



Title	海水溯上と塩分の濃度分布の怪
Author(s)	神山, 桂一; 北村, 純一; 松並, たけし
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 1, 99-101
Issue Date	1993-11-01
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/7429">http://hdl.handle.net/2115/7429</a>
Type	bulletin (article)
Note	第1回衛生工学シンポジウム（平成5年11月17日（水）-18日（木）北海道大学学术交流会館）. 3 測定・評価 . 3-6
File Information	1-3-6_p99-101.pdf



[Instructions for use](#)

### 3 - 6

#### 海水遡上と塩分の濃度分布の怪

神山桂一、北海学園大学工学部建築学科教授 (工学博士)  
北村純一、(株)三祐コンサルタンツ、技術士 (農業土木)、(農学博士)  
松並たけし、(株)三祐コンサルタンツ、技術士 (水道、衛生工学)

##### 1. はじめに

水があっても、乾期には海水の遡上による塩分の濃度が上昇するため、飲料水はおろか、農業用水としても利用できない河川がA国には数多く存在する。勿論雨期には、降水量が多く、海水の遡上は少く、表流水はほぼ河口近くまで十分利用できる。その海水の遡上に伴う塩分濃度の上昇現象については、主要な河川について調査が行われている。特にA国科学技術環境省が数多くの調査を行っている。その調査結果について、国内外の水質環境関係の研究者は、別にそれ以上深く追求することはなかった。A国では平地が多く、河川によっては、河口より150kmまで、感潮河川となっている。従って、半年に互る雨のほとんど降らない乾期には、徐々に塩水くさびが上流に移動していく程度の認識が一般的であった。我々も、A国首都より50 km離れたB川について同じ認識を持っていた。然し、別の目的で河川水質の検査をしていたところ、思いもかけなかった、というより、当該シンポジウムの環境をはかるといふパネルディスカッションのテーマ通り、その目的を持った水質測定がなされておれば明らかになっていたことであった。

故杉木博士の書、水質汚濁1974年技報堂 P260によれば、感潮河川の混合状態は、海水と淡水との混合の程度によって弱混合型 (negligible mixing)、緩混合型 (moderate mixing)、強混合型 (intense mixing) に分けられるとされている。それを模式化し、かつ、それが10に及ぶ関連因子を挙げている。我々の調査によると、強混合型の変型と見なされる河川であったのである。

##### 2. 調査方法

水質調査区間は、科学技術環境省の調査で海水の影響が及ぶ河口より約120kmまでの河川区間の範囲で、採水地点はその河口より、57.3km (R1)、65.0km (R2)、66.8km (R3)、68.8km (R4)、69.8km (R5)、71.8km (RX)、78.8km (R6)、79.3km (R7)、84.3km (R8)、81.8km (R9) の10点である。その範囲における河川巾は、約250m~400m、水深8~13mである。

採水は、市販のものでは、低層の採水が困難であるため、政府の工場で作成したものを用いた。10採水地点全てについて、河川中央部にて表層、底層の採水を行った。底層は1992年11月10日、12月15日、1993年1月12日、2月9日、3月9日、4月20日、6月8日、6月22日の8回採水を行った。

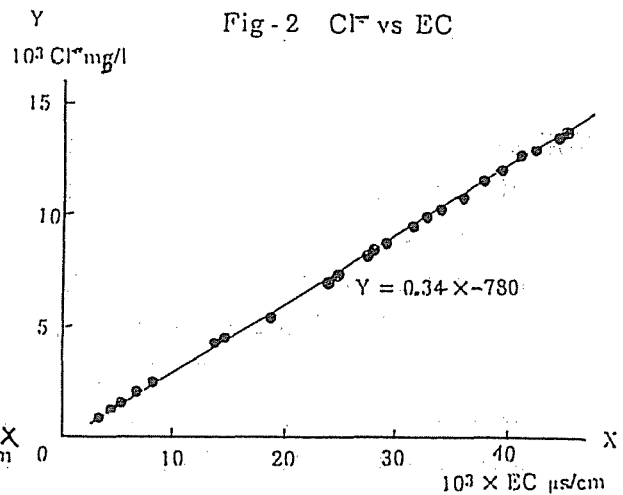
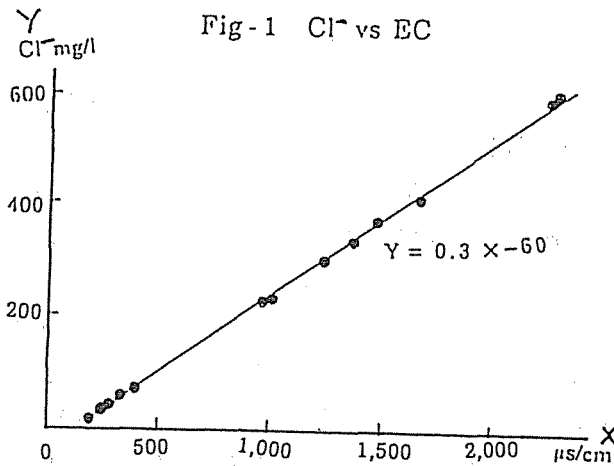
分析項目及び方法は、採水時、温度、pH、電気伝導度、透視度の測定を行い、塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>) は、科学分析室に持ち帰り、分析を行った。温度、pH、電気伝導度、透視度は、日本製の機器を用い、塩素イオン (Cl<sup>-</sup>) は、JISKO102 滴定法にて行った。

