

■原 著■ 2020 年度 神奈川大学総合理学研究所共同研究助成論文

相模湾河口域における長期環境変動モニタリング 8 河川水への災害的降雨の影響と海水濃度に対する河川水流入の影響

石渡大策² 青柳佑希² 鈴木祥弘^{1,3} 金澤謙一^{1,3} 西本右子^{1,2,4}

Long-Term Monitoring of Environmental Change
in Sagami Bay Estuary 8
-Impact of Heavy Rainfall on River Water
and River Water Inflow on Seawater-

Daisaku Ishiwata², Yuki Aoyanagi², Yoshihiro Suzuki^{1,3},
Ken'ichi Kanazawa^{1,3} and Yuko Nishimoto^{1,2,4}

¹ Research Institute for Integrated Science, Kanagawa University, Hiratsuka city, Kanagawa 259-1293, Japan

² Department of Chemistry, Faculty of Science, Kanagawa University, Hiratsuka city, Kanagawa 259-1293, Japan

³ Department of Biological Sciences, Faculty of Science, Kanagawa University, Hiratsuka city, Kanagawa 259-1293, Japan

⁴ To whom correspondence should be addressed. E-mail: y24moto@kanagawa-u.ac.jp

Abstract: The element concentrations of three rivers flowing into Sagami Bay were compared. In all three rivers measured, the element concentration remained high for more than half month due to the direct impact of a large typhoon. The effect of river water inflow on the seawater concentration was observed up to about 500 m from the estuary, and after that, the element concentration was mostly constant.

Keywords: river water, sea water, elemental analysis, impact of disaster rainfall

序論

著者らが継続して測定を行っている相模湾の平塚市周辺の海域で採取した海水及び相模湾への流入河川である金目川の河川水を使用した結果を報告した¹⁾。相模湾河口域の海水では、冬期に流入した河川水の影響で、表層に塩濃度の低下が観測されている^{2,3)}。またこれまで継続して測定してきた相模湾流入河川である相模川及び金目川（花水川）の河川水を同日にサンプリングし、両河川水の分析結果の差異を検討した。その結果上流から下流にいくに従って各元素濃度が増加する傾向は共通するが全体的に金目川の方が元素濃度が高いことがわかった⁴⁾。また近年の大型台風の直撃が相模湾の平塚市周辺海域や相模湾への流入河川に大きな影響を与えていると考えられた。今年度は相模湾流入河川の影響が海域に与える影響に加えて、台風の影響に注目した。対象河川は早川、金目川、相模川である。

材料と方法

河川水及び海水試料の採取

河川水の試料は、金目川（上流：秦野市内、国道 246 号線との交差点付近、中流：平塚市内土屋橋付近、下流：平塚市内花水橋付近）及び早川（上流：箱根町強羅、宮城野駐在所近く、中流（須雲川）：箱根町湯本、箱根湯本駅近く、下流：小田原市早川、早川橋下）で採取しているが、2019 年度は台風の影響により例年と同じ地点での 12 月の早川中流・下流サンプリングを実施できなかったため、中流では数百 m 下流に地点を移動し、下流でのサンプリングは断念した。早川中流には早川に流入する排水口があり、水量も多い。今回は併せて排水口からも採水した。

海水試料の採取

海水試料は、相模川河口周辺において沖より南 5 km の地点までサンプリングした。各地点は相模川河口から南方に 100 m (N-1), 200 m (N-2), 500 m (N-3), 1

km (A-1), 2 km (S-1), 3 km (S-2), 5 km (S-3) である。さらに河口から 1 km の地点では東方向に 1 km (E-1), 2 km (E-2), 3 km (E-3), 及び西方向に 1 km (W-1), 2 km (W-2), 3 km (W-3) でもサンプリングした。この地域は沿岸より 1 km を超えると急に深くなる地域である。採取時の水温はいずれも 15~17°C、pH は 8.4 付近であった。

採水した試料を、No.1 及び No.5C のろ紙 (Advantec) でろ過後シリジフィルター (Minisart RC15, Sartorius) でろ過した。測定には ICP-AES (日立ハイテクサイエンス SPS3500) を使用し、キャリアガス : 0.35 L/min、プラズマガス : 14.0 L/min、補助ガス : 0.40 L/min (いずれも Ar)、吸い込み量 : 1.70~1.90 mL/min の条件で測定した。

