

徳島市役所 小津慶久

徳島市内中心部を編み目状に流れる新町川水系（新町川、田宮川、助任川、沖州川、住吉島川、大岡川）の水質浄化対策を検討するため、排出汚濁負荷量調査ならびに水質予測計算を実施した。なお本研究では晴天時の汚濁負荷のみを対象としている。

研究対象の新町川水系に汚濁負荷流入のある地区を都市下水路、河川への排出先、地形の特徴を参考に図1のように細分化した。排出汚濁負荷量は原単位法に基づき、生活排水、産業排水、畜産排水の点源と自然排水の面源に分けて集計した。汚濁負荷量の算定手法は表1に示す通りで、原単位は既往の資料^{1)~9)}を参考にし、表2~6の値を用いた。

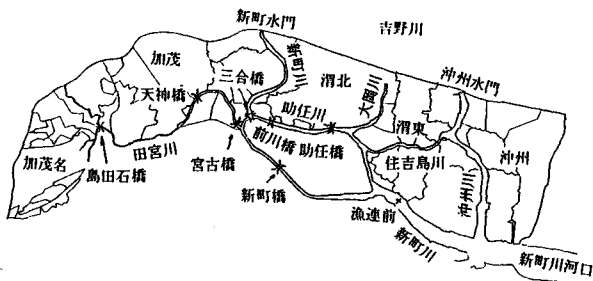


图1 小流域区分图

發生源		負荷算定方法
生活系	合併槽 500人槽以下	処理処別分別人口×発生負荷原單位×排出率 突圍値
	单独槽 500人槽以下	処理処別分別人口×発生負荷原單位×排出率 突圍値
	連槽槽 501人槽以上	突圍値
	雑排水	雑排水人口×発生負荷原單位×排出率
	雨水	突圍値
産業系	規制事業場	排水量×排水質
	小規模・規制事業場	工業出荷額×発生負荷原單位
	未規制(工場)	従業員數×発生負荷原單位×排出率
	未規制(事務所)	排水量×排水質
	飲食店	家畜頭數×排出負荷原單位
	畜産	面積×土地原單位
自然系		

種類	排水量	発生負荷原単位 (g/人・日)				
	ℓ/人・日	BOD	COD	SS	T-N	T-P
雑排水	200	37	18	29	3.0	0.8
し尿	50	13	7	21	9.0	0.8

排出率(%)	BOD	COD	SS	T-N	T-P
合併浄化槽	30	60	35	70	100
単独浄化槽	35	64	20	100	100

	中分類番号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
種別	単位	食料品	飲料・飼料	繊維	衣服	木材	家具	パルプ・紙	出版・印刷	化学	石油・石炭	ガラス・プラスチック
排水量	m³/日・百万	0.13	0.13	0.16	0.02	0.01	0.01	1.57	0.03	0.26	0.26	0.26
BOD	kg/日・百万	44.62	44.62	29.05	1.71	0.93	0.64	80.16	2.03	31.96	11.01	31.96
COD	kg/日・百万	27.49	27.49	17.82	1.71	0.93	0.64	119.49	2.03	19.99	19.99	19.99
SS	kg/日・百万	11.86	11.86	24.10	35.13	22.30	1.57	131.98	2.10	32.66	0.13	0.61
TN	kg/日・百万	1.96	19.63	0.88	0.10	0.06	0.04	5.13	0.14	2.08	0.68	2.08
TP	kg/日・百万	0.55	0.55	1.04	0.02	0.02	0.01	0.88	0.02	0.12	0.12	0.12
	中分類番号	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	34
種別	単位	ゴム	皮	窯業	鉄鋼	非鉄	金属	一般機械	電気機械	輸送機械	精密機械	その他
排水量	m³/日・百万	0.00	0.01	0.04	0.10	0.06	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
BOD	kg/日・百万	0.05	1.16	0.40	17.47	0.56	4.79	0.99	0.34	0.46	1.08	0.10
COD	kg/日・百万	0.10	0.78	0.72	8.32	1.21	3.68	1.24	0.98	0.98	0.98	0.14
SS	kg/日・百万	0.00	0.03	0.69	5.77	2.79	12.78	8.57	0.92	2.27	1.70	0.11
TN	kg/日・百万	0.00	0.07	0.37	1.38	0.85	6.22	1.14	0.02	0.03	6.38	0.11
TP	kg/日・百万	0.00	0.01	0.04	0.82	0.08	0.33	0.32	0.00	0.01	0.08	0.01

表5 クリーニング等の原単位

種類	排水質 (mg/ℓ)					
	BOD	COD	SS	T-N	T-P	
クリーニング店	256	244	59	12.1	4.8	
写真現像店	27	41	16	9.0	0.8	
ガソリンスタンド	75	67	42	2.0	0.8	
ホテル・旅館	54	51	32	9.0	0.8	

