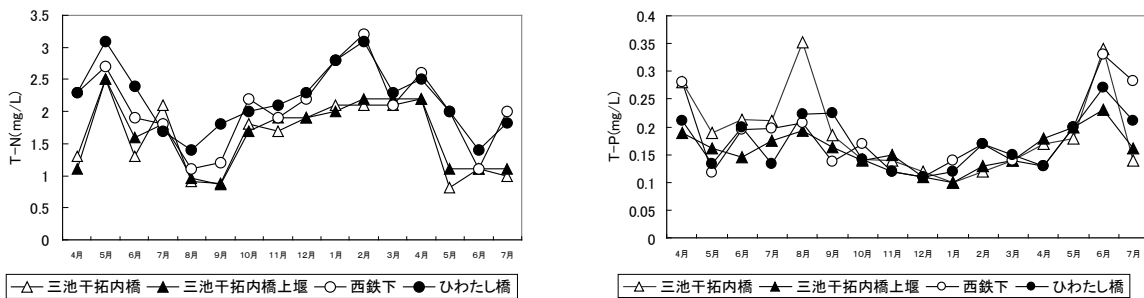


図7 隈川下流域のT-N、T-P濃度変化

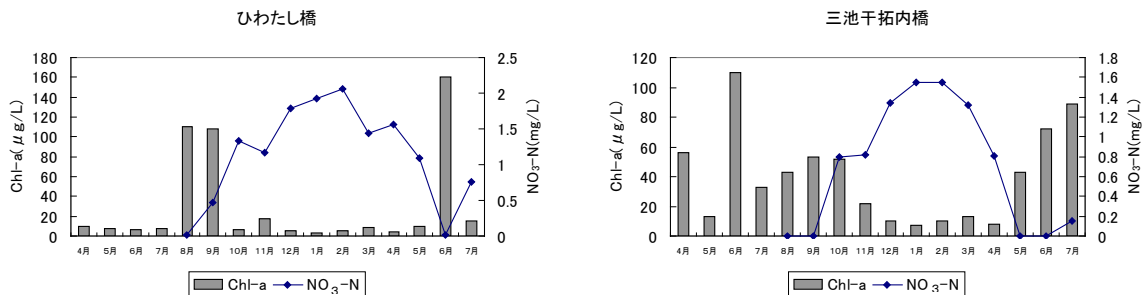


図8 ひわたし橋及び三池干拓内橋における Chl-a、NO₃-N 濃度変化

3・7 隈川下流域における NO₃-N と Chl-a 濃度の関係

隈川下流域のひわたし橋、三池干拓内橋の Chl-a 濃度と NO₃-N 濃度の変化を図8に示す。Chl-a 濃度が低い時は、NO₃-N 濃度は比較的高く、ひわたし橋の6月等 Chl-a の急激な増加が見られた時は NO₃-N 濃度の減少、枯渇が見られた。このことから Chl-a の増加即ち植物プランクトンの増殖には NO₃-N が必要とされたことがわかる。このことから植物プランクトンの増殖による内部生産を防ぐためには、水域への NO₃-N の流入を抑えること及び水域からの NO₃-N の除去が有効と推定される。

4 まとめ

隈川の三池干拓内橋、塚崎橋は BOD の環境基準不適合が続いているため、環境基準超過原因究明調査を実施した。三池干拓内橋は T-N、T-P 濃度が富栄養湖を超える濃度であり、滞留した水域であった。三池干拓内橋、三池干拓内橋上堰、西鉄下など滞留した水域における水質相関では BOD と Chl-a の間に良い相関がみられたことから三池干拓内橋における環境基準超過の原因は滞留による植物プランクトンの増加に伴う内部生産の影響が示唆された。植物プランクトンの増殖には NO₃-N が利用されており、植物プランクトンの増殖による内部生産をおさえるためには水域への NO₃-N の流入を抑えること

と水域からの NO₃-N の除去が有効と考えられる。

謝辞：本研究は環境保全課及び大牟田市の協力により実施された。

文献

- 1) 福岡県：平成23年度版環境白書，3，2011.
- 2) 徳永隆司：下水道の普及と水質モニタリング結果の経年変化，福岡県保健環境研究所年報，26，63-66 1999.
- 3) 馬場義輝ら：河川における内部生産を原因とする環境基準超過事例，全国環境研究会誌，37，No3，167-172，2012.
- 4) 大牟田市：おおむたの環境，平成21年度版

**Investigation to Determine the Cause of Exceeding
the Environmental Quality Standard for
BOD in Kuma River**
-Relationship between BOD and Chlorophyll a in the Water of a River Dammed up-

Yoshiteru BABA, Gensei MATSUMOTO, Yuko ISHIBASHI, and Okihiro OISHI

*Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,
Mukaizano 39, Dazaifu 818-0135, Japan*

Miiekantakunai Bridge which is the monitoring point in Kuma River has not achieved the environmental quality standard for BOD. Therefore, we investigated to determine the cause of exceeding the environmental quality standard for BOD. The river water area of Miiekantakunai Bridge is dammed up the water of the river and little water of the river flows in the area. T-N and T-P concentrations in the river water at Miiekantakunai Bridge exceeded the levels for a eutrophic lake. The relationship between BOD and Chl-a in the river waters at Miiekantakunai Bridge, Dam upper Miiekantakunai Bridge and Under the Nishitetsu which are in the river water area dammed up shows good agreement. Accordingly, The cause of exceeding the environmental quality standard for BOD may be organic production by phytoplankton growth in the river water area dammed up.

[Key words; BOD, environmental quality standard, organic production by phytoplankton growth, phytoplankton, chlorophyll a]