結果と討論

表 1~3 に各河川の定量分析結果を示した。全ての河川において多くの元素濃度が、春季から夏季にかけ低くなり、秋季にかけ高くなった。2017, 2018 年度と同様の傾向であるが、秋季の増加傾向は例年に比較して大きく、この時期に直撃した 2 つの台風の影響が考えられた。表 4 に 9 月 5 日に南鳥島付近で発生し、9 日 3 時前に三浦半島付近を通過後東京湾を北上し、千葉市に上陸後茨城沖に抜けた台風 15 号の位置、中心気圧、最大風速、表 5 には 10 月 6 日に南鳥島近海で発生し、12 日 19 時前に伊豆半島に上陸後、関東地方を北上、福島沖に抜けた台風 19 号の位置、中心気圧、最大風速を示した。台風 15 号

はコンパクトな台風であったが高波浪による被害が大きかったとの報告がある⁶⁾。9 月 25 日の測定値はいずれの河川においてもほとんどの元素で高い値を示し、12 月 4 日には例年の値に戻っていることがわかる。このことから河川水の水質に対する台風の影響は少なくとも半月程度は持続することがわかった。

表 6 には相模湾河口付近の海水の測定結果を示した。河口から離れるに従って各元素濃度は高い値となり、500 m を超えるとほぼ一定の値を示すことがわかった。この傾向は同年 2 月にサンプリングした際とほぼ同様の傾向であった。また河口から 1 km 地点での東西方向では、目立った際はないが、西側 3 km の地点で若干低濃度である以外はほぼ一定濃度であった。11 月 20 日のサンプリングにおいては西側 2 km の地点で若干低濃度となっており、相模湾河口西側 2~3 km 付近に元素濃度が低い地域があるとも考えられた。今後さらなる検討を考えている。海水では表層と水深 3 m の差異は少ないと考えられた。

以上より、相模湾流入河川においては、大型台風による元素濃度の変化が少なくとも半月程度はみられることがわかった。相模川河口付近では、河口から 500 m 程度までは河川の流入の影響で海水の元素濃度が低くなるが、1 km 以上ではほぼ一定となることが明らかとなった。

謝辞

本研究は、2020 年度度神奈川大学総合理学研究所共

表 1. 金目川の定量分析結果

date	point	Ca	Na	Si	Mg	K	Sr	B	Fe	Mn	Cd	Zn
2019 4/4	上流	21.49	12.12	14.14	7.86	1.64	0.07	0.02	—	—	—	—
	中流	23.86	21.51	13.17	8.09	4.91	0.07	0.03	0.01	—	—	0.01
	下流	27.37	25.17	12.81	9.52	5.36	0.08	0.03	0.05	0.02	—	0.01
2019 5/28	上流	15.71	8.35	11.18	5.60	1.34	0.07	0.02	—	—	—	—
	中流	21.62	16.59	12.40	7.05	3.72	0.08	0.02	—	—	—	0.01
	下流	20.46	15.17	10.89	6.80	3.59	0.09	0.02	0.05	—	—	0.01
2019 7/11	上流	17.40	8.60	11.95	6.04	1.52	0.06	0.01	0.01	—	—	—
	中流	21.23	16.95	12.49	6.90	3.46	0.07	0.02	0.01	—	—	0.01
	下流	21.35	14.96	9.87	7.06	3.54	0.08	0.02	0.11	0.01	—	—
2019 8/15	上流	18.20	10.26	14.46	7.43	2.50	0.06	0.02	—	—	—	—
	中流	20.74	13.46	12.70	6.94	3.03	0.07	0.02	0.01	—	—	0.01
	下流	18.13	12.82	9.15	6.08	3.23	0.07	0.02	0.04	—	—	—
2019 9/25	上流	24.86	9.50	17.19	6.50	1.30	0.06	0.02	—	—	—	—
	中流	21.04	17.05	17.53	7.18	3.62	0.07	0.02	—	—	—	0.01
	下流	24.54	16.94	17.74	7.65	3.58	0.08	0.03	0.05	—	—	—
2019 12/4	上流	19.91	9.02	11.87	6.56	1.83	0.06	0.01	0.01	—	—	—
	中流	21.37	14.64	12.49	7.29	3.45	0.07	0.02	0.01	—	—	0.01
	下流	27.56	17.69	13.80	9.05	3.92	0.09	0.02	0.05	0.02	—	—

数値の単位 : mg/L.

