

報告 (Note)

生態影響試験を用いた目久尻川の水質について

大塚知泰, 石割隼人, 三島聡子, 長谷川敦子, 坂本広美
(調査研究部)

Water quality of Mekujiurigawa River using bioassay test

Tomoyasu OTSUKA, Hayato ISHIWARI, Satoko MISHIMA, Atsuko HASEGAWA and Hiromi SAKAMOTO
(Research Division)

キーワード: 河川水, 藻類生長阻害試験, ミジンコ遊泳阻害試験, 化学物質

1 はじめに

これまで行政により進められてきた水質保全の取組みは, 人の健康や生活環境を守ることを目的として, 有機性汚濁負荷の削減や化学物質対策といった排水規制を中心としてきた。近年では生物多様性の保全の観点から生態系への影響低減も考慮した化学物質対策が進められている。こうした背景から, 水環境中の化学物質による生態影響を直接確認する手法として, 生態影響試験を利用した水質モニタリングが国等で検討されているところである。

神奈川県では, これまで河川水質が水生生物に及ぼす影響を確認するために, 生態影響試験による県内河川のスクリーニング調査や, 土地利用状況などから生態影響が予想された流域での詳細な調査を行い, 溶存する化学物質との関係を調べてきた。その結果, 化学物質濃度(EC)と毒性値(48hEC₅₀)の比(EC/毒性値)が生態影響試験結果と関係する場合があること, 目久尻川など幾つかの河川では水生生物に影響を及ぼしている可能性があることが明らかになった¹⁾。

また, 目久尻川では2011年6月にアユ等1,000匹以上が死亡する水質事故が発生したが, 従来の水質検査及び死亡魚の検査では異常は確認されず原因は解明されていない。このように県内で発生した魚死亡等の水質事故では, 環境基準項目等の測定が事故原因の解明に必ずしも結びつかない事例が多い。

そこで, 本報告では河川水質が水生生物に影響を及ぼす可能性があり, 過去の水質事故で原因が

解明されなかった目久尻川で, 生態影響試験による水質調査を2年間行って現況を確認するとともに, 併せて測定した化学物質濃度と生態影響の関連について検討を行った。

2 調査方法

2.1 調査河川及び地点

調査対象とした目久尻川を図1に示す。目久尻川は, 相模原市南部を上流流域端とし, 相模川本川の東側を南北に並行して流下し寒川町で本川に合流する相模川流域の支川である。流域は南北に細長く, 全長約20km, 流域面積約34km²であり, 流域自治体は5市1町に及ぶ。

調査地点は図1に示す寒川橋, 小園橋, 吉野橋, 用田橋, 旭橋, 河原橋の6地点とした。2年目は1年目の結果を参考に小園

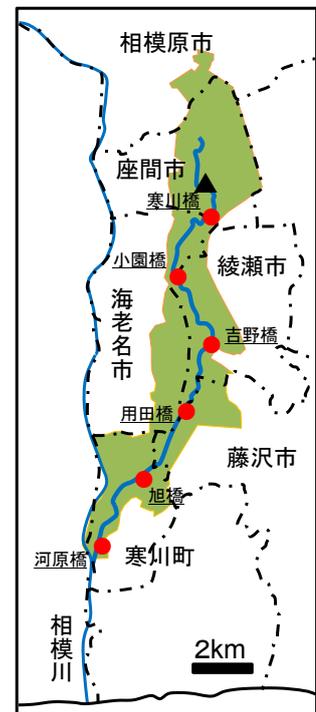


図1 目久尻川流域
(■部分は流域部分。●点は調査地点。▲は水質事故地点)

橋, 用田橋, 旭橋, 河原橋の4地点とした。

2.2 試料の採取

調査は2012年度及び2013年度の2年間実施した。調査時期は5~7月, 1月とし, 1年目は各月1回の調査を行い, 2年目は1年目の結果を参考に6月を3回に増やした。