##### 3. 調査結果および考察

1992年11月12月の調査においては、塩分濃度の変化はみられなかった。分析結果の概要は、夫々水温 (26.3~27.3°C), (26.7~28.1°C)、pH (7.0~7.5), (6.7~7.2)、EC (201~231 $\mu$ s/cm),

(214~410 $\mu\text{s}/\text{cm}$ )、 $\text{Cl}^-$  (18~33 $\text{mg}/\ell$ ), (29~77 $\text{mg}/\ell$ )、透視度は、12月のみで、底層で(1~2 dig)、表層で(3~8 dig)であった。11月末より、当河川の集水地域においてほとんど雨が降らない為に、自然濃縮による $\text{Cl}^-$ の幾分の濃度上昇が見られた。

1993年1月、3月、6月8日の水質調査結果を、(表1~3)に示す。(図-1)、(図-2)には夫々、 $\text{Cl}^-$ とECとの相関を示す。(図-3)、(図-4)には、各調査時の $\text{Cl}^-$ 濃度を示した。



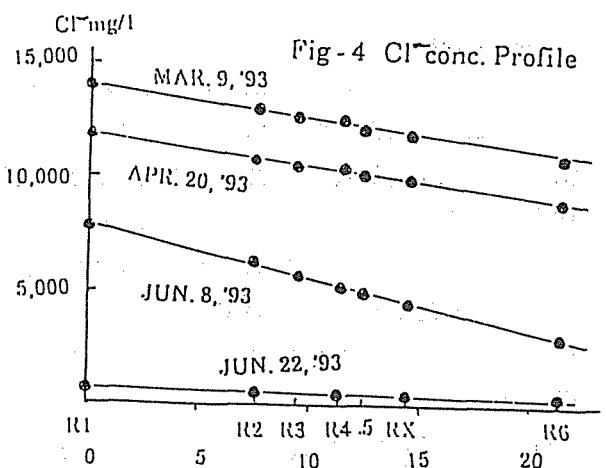
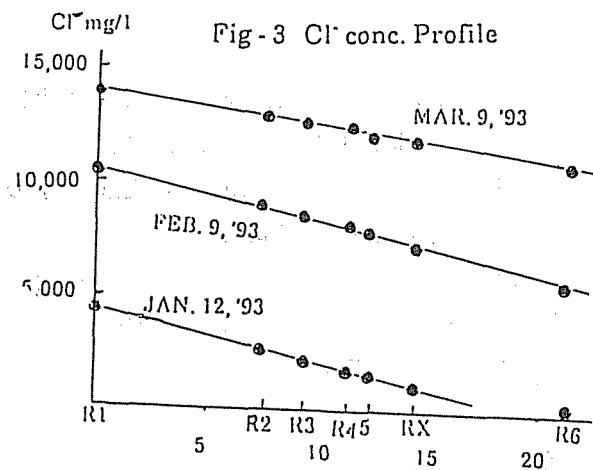
(図-1)、(図-2)より、当河川水については、明らかな $\text{Cl}^-$ とECとの相関が認められた。それは、低濃度の領域については、

$$\text{Cl}^- (\text{mg}/\ell) = 0.3\text{EC} (\mu\text{s}/\text{cm}) - 60 (\text{mg}/\ell)$$

高濃度の領域については、

$$\text{Cl}^- (\text{mg}/\ell) = 0.34\text{EC} (\mu\text{s}/\text{cm}) - 780 (\text{mg}/\ell)$$

全調査期間を通して、当河川では、表層と底層で河川断面の各所による $\text{Cl}^-$ 濃度の変わりは見られなかった。このことは、潮汐により、垂直方向混合が完全であることを示している。



(図-3)、(図-4)に各地点の $\text{Cl}^-$ 濃度の分析結果を示した。図を見て解るように、海水の溯上は極めて規則正しいパターンを示している。1993年1月12日R1を起点として、流路が乱れていないR6までの範囲の塩素イオン濃度は、略直線的な減少傾向を示している。その関係式は、 $y$ を塩素イオン濃度 ( $\text{mg}/\ell$ )、 $x$ をR1よりの距離 ( $\text{km}$ )とすれば、

$$y (\text{mg}/\ell) = -250 (\text{mg}/\ell/\text{km}) \times x (\text{km}) + 4000 (\text{mg}/\ell)$$

同様に1993年2月9日に於ては

$$y \text{ (mg/l)} = -250 \text{ (mg/l/km)} \times x \text{ (km)} + 10,700 \text{ (mg/l)}$$

同様に1993年3月9日に於ては

$$y \text{ (mg/l)} = -130 \text{ (mg/l/km)} \times x \text{ (km)} + 13,500 \text{ (mg/l)}$$

また塩分退行時の1993年4月20日では

$$y \text{ (mg/l)} = -130 \text{ (mg/l/km)} \times x \text{ (km)} + 12,000 \text{ (mg/l)}$$