表 2. 相模川の定量分析結果

date	point	Ca	Na	Si	Mg	K	Sr	B	Fe	Mn	Cd	Zn
2019 4/4	上流	14.49	9.76	9.56	4.73	2.30	0.05	0.01	—	—	—	—
	中流	12.42	9.33	9.03	5.44	1.73	0.05	0.01	—	—	—	—
	下流	144	2685	7.71	338	157	3.73	0.95	—	0.05	—	0.02
2019 5/28	上流	13.00	5.54	6.88	3.35	1.20	0.06	0.01	0.02	—	—	—
	中流	17.31	9.02	10.29	7.18	1.57	0.07	0.02	—	—	—	—
	下流	30.32	429	10.54	32.0	43.5	0.39	0.19	0.01	—	—	0.04
2019 7/11	上流	9.45	5.96	8.84	3.25	1.55	0.05	0.01	0.05	—	—	—
	中流	9.94	6.00	8.75	3.48	1.43	0.05	0.01	0.04	—	—	—
	下流	10.67	21.61	8.91	4.60	2.78	0.05	0.02	0.05	—	—	—
2019 8/15	上流	9.85	5.83	9.08	3.43	1.37	0.04	0.01	0.01	—	—	—
	中流	10.78	6.11	9.31	3.58	1.58	0.05	0.01	0.01	—	—	—
	下流	15.83	91.7	10.29	13.8	9.72	0.10	0.06	0.01	—	—	0.01
2019 9/25	上流	10.20	6.75	14.80	3.94	1.57	0.05	0.01	0.02	—	—	—
	中流	15.23	7.38	15.23	4.72	1.58	0.05	0.01	0.01	—	—	—
	下流	25.56	157.6	15.74	21.2	14.3	0.15	0.09	0.01	—	—	0.01
2019 12/4	上流	12.31	6.41	9.54	4.16	1.73	0.05	0.01	0.02	—	—	—
	中流	11.31	6.70	9.12	4.05	1.76	0.05	0.01	0.03	—	—	—
	下流	15.81	31.4	9.54	6.75	3.36	0.06	0.02	0.04	0.01	—	—

数値の単位：mg/L.

表 3. 早川の定量分析結果

date	point	Ca	Na	Si	Mg	K	Sr	B	Fe	Mn	Cd	Zn
2019 4/4	上流	29.38	20.38	24.72	12.19	3.45	0.13	0.11	0.10	0.03	—	—
	中流	20.96	37.76	22.02	5.98	4.18	0.09	0.47	0.03	—	—	—
	下流	19.16	29.09	21.39	6.07	3.94	0.08	0.35	0.02	—	—	—
2019 5/28	上流	32.46	16.38	21.65	9.83	3.12	0.10	0.11	0.07	—	—	—
	中流	17.62	28.63	18.86	4.35	3.19	0.09	0.31	0.02	—	—	0.01
	下流	15.84	24.49	19.44	4.91	3.28	0.09	0.26	0.02	—	—	—
2019 7/11	上流	32.55	16.93	23.18	10.83	3.15	0.13	0.11	0.06	0.10	—	—
	中流	12.50	20.85	18.25	3.68	2.64	0.06	0.21	0.05	0.01	—	—
	下流	16.20	18.91	18.71	4.66	3.04	0.07	0.21	0.11	0.01	—	—
2019 9/25	上流	30.14	16.40	27.54	10.5	3.09	0.11	0.20	0.07	0.06	—	—
	中流	17.61	22.73	24.57	4.67	2.91	0.07	0.34	0.10	0.01	—	—
	下流	19.05	19.65	24.48	5.12	3.08	0.07	0.29	0.08	0.01	—	—
2019 12/4	上流	32.00	15.73	21.67	10.18	3.14	0.13	0.11	0.05	0.06	—	—
	中流 A	18.84	18.24	18.75	5.07	2.95	0.09	0.19	0.06	0.02	—	—
	中流 B	73.15	157.2	18.80	3.52	10.49	0.51	2.33	0.02	0.02	—	—
	下流											

中流 A：例年のサンプリング地点より約 500 m 下流.

中流 B：早川へ流入する排水口より採水.

数値の単位：mg/L.