河川水は, ひも付きステンレス製バケツを用いて橋上より採取した。採取容器は試験項目ごとに分け, 生態影響試験用には内面がテフロン被覆された0.5Lのポリプロピレン製容器, 重金属分析用には酸洗浄した0.2Lのポリプロピレン製容器, その他の分析用にはアセトン及びヘキサンで洗浄した0.5Lガラス製容器を用いた。生態影響試験用試料は採水後直ちに凍結保存し, 試験直前に解凍して使用した。化学物質分析用試料は冷蔵保存し, 速やかに分析を行った。

2.3 生態影響試験

生態影響試験は, 藻類生長阻害試験及びミジンコ遊泳阻害試験の2種をOECDテストガイドライン^{2,3)}に準拠して行った。

藻類生長阻害試験は, MicroBioTest社の試験キットALGALTOXKIT FTMを用いて次のように実施した。0.45µm孔径のメンブレンフィルターでろ過した試料にOECD培地調製用の原液を添加し, これに, *Pseudokirchneriella subcapitata*を10,000細胞/mLとなるように加え, 温度23±2°C, 照度10,000 lxの連続照明下で72時間培養した。試験後に測定した細胞数から, 細胞増殖速度を計算し, 対照区としたOECD培地の細胞増殖速度に対して生長阻害率(%)を求めた(図2)。

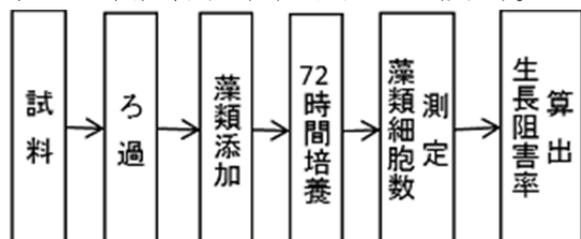


図2 藻類生長阻害試験フロー

ミジンコ遊泳阻害試験は, MicroBioTest社の試験キットDAPHTOXKIT FTM MAGNAを用いて次のように実施した。*Daphnia magna*の休眠卵から孵化させた幼体20個体を試料に入れて曝露試験を行い, 試験開始から48時間経過後に一定時間動かない個体を遊泳阻害数として計測し, 遊泳阻害率(%)を求めた(図3)。

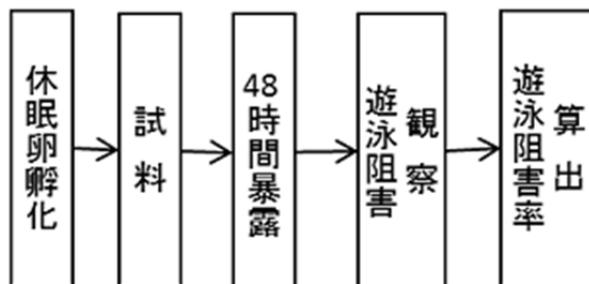


図3 ミジンコ遊泳阻害試験フロー

2.4 水質分析

水質分析は有機性汚濁及び化学物質の濃度を測定した。有機性汚濁については有機体炭素(TOC)濃度をTOC計により測定した。化学物質については, 農薬及び重金属を分析した(図4)。

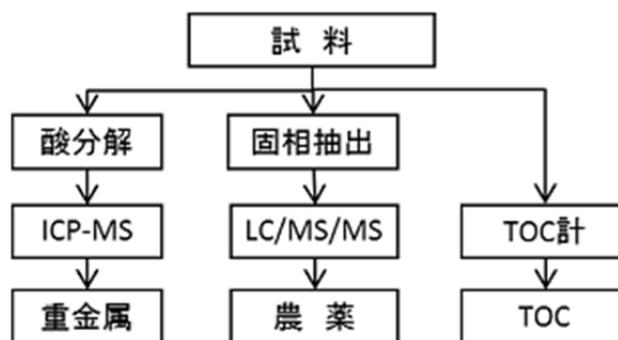


図4 水質分析フロー

農薬は, 長谷川の報告⁴⁾に準じ, ギ酸酸性下でBOND ELUT JR-NEXUS(アジレント製)により固相抽出し, 液体クロマトグラフ質量分析計(LC/MS/MS)で一斉分析した。調査対象としたのは, 表1に示す107物質である。

