

河川水中の残留塩素が水生生物に及ぼす影響

田代 喬，陳 淑珮，林 正能（名古屋大学大学院 環境学研究科）

はじめに

残留塩素は，上下水の水処理過程で添加する消毒塩素剤に起因し，水中に残留している有効成分(ClO^- ， NaClO などの遊離残留塩素とアンモニアと反応して生成される結合残留塩素)である．既往の研究では，下水処理場排水が流入する都市部の河川における残留塩素が水生生物に与える影響について，数多く報告されている（例えば，相澤ら，1999）．

河川水中の残留塩素が淡水魚に与える毒性については少数の実験的知見があり，上中流域の河川に象徴的なアユ *Plecoglossus altivelis* の耐性は特に低いとされている（例えば，青井，1998）．内水面漁業に従事する人々の中にも，残留塩素がアユに及ぼす影響を危惧している意見も聞かれるが，これまでのところ，中山間地域の河川で残留塩素の環境影響を報告している事例は少ない．そこで本研究では，合併処理浄化槽が広く普及した河川流域において残留塩素濃度を始めとする水質環境を把握し，水生生物に及ぼす影響について考察することを目的とした．

本研究は，名古屋大学グローバル COE プログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」の一環として実施された調査結果の一部をとりまとめたものである．

材料と方法

三重県松阪市および多気町を流れる櫛田川流域は，その大部分が山間地からなり，下水排出基準を満たすために浄化槽が広く普及している（H22 浄化槽人口普及率：松阪市 29.6%，多気町 25.0%）ことから調査対象とした．図 1 には，櫛田川流域の概況として，1km メッシュにおける合併浄化槽処理人口分布（2000 年当時）とともに，計 16 カ所の調査地点（本川に 7 地点，6 つの支川流域に 9 地点）を示す．調査は 2011 年 10 月 7～8 日に行ったが，調査日直近の 3 カ月間における田引観測所（国土交通省，M5 地点）の流況変化（国土交通省水文水質データベースから作成した位況図）を図 2 に示す．

各調査地点においては，多項目水質計（TOA-DKK 社製，WQC24）を用いて，pH，DO（溶存酸素），EC（電気伝導度），濁度，水温を測定した．その後，河川水を採取して孔径 0.45 μm のメンブレンフィルター（ADVANTEC 社製，DISMIC-25AS）でろ過して実験室に持ち帰り，イオンクロマトグラフィ（TOA-DKK 社製，IA-200）による主要陰イオン（ PO_4^{2-} ， F^- ， Cl^- ， NO_2^- ， Br^- ， NO_3^- ， SO_4^{2-} ）の分析，デジタル残留塩素計（Hanna 社製，Free Chlorine Checker，HI701）による残留塩素濃度の測定を実施した．また，渡河可能な地点では，河川の横断方向 0.5～1.5 m 毎に水深を測定しながら，測深点の 60%水深における流速を計測することにより（ケネック社製，VE10），流量観測を実施した．

結果と考察

表 1 には，多項目水質計，イオンクロマトグラフィ，残留塩素計による水質測定結果を示す．pH は上流から下流まで大きな変化はなかった．濁度は平常時に比して総じて高く，蓮ダム下流の T4a 地点において特に顕著であった．水中の溶存イオン量（EC， Cl^- ， NO_3^- ， SO_4^{2-} ）は，本川において M3 地点を除いて上流から下流に増加する傾向が見られた．このうち， NO_3^- は M5 地点から M4 地点にかけて大きく増加していたが，この間の集水域に茶畑が多いことに起因するものと考えられた．支川の中では多気町を流れる佐奈川（T1a，T1b 地点）で，EC，主要イオン（ F^- ， Cl^- ， NO_3^- ）が最も高い値を示した．



表1 調査地点における水質等の測定結果

地点		多項目水質計(WQC24)				イオンクロマトグラフィ(IA-200)							観測流量	残留塩素
		pH	EC	濁度	水温	PO ₄ ²⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Q	ClO ⁻ など
			mS m ⁻¹	NTU	°C	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	m ³ s ⁻¹	mg L ⁻¹
櫛田橋	M1	7.56	8.9	46.3	20.8	DL	0.054	4.24	0.026	0.012	3.88	7.62	-	0.03
両郡橋	M2	7.73	8.1	62.2	20.5	DL	0.048	3.84	0.011	DL	3.57	7.05	-	<0.01
大石	M3	7.69	6.0	65.1	19.9	DL	0.037	3.44	DL	DL	3.29	7.11	-	<0.01
茶倉	M4	7.69	7.1	25.4	18.9	DL	0.080	3.20	DL	DL	3.35	7.49	-	0.03
田引	M5	7.84	7.0	41.4	19.8	DL	0.002	3.04	DL	DL	1.62	6.39	4.060	<0.01
乙栗子	M6	7.68	6.7	12.9	16.2	DL	0.002	2.97	DL	DL	1.89	6.95	1.563	<0.01
波瀬	M7	7.60	6.5	40.7	13.6	DL	0.048	2.54	DL	DL	1.50	6.61	0.979	0.22
佐奈川下流	T1a	8.01	10.8	97.0	21.5	DL	0.188	6.28	DL	DL	3.46	9.51	-	0.22
佐奈川上流	T1b	8.11	11.3	38.9	22.3	DL	0.102	5.70	0.020	DL	4.34	10.40	-	0.03
仁柿川	T2	7.90	8.5	83.5	18.1	DL	0.058	4.17	DL	DL	2.13	4.41	0.927	<0.01
相津川	T3	7.29	3.8	6.4	17.6	DL	0.046	3.46	DL	DL	1.49	4.63	0.045	<0.01
蓮川下流	T4a	7.12	6.4	158.6	18.9	DL	0.016	2.53	DL	DL	1.09	4.79	3.000	<0.01
蓮川上流	T4b	7.66	9.7	13.2	18.2	DL	0.066	2.01	DL	DL	1.17	11.00	1.294	0.02
青田川	T4c	7.60	7.0	7.5	16.5	DL	0.044	2.19	DL	DL	1.60	5.61	0.493	0.05
月出川下流	T5a	7.76	6.4	17.7	14.6	DL	0.005	3.04	DL	DL	2.83	3.83	0.554	0.08
月出川上流	T5b	7.54	6.1	59.2	14.8	DL	0.080	2.99	DL	DL	2.58	4.33	-	0.08

本測定により、流域内の複数の地点で高濃度の残留塩素が検出されたことから、アユの生息に少なからず影響を与えている可能性が示唆された。ただし、一時期の結果であるため、今後は、処理排水の状況、アユを始めとする水生生物の生息状況と関連付けながら、継続的に監視する必要があると思われる。

相澤ら(1999):下水処理水が河川底生生物及び水環境に与える影響,日本水処理生物学会誌,35(4):247-259.
青井(1998):淡水魚に対する残留塩素の連続通水による毒性試験,衛生工学シンポジウム論文集,6:71-76.