表 4. 台風 15 号の位置, 中心気圧, 最大風速⁵⁾

日時	緯度	経度	中心気圧(hPa)	最大風速(m/s)
9月8日3時	30.2	140.5	955	45
9時	31.5	139.5	955	45
15時	33.0	139.0	955	45
21時	34.1	139.0	955	45
9月9日3時	35.3	139.7	960	40
9時	36.4	140.9	970	40
15時	37.4	142.4	980	35
21時	38.3	144.3	985	30

*：平塚市の緯度：35.335, 経度：139.35

表 5. 台風 19 号の位置, 中心気圧, 最大風速⁵⁾

日時	緯度	経度	中心気圧(hPa)	最大風速(m/s)
10月11日15時	28.8	137.5	935	45
21時	29.9	137.1	945	45
10月12日3時	30.8	137.1	945	45
9時	32.0	137.4	945	45
15時	33.7	138.2	950	40
21時	35.6	139.6	965	35
10月13日3時	38.2	141.8	975	30
9時	39.5	143.5	975	30

表 6. 2019年12月19日(N-1~S-3), 12月20日(E-1~W-3)相模湾海水の定量結果

point distance*	depth (m)	Na ($\times 10^3$)	Mg ($\times 10^2$)	Ca ($\times 10^2$)	K ($\times 10^3$)	Sr	B	Maximum depth (m)
N-1 100 m, 0	0	9.29	10.81	3.51	0.53	7.47	4.42	6
	3	9.27	10.99	3.64	0.54	7.48	4.16	
N-2 200 m, 0	0	8.98	10.58	3.39	0.51	7.33	3.98	4
	3	9.72	11.18	3.61	0.55	7.65	4.26	
N-3 500 m, 0	0	10.51	12.06	3.97	0.61	8.21	4.57	13
	3	10.37	11.83	3.91	0.61	8.07	4.40	
A-1 1 km, 0	0	10.51	11.96	3.91	0.60	8.12	4.63	38
	3	10.66	12.04	4.05	0.60	8.15	4.60	
S-1 2 km, 0	0	10.36	12.01	3.81	0.61	8.17	4.43	231
	3	10.51	12.00	3.94	0.62	8.12	4.51	
S-2 3 km, 0	0	10.59	12.07	3.81	0.60	8.26	4.60	376
	3	10.83	12.18	3.94	0.62	8.28	4.59	
S-3 5 km, 0	0	10.35	11.95	3.75	0.61	8.09	4.46	617
	3	10.75	12.13	3.97	0.62	8.29	4.64	
E-1 1 km, 1 km	0	10.38	12.03	3.75	0.62	8.47	4.35	32
	3	10.68	12.06	3.76	0.60	8.50	4.43	
E-2 1 km, 2 km	0	10.79	11.92	3.72	0.62	8.36	4.34	20
	3	10.48	11.97	3.76	0.58	8.36	4.28	
E-3 1 km, 3 km	0	10.49	11.95	3.74	0.62	8.41	4.31	18
	3	10.37	12.02	3.81	0.60	8.36	4.25	
W-1 1 km, -1 km	0	10.55	12.11	3.79	0.63	8.42	4.34	30
	3	10.23	11.83	3.74	0.59	8.37	4.19	
W-2 1 km, -2 km	0	10.15	11.66	3.70	0.59	8.25	4.32	30
	3	10.48	11.96	3.85	0.62	8.37	4.30	
W-3 1 km, -3 km	0	9.97	11.66	3.73	0.57	8.15	4.12	25
	3	10.57	12.00	3.74	0.62	8.40	4.29	

* 岸からの距離: 南方 Am, 東方 Bm で記載.
数値の単位: mg/L.

同研究助成 (RIIS202004) を受けて行った。ここに謝意を表します。

文献

- 1) 平賀義路, 児玉壮史, 鈴木祥弘 (2011) 相模川河口域の植物プランクトンの分布への淡水流入の影響, *Sci. J. Kanagawa Univ.*, **23**: 59-66.
- 2) 野木大輔, 平賀義路, 金澤謙一, 西本右子, 武井尊也, 鈴木祥弘 (2015) 相模川河口域プランクトン生物量の周年変化. *Sci. J. Kanagawa Univ.*, **26**: 91-96.
- 3) 武井尊也, 鈴木祥弘, 金澤謙一, 西本右子 (2016) 相模川河口域海水及び流入河川水の元素濃度. *Sci. J. Kanagawa Univ.*, **27**: 81-84.
- 4) 荒井 健, 島川涼太, 武井尊也, 鈴木祥弘, 金澤謙一, 西本右子 (2017) 相模川河口域における長期環境モニタリング 4-流入河川水の元素濃縮. *Sci. J. Kanagawa Univ.*, **28**:109-112.
- 5) 気象庁 HP, 台風経路図. [<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>].
- 6) 鈴木崇之 (2020) 2019年台風15号 (Faxai) による沿岸災害の概要. *消防防災の科学* **140**: 27-32.