重金属は, 硝酸分解した検液について誘導結合プラズマ質量分析計(ICP-MS)で以下の19物質を一斉分析した。

亜鉛, アンチモン, カドミウム, 銀, 全クロム, コバルト, スズ, セリウム, セレン, チタン, 銅, 鉛, ニッケル, バナジウム, バリウム, ヒ素, ベリリウム, マンガン, モリブデン

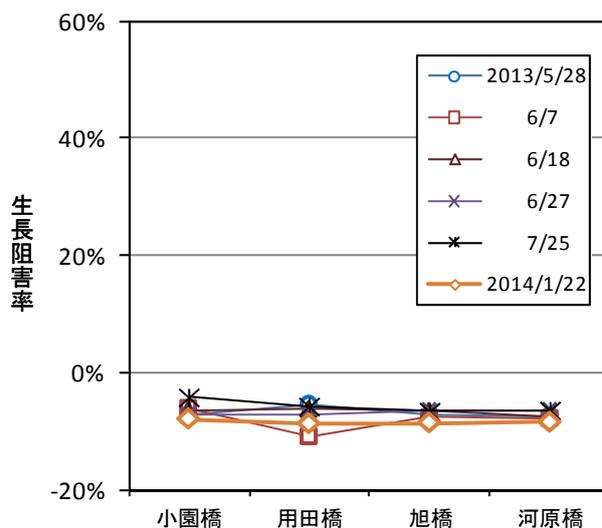
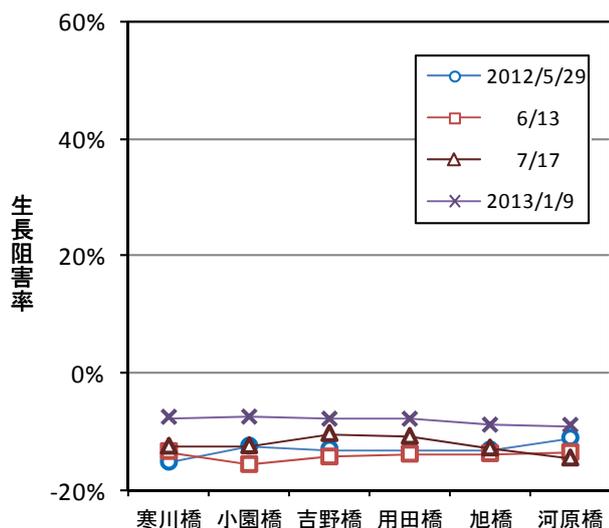
3 結果及び考察

3.1 生態影響試験

藻類生長阻害試験の結果を図5に示す。藻類に対しては, すべての試料に生長阻害はみられなかった。むしろ, 生長阻害率は負となり, 藻類が増殖の傾向であることを示した。これは流域から溶出した栄養塩類によるものと考えられた。