同様に1993年6月8日では

$$y \text{ (mg/l)} = -230 \text{ (mg/l/km)} \times x \text{ (km)} + 8,000 \text{ (mg/l)} \text{ となっている。}$$

1993年6月22日では、調査区域内で、海水はほぼ退行し淡水化している。塩分濃度の溯上による変化が時間的に、指数0次であるのに対し、退行時は1次である。このことは、前述のCl<sup>-</sup>濃度のプロファイル、及び、当該河川の混合状態が強混合であることを合わせ考察するに、調査地区内の固有流量は全くないと断定できる。海水の急激な溯上が、乾期(11月~5月頃まで)の水需要を控えて、先を競って軟水の取水を行うこと

によるであろうことが、推察される。3月、4月時の塩分濃度の変化の停滞は、塩分濃度の上昇により、取水が不可能になったためであるものと推察される。

#### 4. おわりに

当研究は、A国調査データの検証のため独自に演者らが行った調査結果のうち関係分をまとめたものである。更に、B川中流地域の水質と題し、総合時に現地語で、現地人の手によりまとめ、水質調査の手法の技術移転を行う所存である。

(Table 1) Properties of Water Samples from B River Sampling on Jan.12. '93 (10:30~13:00)

Sample	Item	Temp.	pH	EC	Transp.	Cl <sup>-</sup>
R1	S	28.7	7.0	13,000	7	4,220
	B13m	28.5	7.0	13,700	1	4,420
R2	S	28.3	6.8	8,400	4	2,590
	B9m	28.3	6.8	8,500	1	2,620
R3	S	28.8	7.0	6,900	5	—
	B9m	28.3	6.9	6,800	1	2,070
R4	S	28.4	6.9	5,600	5	—
	B10m	28.0	7.0	5,600	1	1,670
R5	S	28.4	7.0	4,900	5	—
	B10m	28.0	7.0	4,600	1	1,370
RX	S	28.2	7.0	3,500	4	1,020
	B11m	27.8	7.2	3,300	1	980
R6	S	28.3	7.2	1,100	2	—
	B4m	27.9	7.4	1,200	1	300
R8	S	27.8	7.0	980	2	—
	B8.5m	27.7	7.1	1,020	2	260
R9	S	27.8	7.0	920	1	—
	B7m	27.8	7.1	1,050	1	260
R7	S	28.0	6.9	770	2	—
	B5m	28.0	7.1	770	1	210

(Table 2) Properties of Water Samples from B River Sampling on Mar.9. '93 (11:00~13:30)

Sample	Item	Temp.	pH	EC	Transp.	Cl <sup>-</sup>
R1	S	30.1	7.0	44,800	5	13,600
	B1m	29.8	7.1	45,200	2	13,800
R2	S	30.0	7.0	42,600	7	13,000
	B9m	29.8	7.1	42,300	1	13,300
R3	S	31.0	7.1	—	23	—
	B9m	30.0	7.1	41,300	5	12,300
R4	S	30.5	7.0	—	13	—
	B10m	29.8	7.1	40,800	2	12,500
R5	S	30.3	7.1	—	23	—
	B9m	29.8	7.1	39,700	1	12,100
RX	S	30.2	7.0	38,700	20	12,000
	B9m	29.8	7.1	39,400	2	11,900
R6	S	30.2	7.1	33,600	9	9,900
	B4m	29.9	7.0	36,400	1	10,700
R8	S	30.1	7.1	32,000	14	—
	B9m	29.8	7.1	34,200	4	10,200
R9	S	30.0	7.0	—	14	9,410
	B6m	29.6	7.0	35,600	4	10,700
R7	S	30.0	7.1	—	15	—
	B5.5m	29.7	7.1	31,700	2	9,320

(Table 3) Properties of Water Samples from B River Sampling on Jan.8. '93 (10:00~11:45)

Sample	Item	Temp.	pH	EC	Transp.	Cl <sup>-</sup>
R1	S	31.6	7.0	24,100	22	7,000
	B13m	31.6	7.1	26,100	4	7,760
R2	S	31.5	6.9	19,900	14	5,840
	B8m	31.5	7.0	21,500	3	6,280
R3	S	31.8	7.0	17,400	25	—
	B7m	31.5	7.1	19,700	3	5,710
R4	S	31.9	7.0	16,300	17	—
	B10m	31.5	6.9	17,800	6	5,120
R5	S	31.7	6.9	15,500	15	—
	B9m	31.3	6.9	17,100	4	5,040
RX	S	31.9	7.0	12,700	14	3,320
	B9m	31.5	6.9	16,000	5	4,510
R6	S	31.9	7.1	10,400	16	2,840
	B3m	31.5	6.9	11,500	3	3,060
R8	S	31.6	7.4	9,170	22	2,500
	B9m	31.7	7.1	10,200	4	2,780
R9	S	31.7	7.0	9,880	11	—
	B7m	31.5	7.0	10,100	5	2,770
R7	S	31.7	7.0	7,040	11	1,900
	B5m	31.5	7.0	7,020	2	2,050