大和川における河川浄化施設の効果について

Effect of the river purification facilities in the Yamato River

下村卓矢¹·井伊博行²·谷口正伸³

¹和歌山大学大学院システム工学研究科システム工学専攻 (〒640-8510 和歌山市栄谷 930)

²正会員 博(理) 和歌山大学教授 和歌山大学システム工学部環境システム学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷 930)

3 正会員 博(工) 和歌山大学助教 和歌山大学システム工学部環境システム学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷 930)

1. はじめに

大和川は、近年の人口増加に伴う生活排水の増加により水質汚染が問題となっている河川である.そこで、流域には水質改善を目的とする河川 浄化施設が設置されている.河川浄化施設では主にBOD(有機物)が除去さ れている.本研究では大和川流域の河川浄化施設を対象とし、河川浄化施設 の前後による水質変化を調べ、浄化施設の効果を評価し、河川浄化施設 の最適な運用方法や改良を提案することを目的とする.

2. 研究対象地概要·研究方法

図-1に研究対象地位置図を示す.大和川は全長68km,流域面積1070km² の一級河川である. 流域内の人口は約210万人(2004年度)で、上流部の 人口が多く生活排水による水質汚染が問題となっている.各主要溶存イオ ンについてはイオンクロマトグラフィを用いて計測した.全窒素はペルオ キソニ硫酸カリウム分解,カドミウム還元法を適用し、比色法を用いて計 測した.2007年7月から現在まで流域の73地点の調査を行った.

3. 流域の長期変化

図-2 に藤井における BOD 濃度の 1983 年から 2004 年までの長期変化を 示す.河川浄化施設は 1992 年に設置されてから毎年,各地で設置されて いる.施設設置後 BOD 濃度は徐々に減少しているが,依然,年平均で環 境基準値 5.0mg/ を満たしていない.したがって,より効率よく浄化施設 を運用する必要がある.また,BOD 濃度は、常に夏が低く、冬に高い季 節変化がみられる.

4. 有機物分解・光合成について

【好気性菌の分解のメカニズム】	式(1)から(3)に有機物
f(t) $f(t)$	分解の式を示す. 式(1)か
$NH_3 \rightarrow NO^{-} \rightarrow NO_2^{2-} \rightarrow NO_3$ (2) 【嫌気性の分解のメカニズム】	ら(3)より、有機物の分解
有機物(C,H,O,N,S,P)+H ₂ O \rightarrow CH ₄ +CO ₂ +H ₂ O+NH ₃ +S ₂	が起こると, NO3, NH4+,
【光合成の式】 106C0,+6N0;+16H ⁺ +H,P0, ⁺ +122H,0	SO4 ²⁻ , PO4 ³⁻ , CO2(重炭酸)
/ <i>有機物 + 1380</i> , (4)	濃度が増加し,有機物,
	Oっ濃度が減少する. 式(4)

に光合成の式を示す.式(4)から光合成が起こると、 NO_3 、 PO_4^3 、 CO_2 (重 炭酸)濃度が減少し、有機物、 O_2 濃度が増加する.よってこれらのイオン 変化に着目することによって浄化施設内での現象を解明できると考えられる.

5. 流域の上流から下流の有機態窒素濃度変化

図-3 に大和川の上流から下流の有機態窒素濃度変化を示す.上流部のI 地点から下流部のA地点の有機態窒素(O-N)濃度の変化をみると下流部の 方がO-N濃度が高くなる傾向がみられる.I地点から藤井までの間にIか らCまでの浄化施設があるにもかかわらず,2008年4月21日の調査では EからD地点の間でO-N濃度が増加していた.奈良県の水はすべて藤井 を通り大阪府に流れる.藤井とA地点のO-N濃度を比較するとA地点の O-N濃度の方が高い傾向を示した.これは流下の間に支流からO-N濃度 が高い水の流入があったためと考えられる.

6. 瀬と淵浄化施設での水質変化

図4から7に明治橋,河内橋における,各調査日ごとの上流から下流の O-N, NO3⁻-N, NH₄⁺-N 濃度と流量の関係を示す.明治橋の瀬と淵浄化施 設の上流から下流までの距離は約500m,河内橋は400mである.明治橋 では2007年9月12日にO-N 濃度が最も大きく減少した.河内橋では2007



the downstream from the upstream in the Yamato River

年12月17日に最も減少していた.しかし,有機態窒素濃度が増加した調査日もあり.明治橋,河内橋ともに,常に安定した有機物の除去ができているとは言えない.NO3⁻-N,NH4⁺-N 濃度についても調査日によって増減のばらつきがみられた.図-8と9に明治橋,河内橋における上流から下流のO-N量,NH4⁺-N,NO3⁻Nの変化を示す.2007年9月12日の明治橋では、上流から下流に行くにつれて,O-N量が減少し,NH4⁺-N量,NO3⁻N量は増加した.2007年12月17日の河内橋では、O-N量,NH4⁺-N量が減

少し, NO₃-N 量が増加した. 明治橋・河内橋ともに O-N 量が減少し, NO₃-N 量が増加したのは、式(1)に示された有機物の分解が起こったためと考え られる. 河内橋では、式(2)の変化が起こり、NH₄-N 量が減少したと考え られる.