表1 分析対象物質（農薬107物質）

種類	物質名
除草剤 (46物質)	2,4-D, アシララム, アトラジン, アニロホス, アメトリン, アラクロール, エスプロカルブ, オキサジクロメホン, カフェンストロール, シアナジン, ジウロン, ジチオピル, シデュロン, シマジン, ジメタメトリン, シメトリン, ダイムロン, チフェンスルフロメチル, テニルクロール, テフリルトリオロン, テルブカルブ, トリクロピル, トリフルラリン, ナプロパミド, ビペロホス, ビラクロニル, ビリブチカルブ, ビリミスルファン, ビリミノバックメチル, ブタミホス, フラザスルフロロン, プレチラクロール, プロピザミド, プロピリスルフロロン, プロモブチド, ベンスリド, ベンタクロロフェノール, ベンタゾン, ベンチオカーブ, ベンディメタリン, ベントキサゾン, メコプロップ, メチルダイムロン, メトリブジン, メフェナセツト, モリネート
殺虫剤 (35物質)	EPN, アセフェート, アルジカルブ, イソキサチオン, イソフェンホス, イソプロカルブ, イミダクロプリド, エチルチオメトン, エトフェンブロックス, オキサミル, カルバリル, カルボフラン, クロルピリホス, シクロプロトリン, ジクロルボス, ジメトエート, スルプロホス, ダイアジノン, チオジカルブ, テトラクロルビンホス, トリクロルホン, ピリダフェンチオン, ビリプロキシフェン, フィプロニル, フェニトロチオン, フェノブカルブ, フェンチオン, フェントエート, プロプロフェジン, フラチオカルブ, ベンフラカルブ, マラソン, メソミル, メチダチオン, モノクロトホス
殺菌剤 (24物質)	アゾキシストロビン, イソプロチオラン, イプロベンホス, エディフェンホス, オキシ銅, カルプロパミド, クロロタロニル, チウラム, チオファネートメチル, トリシクラゾール, トルクロホスメチル, ピロキロン, フェナリモル, フサライド, フルトラニル, プロクロラズ, プロシミドン, プロピコナゾール, ヘキサコナゾール, ベノミル, ペンシクロン, ホセチル, メタラキシル, メプロニル
分解代謝物 (2物質)	CNPアミノ体, プロモブチド脱臭素体



(ア) 2012年度

(イ) 2013年度

図5 目久尻川河川水による藻類生長阻害試験結果

つぎに、ミジンコ遊泳阻害試験の結果を図6に示す。試験では対照区の許容範囲は10%とされており10%以下は阻害なしと判定した。許容範囲を超えたのは48検体中15検体であった。地点数や調査頻度の変更により年度での単純な比較は困難であるが、最大遊泳阻害率は2012年度が25%、2013年度が15%であり、年によって変動の傾向がみられた。また、2年間を通して1月にはまったく遊泳阻害はみられなかった。最も遊泳阻害率が

高かったのは2012年6月13日の用田橋における25%だった。この日の採水では上流の小園橋及び下流の旭橋でも用田橋に次ぐ20%の阻害がみられたほか、全地点で遊泳阻害率が10%を超えたことから、阻害要因の存在が推察された。この日以外の採水では、2012年5月29日に上流の寒川橋で、2012年7月17日に下流の旭橋で20%の遊泳阻害がみられた。