表6 飲食店の原単位

飲食店分類	排水量 ℓ/㎡・日	排水質 (mg/ℓ)					
		BOD	COD	SS	T-N	T-P	
一般食堂	36	475	123	230	19.8	3.1	
そば・うどん・日本料理	28	280	380	55	11.7	1.9	
中華料理・西洋料理	147	1705	465	480	71.0	11.3	
喫茶店	40	170	105	35	7.1	1.1	

3) 第3次産業排水 病院やホテルなどの規制事業場、クリーニング等の規制(小規模)事業場、事務所などの未規制事業場、飲食店に分類して推計した。規制事業場は実測値、小規模規制事業場は届出排水量に原単位(表5)を乗じた値、飲食店は表6に示すように排出負荷の程度を4種類に分けて集計した。その際、平均床面積は50㎡の一定と仮定した。事務所などその他の事業所からの排水負荷量は生活排水に準じた次の式によった。

業務排水発生負荷原単位 = 生活排水 × 家庭外排出率 (0.2)

業務排水排出負荷量 = Σ業務排水発生負荷原単位 × 処理処分別従業員数 × 処理処分別排出率

4) 畜産排水 各地区の牛、豚の届出頭数(徳島県データ)と國松ら⁷⁾の原単位値により求めた。

5) 自然排水 徳島県の調査結果に基づき、面積比で配分した。

3. 水質計算

1) 基礎式 BODを対象に水質計算を行った。基礎式は次の3式で、流れは一次元不定流として解析した。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (1) \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAI_f = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial (AC)}{\partial t} + \frac{\partial (AUC)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_L \frac{\partial C}{\partial x} \right) - k_r AC + q' \quad (3)$$

ここに、 A は流水断面積、 Q は流量、 q は単位幅当たり横流入量、 H は水位、 I_f はエネルギー勾配、 C は断面平均の物質濃度、 U は平均流速、 D_L は分散係数、 k_r は自浄係数、 q' は単位幅当たり横流入汚濁負荷量である。(1)、(2)式は須賀¹⁰⁾の陰形式差分法を用いて計算し、(3)式の物質収支式は左辺の移流項と右辺の分散項を分離して解く split-operator approachを用いた。その際、移流項の計算には風上差分法、分散項の計算には Crank・Nicholson法を用いたが、分散係数 D_L は次式で定義し、風上差分による数値拡散の影響を軽減した。

$$D_L = C_L u \cdot \sqrt{A} - D_N \quad (5) \quad D_N = \frac{(\Delta x)^2}{2\Delta t} C_r (1 - C_r) \quad (6)$$

ここに、 C_L は水系によって決まる定数、 u は摩擦速度、 D_N は数値拡散係数、 $C_r (=U\Delta t/\Delta x)$ はクーラン数である。

2) 計算条件 図2に59断面不等間隔の計算格子を示す。推計された汚濁負荷量を断面間距離で割り、横流入負荷量を与えた。各断面ごとに流量、水位を計算し、断面間の中央でBOD濃度を計算した。新町川河口と沖州水門および新町水門で周期0.5日の正弦波の水位変化を与えた。潮差は1.2mの一定値で20日間計算し、21日目の計算結果から日平均濃度を求めた。現在、新町水門では1日数時間、吉野川から強制的にポンプで導水が続けられている。それを考慮するため、1日6時間、下げ潮時に4m³/sの強制流入入るとして計算した。

新町川河口、沖州水門、新町水門、強制導入水のBOD値は平成元年度の年平均値を参考に1.6, 1.5, 0.5, 0.5mg/lとした。また定数 C_L 、自浄

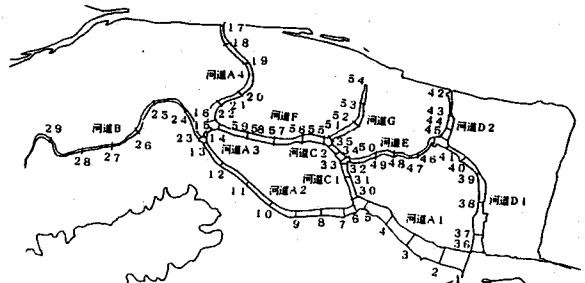


図2 計算格子

係数 k は現況再現計算結果より、15000、2.5 (1/day)とした。

4. 計算結果と考察

1) 現況再現計算 現況再現計算の結果を図3に示す。新町川河口からの距離を横軸に新町川、助任川、田宮川における観測値(平成元年度年平均值)と計算値を比較している。田宮川と新町川との合流点付近の宮古橋で特に実測値との差が大きい。この地点では水質の特に悪い田宮川と河川C類型を満たしている新町川の水が潮汐により混合し、水質の日変動が特に大きいのではないと思われる。

