

国土環境株式会社大阪支店	正会員	○ 小玉 一哉
国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所		田村く に江
国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所	正会員	倉内 公嘉
独立行政法人土木研究所		東谷 忠
独立行政法人土木研究所	正会員	田中 宏明

1. 目 的

河川水中に存在する微量有害物質は機器分析法の発達により微量で正確な測定値が得られるようになってきた。国土交通省は、平成 10 年度より一級河川において内分泌攪乱化学物質(環境ホルモン)の実態調査を実施し、河川におけるこれら化学物質の一般的な濃度レベルを把握してきた。一方、得られた測定値を基に化学物質汚染の対策を考えた場合、測定値の持つ具体的な意味、たとえば水生生物への内分泌攪乱作用などにうまく結びつけることが困難な場合も多い。このため、微量有害物質の機器測定と合わせて、生物影響の度合を具体的に判定できる測定方法の開発が、河川環境の保全対策の面で重要な課題となってきた。本研究は、魚類への化学物質影響の判定法を検討するにあたり、既設の水質自動観測所の機能を有効利用した魚類曝露試験による化学物質モニタリング手法の可能性について検討し、若干の知見を得たので報告する。

2. 方 法

(1) 流水式曝露試験の検討

今回、近畿地方整備局管内の汚濁状況が異なる淀川、桂川、木津川、宇治川において、水質とメダカの生育状況との関連性の検討を目的とした。水質自動観測所内(淀川枚方大橋、宇治川御幸橋、木津川御幸橋、桂川宮前橋)に揚水される河川水を分岐させて、流水式曝露試験を実施した(図-1)。対照実験として、宇治川上流地点および排水処理水(近畿技術事務所内)に

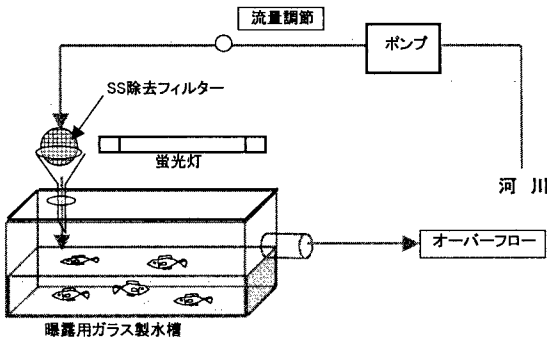


図-1 流水式メダカ曝露試験の概要

よる曝露試験を合わせて実施した。メダカは受精後4日目から孵化後約2週間までが性分化期であることを考慮して、曝露試験用ガラス水槽に試験魚(d-rR メダカ)の受精卵を入れ、表-1に示す条件下、胚体形成期からの各河川水の曝露試験を行った。曝露試験は平成13年7～10月の期間に実施し、毎月1回、各河川水中のアルキルフェノール類、ノニルフェノールポリエトキシレート(NPEO)およびその分解物(NPEC)、人畜由来女性ホルモンのエストロン、17β-エストラジオールなどの濃度を測定した。また、内分泌攪乱作用の指標として雄メダカのビデロジェニン生成に注目し、曝露試験開始から3カ月または4カ月後の雄メダカのビデロジェニンをELISA法により測定した。

表-1 流水式曝露試験の条件

因 子	条 件
温 度	26℃
明/暗	16L/8D
流 量	0.6L/min(孵化～14日目) 2.4L/min(14日目以降)
エ サ	河川水により供給される藻類

(2) 半止水式曝露試験の検討

メダカを利用した「生物モニタリング手法」の汎用性の検討を目的として、淀川枚方大橋水質自動観測所において半止水式曝露試験を実施した。対照試験は排水処理水(近畿技術事務所内)を用いて実施した。実験条件及び水質測定項目等はおおむね(1)のとおりとしたが、溶存酸素の低下を抑えるために活性炭を通し

たエアレーションを行った。水槽内の水は毎週、全体の 1/4 を交換し、交換直後の新しい曝露用水の 17 β -エストラジオール (ELISA 法) を測定した。

3. 結果および考察

(1) メダカ生存率に係る要因

流水式曝露試験におけるメダカ卵の孵化率はいずれの自動観測所においても 70 %以上であったが、河川の違いにより成長の度合や生存率に差がみられた。各河川の水質測定結果は表-2 のとおりであるが、内分泌攪乱化学物質と孵化率、生存率の関係は明確ではなかった。メダカの正常な成長を決定する要因として、稚魚の段階における十分な栄養補給が必要と考えられるため、生存率の違いは各河川においてメダカのエサとなる物質の量的な差が要因の1つとして推定される。受精卵の孵化段階を含めた流水式曝露試験では、稚魚時期におけるエサの管理に工夫が必要と考えられた。なお、3 カ月または 4 カ月後の雄のメダカを回収、