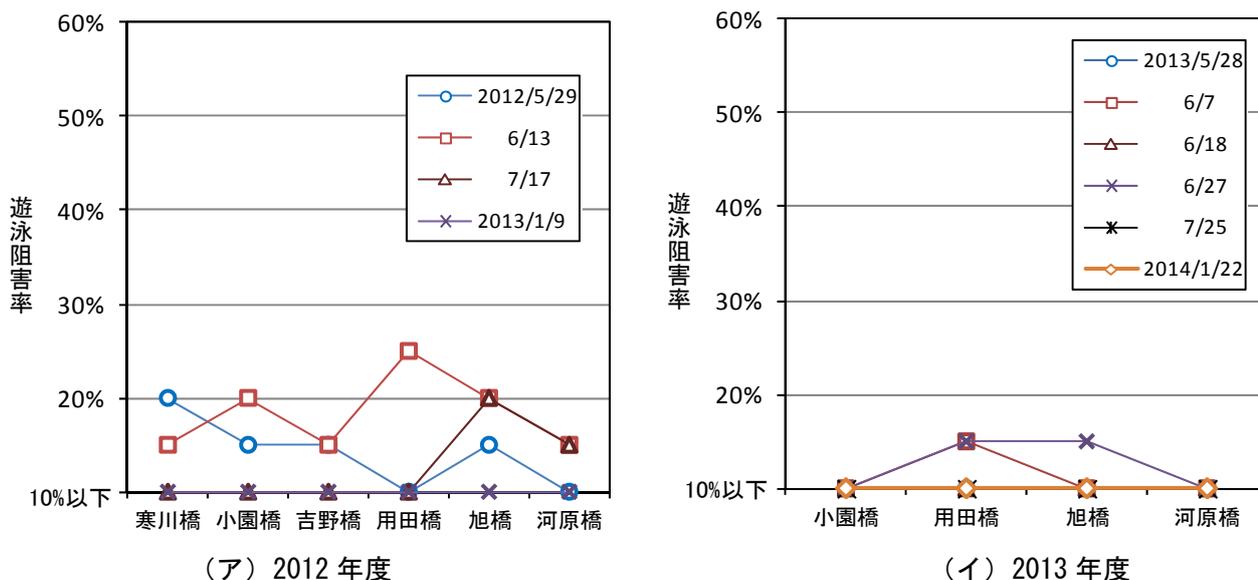


図6 目久尻川河川水によるミジンコ遊泳阻害試験結果

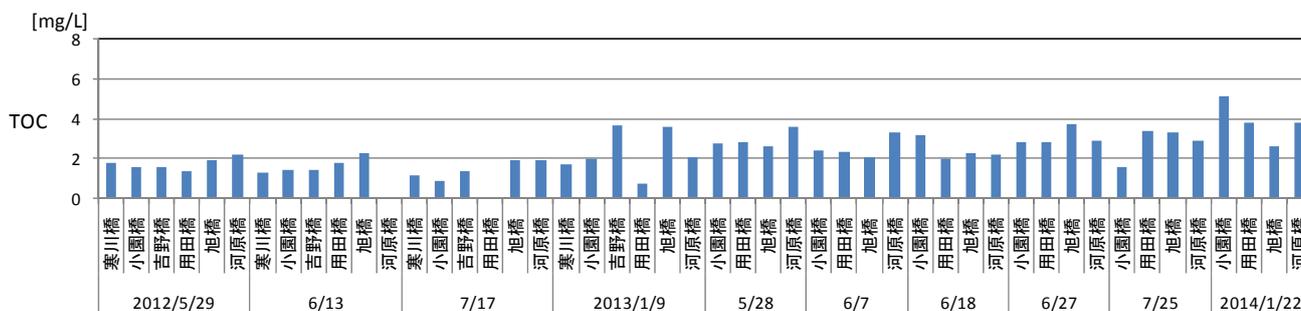


図7 目久尻川のTOC濃度

3. 2 水質とミジンコ遊泳阻害率との関係

TOCの結果を図7に示す。2年間では $<0.1 \sim 5.1 \text{ mg/L}$ の範囲で検出された。2013年度の平均値が2012年度よりも高かったほかは、地点間や調査時期に傾向はみられなかった。また、ミジンコ遊泳阻害率とTOC濃度についても相関は低く(図8)、阻害要因に対する有機性汚濁の影響は低いと考えられた。

化学物質については、農薬及び分解代謝物が107物質中32物質、重金属が19物質中16物質検出された。

ミジンコの遊泳阻害に対する個々の化学物質の影響について検討した。遊泳阻害率が10%を超えた15検体で検出された物質のうち、10%以下であった33検体で検出された化学物質の最大濃度を表2に示す。超過物質は遊泳阻害率25%の検体(2012年6月の用田橋)で5物質、