7. 他の浄化手法による浄化効果

図-10に2008年4月21日,28日の調査における様々な浄化施設の上流 から下流の O-N 量の変化を示す. 各浄化施設の流量が異なるので濃度変 化では、流量による影響を考察できない. そこで、各濃度と流量から、負 荷量を求めた. 流量データは国土交通省の水文水質データベースのデータ を用いた. 堰, 王寺区間の浄化施設では上流から下流へ行くにつれ O-N 量が増加した.王寺区間は河川延長1.5km内に接触酸化等,数種類の浄化 施設を数箇所設置しているにも関わらず O-N 量が増加していた. これは 採水地点間に他の支川があり、それらの流入による影響があると考えられ た、今後他の流入の影響を除いて考えるために、採水地点を考えなおす必 要がある.飛鳥川浄化施設、富雄川浄化施設は他の浄化施設と異なり河川 内で浄化をするのではなく河川から取水し,河川敷に設置された浄化施設 で浄化後河川に放流される. 飛鳥川浄化施設, 富雄川浄化施設ともに O-N 量が減少した.しかし,飛鳥川浄化施設 0.5m3/s,富雄川浄化施設 0.3m3/s と浄化水量が少ないため、河川に与える浄化効果は少ないと考えられる. 接触酸化, 堰+接触酸化方式ではともに O-N 量が減少した. 薄層流浄化施 設では O-N 量が約 13g/s から 2g/s まで減少した. 2008 年 4 月度の調査の 中では最大の減少が見られた.

図-11 に薄層流浄化施設の上流から下流の O-N, NO₃-N 量, DO 濃度の 変化を示す.上流から下流に行くにつれて O-N 量, DO 濃度は減少し, NO₃-N 量は増加している.これらの変化は式(1)の有機物分解が起こった ためと考えられる.

8. まとめ

大和川流域における河川浄化施設の上流と下流の水質変化について研 究を行った. 大和川の上流から下流までに浄化施設が設置されていたが, 大阪府の下流に行くにつれ О-N 濃度が増加した. これは、支流からの О-N 濃度が高い水が入ってきたと考えられる.現状の浄化施設では十分な有機 物の除去ができていないと考えられる. 次に, 浄化施設を個別に見ていく と、瀬と淵浄化施設内では O-N 量の減少がみられ、有機物の分解が起こ っていると考えられた. O-N 量の増加は光合成による有機物生成量が,有 機物分解の量を超えたためと考えられる.しかし、瀬と淵浄化施設では安 定した O-N 量の減少がみられなかったため、常に有機物の除去ができて いたとは言えない. また, 他の浄化施設のでは, 2008 年 4 月の調査では 薄層流浄化方式で最も O-N 量が減少していた. 王寺区間では数種類の浄 化施設が設置されているにも関わらず, NO:-N 量が増加していた, 採水 地点間に他の支川からの流入による影響が考えられるため、今後の研究で は流入の影響を受けない採水をすることが必要である. 飛鳥川浄化施設, 富雄川浄化施設では浄化水量が少ないため、河川に与える浄化効果は少な いと考えられる.表-1に各浄化施設の単位距離あたりの有機態窒素除去量 を示す.単位距離あたりの有機態窒素除去量がもっとも大きかったのは堰 +接触酸化であった.

参考文献

- 大和川清流ルネッサンス21 協議会:水環境改善緊急行動計画 大 和川清流ルネッサンス21
- 2) 井伊博行・平田健正・長谷部正彦・江種伸之・坂本康・粂川高徳・ 西山幸治・酒井信行・堀井壮夫:環境同位体および化学組成から 見た石川流域の河川水と地下水の起源について,水工学論文集第 43巻pp. 205-210,1999.
- 3) 大和川河川事務所: http://www.yamato.kkr.mlit.go. jp/YKNET/index.Html
- 4) 井伊博行・谷口正伸・平田 健正・石塚正秀・窪原拓馬・伊勢達男・ 宮川勇二: 和川の BOD, アンモニア態窒素, 陰イオン界面活性剤 濃度の季節変動とその原因について, 土木学会水工学論文集, 第 46巻 pp. 235-240



Table-1 elimination load for distance unit in purification facilities

Point name	Survey day	O-N (g/s/m)
Meiji bridge	Jul,2,2007	-0.0228
Meiji bridge	Sep,12,2007	0.1309
Meiji bridge	Nov,2,2007	0.0074
Meiji bridge	Dec,17,2007	-0.0067
Kawachi bridge	Jul,2,2007	0.0010
Kawachi bridge	Sep,12,2007	-0.0733
Kawachi bridge	Nov,2,2007	0.0002
Kawachi bridge	Dec,17,2007	0.0184
Oji section	Apr,28,2007	-0.0022
Contast oxidation	Apr,21,2007	0.0158
Thin layer flow	Apr,21,2007	0.0547
Weir and contact oxidation	Apr,21,2007	0.1388
Asuka-River purification	Apr,21,2007	-
Tomio-River purification	Apr,21,2007	-
Weir	Apr,21,2007	-0.0132