表-2 流水式曝露試験における水質と孵化・生存率

項目名	調査日						($\mu\text{g/L}$)
		木津川	宇治川	桂川	淀川	宇治川上流	排水処理水
4-オクチルフェノール	(H13.7.2)	0.0020	0.0060	0.0060	0.0040	0.0010	N.D.
	(H13.7.30)	0.0010	0.0040	0.0080	0.0040	0.0010	0.0020
	(H13.9.3)	N.D.	0.0060	0.0080	0.0060	0.0010	0.0060
	(H13.10.1)	0.0010	-	0.019	0.017	0.0030	-
ノニルフェノール	(H13.7.2)	0.040	0.12	0.12	0.070	0.010	0.020
	(H13.7.30)	0.050	0.16	0.11	0.060	0.010	0.020
	(H13.9.3)	0.060	0.53	0.19	0.17	0.010	0.040
	(H13.10.1)	0.020	-	0.41	0.41	0.010	-
ビスフェノールA	(H13.7.2)	0.0010	0.050	0.0050	0.066	0.034	0.008
	(H13.7.30)	0.0020	0.0060	0.0060	0.013	0.004	0.010
	(H13.9.3)	0.0020	0.022	0.017	0.028	0.047	0.045
	(H13.10.1)	N.D.	-	0.050	0.058	0.0020	-
エストロン	(H13.7.2)	0.00018	0.00023	0.00064	0.00013	0.00012	0.0022
	(H13.7.30)	0.00015	0.0031	0.00067	0.00025	0.00015	0.00026
	(H13.9.3)	N.D.	0.0016	0.0023	0.00050	0.00010	0.0022
	(H13.10.1)	0.00010	-	0.0020	0.00090	0.00010	-
17 β -エストラジオール (LC/MS/MS)	(H13.7.2)	N.D.	N.D.	0.00010	N.D.	N.D.	0.00056
	(H13.7.30)	0.00056	0.00056	0.00015	N.D.	N.D.	0.00086
	(H13.9.3)	0.00010	0.00020	0.00030	N.D.	N.D.	0.0026
	(H13.10.1)	0.00050	-	N.D.	N.D.	N.D.	-
NPEO (n=1~15)	(H13.7.2)	0.39	0.74	1.1	0.51	0.19	0.42
	(H13.7.30)	0.35	0.38	0.73	0.29	0.070	0.21
	(H13.9.3)	0.15	0.88	1.6	0.91	0.080	0.59
	(H13.10.1)	0.11	-	2.2	0.62	0.17	-
NPEC (n=1~12)	(H13.7.2)	3.3	3.6	6.0	2.7	1.2	3.5
	(H13.7.30)	1.4	0.98	2.6	0.79	0.090	0.31
	(H13.9.3)	1.5	2.1	5.2	2.3	0.15	0.77
	(H13.10.1)	0.31	-	3.0	1.6	0.17	-
孵化率 (%)		70	70	80	70	50	10
生存率 (%)		18	6	14	44	26	9

ELISA 法によりビデロジェニンを測定したが、顕著なビデロジェニン生成は認められなかった。

(2) 水質とメダカ成長の関係

半止水式曝露試験におけるメダカ卵の孵化率は 80%以上であったが、生存率(1 カ月後)は、河川では約 80%、排水処理水では約 20%と違いがみられた。先の結果を踏まえ、半止水式曝露試験においては稚魚の段階からエサを与えた。したがって、生存率の違いは、流水式曝露実験では認めにくかった水質影響によるものと推定した。図-2 に示す 17 β -エストラジオール(ELISA 法)の結果をみると、河川水に比べて排水処理水が高く、また、濃度変動も大きいことが分かった。半止水式曝露は流水式曝露に比べて、高濃度の有害物質を含む試験水に長時間曝露される可能性が高い。このため、半止水式曝露試験においては、胚体形成期～稚魚時期のように感受性の高い時期における試験水の水質把握と管理が重要な要因と考えられた。

現在、半止水式曝露試験によりメダカの成長と河川水に存在する内分泌攪乱化学物質との関係を検討している。得られた結果を合わせて検討し、水生生物を利用した河川水質モニタリングの今後の方向性について報告する。

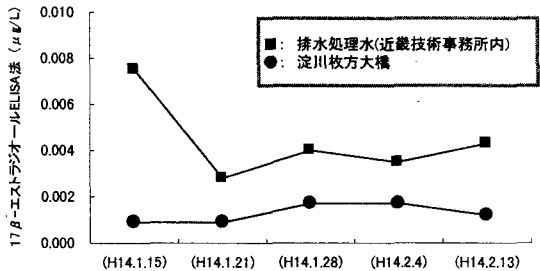


図-2 17 β -エストラジオール(ELISA法)の変化