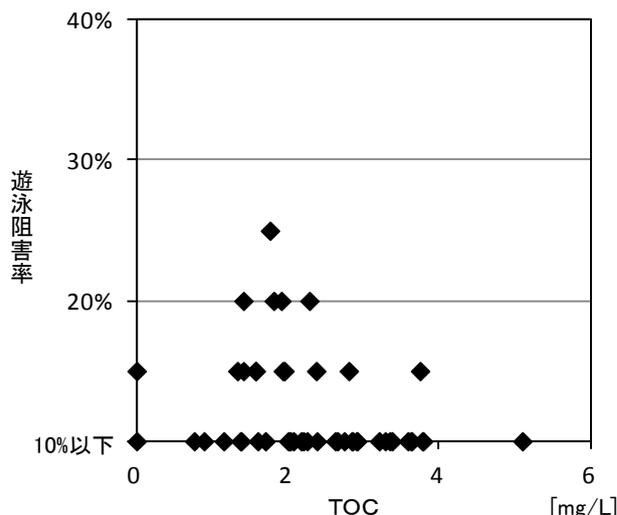


図8 TOC濃度とミジンコ遊泳阻害率の関係

表2 ミジンコ遊泳阻害率別の分析項目の最大濃度(下線は10%以下の値を超えたもの) (μg/L)

物質名	ミジンコに対する毒性値 48h EC ₅₀	出典	ミジンコ遊泳阻害率(48検体)					
			25%(1検体)	20%(4検体)	15%(10検体)	10%以下 (33検体)		
農薬	除草剤	ジウロン	1900	①	<u>0.84</u>	<u>0.63</u>	<u>0.54</u>	0.015
		ベンタゾン	>96600	①	ND	<u>5.9</u>	<u>5.3</u>	1.2
	殺虫剤	カルバリル	16.3	①	ND	ND	<u>0.020</u>	ND
		ブプロフェジン	800	①	ND	0.010	<u>0.051</u>	0.033
		フェノプカルブ	14.4	②	ND	<u>0.28</u>	<u>0.19</u>	0.17
	殺菌剤	ベノミル	68	③	<u>0.25</u>	<u>0.24</u>	<u>0.34</u>	0.029
		メタラキシル	>96700	①	ND	<u>0.002</u>	ND	ND
重金属	アンチモン	423450	②	<u>0.28</u>	<u>0.29</u>	<u>0.29</u>	0.23	
	鉛	168	②	<u>0.62</u>	<u>0.64</u>	<u>0.61</u>	0.52	
	マンガン	4700	②	<u>47</u>	38	38	40	

出典：①環境省：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料

②環境省：化学物質の環境リスク評価

③USEPA：ECOTOX

20%の検体で7物質、15%の検体では8物質あったが、その値はミジンコに対する急性毒性値よりも低かったことから、個々の化学物質が単独で遊泳阻害に影響している可能性は低いと考えられた。

4 まとめ

2012～2013年度に相模川支川の目久尻川で藻類及びミジンコを用いた生態影響試験による水質調査を行った。その結果、藻類については生長阻害が観察されなかったのに対し、ミジンコについては最大25%の遊泳阻害が観察された。遊泳阻害率が最も高かったのは2012年6月13日の用田橋であった。

併せて全ての試料について化学物質調査を実施した結果、検出された化学物質濃度はミジンコに対する急性毒性値よりも低かったことから、検出された個々の化学物質が遊泳阻害の要因である可能性は低いと考えられた。今回測定した物質は環境中へ排出される可能性のある多種多様な化学物質の一部であることから、今回の遊泳阻害は測定対象以外の物質による影響の可能性も考えられた。

参考文献

- 1) 三島聡子, 大塚知泰, 長谷川敦子, 齋藤和久: 河川水中化学物質による生態影響の評価, 神奈川県環境科学センター研究報告, **35**, 1-7 (2013)

- 2) OECD: OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Test No.201(Freshwater Alga and Cyanobacteria, growth Inhibition Test) (2011)
- 3) OECD: OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Test No.202(Daphnia sp.Acute Immobilisation Test) (2004)
- 4) 長谷川敦子: LC/MSによる農薬類の迅速スクリーニング法, 神奈川県環境科学センター研究報告, **30**, 54-59 (2007)