現況の汚濁負荷状況を対象に吉野川からのポンプ導水事業の水質改善効果を調べたのが図4である。現在毎秒 4m^3 の新町川への導水に加え、毎秒 10m^3 の田宮川中流部への導水が計画されている。図から現在の新町川への導水は助任川、新町川で水質改善がみられるが、田宮川での水質改善効果がほとんどなく、田宮川に導水することによっては一挙に効果が現れることがわかる。

2) 将来水質 今回対象とした地域のうち、渭北、渭東、沖州の3地区では公共下水道の建設が進められており、1996年以降に終末処理場の運用が予定されている。そこで、人口や飲食店の増加に基づく排出負荷量の増加及び公共下水道整備による流達負荷量の減少を考慮して将来水質予測を行った。

図5は田宮川(下水道未整備地区)と大岡川(下水道整備地区)に排出されるBOD負荷量の変化を示したものである。白抜きで示した排出汚濁負荷量に流達率を乗じて流達汚濁負荷量を求め、模様塗りで示した。流達率は0.6の一定とし、渭北、渭東地区の公共下水道の整備率を1996年は50%、2001年は100%と仮定している。田宮川流域で流達負荷量は漸増するのに対し、大岡川流域では下水道整備後に顕著な減少が期待できる。

図6は流達汚濁負荷量の将来予測値に基づいた将来水質予測結果を示したものであり、大岡川や大岡川が合流する助任川での水質改善は顕著であるが、田宮川の水質は今後さらに悪化することが懸念され、導水事業やコミュニティプラントの建設など新たな解決策を講じる必要がある。

謝辞：汚濁負荷量調査を実施するにあたって、徳島市保健衛生部環境保全課、徳島市下水道事務所、(財)日本環境整備教育センター、村上仁士徳島大学教授、細井由彦鳥取大学教授のご協力を得た。また水質計算を実施するにあたっては建設省徳島工事事務所、徳島県土木部河川課、(株)建設技術研究所のご協力を得た。ここに記して各位に感謝いたします。

参考文献 1)～3)徳島市：統計徳島、34、1987、48、1991。

49、1991。4)徳島市公共下水道計画変更認可申請書、平成2年

5)徳島県公害対策課資料、平成元年 6)建設省：土木研究所集

報、53、1989。7)國松・村岡：河川汚濁のモデル解析、技報堂、1989。8)大野：用水と廃水、30(4)、1988。

9)環境庁：小規模事業場排水処理対策全科 10)須賀・葛西：土木技術資料、24(4)、1982。

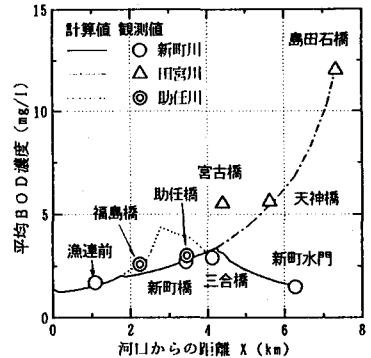


図3 現況再現結果

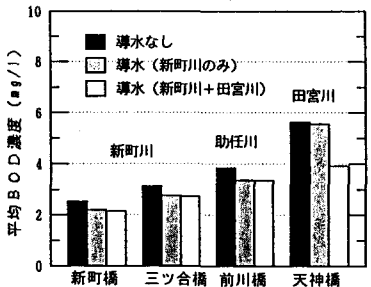


図4 ポンプ導水効果

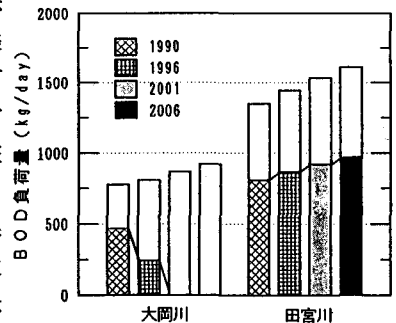


図5 BOD負荷量の将来予測値

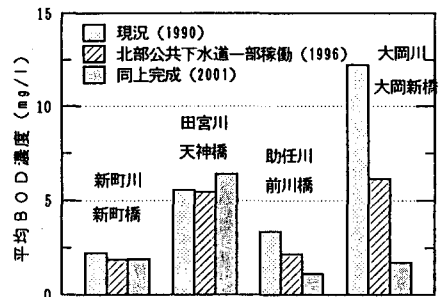


図6 将来水質予測結果