

# 花貫川河川水の海面分散について

市村 勇二, 大島 正秀

パルプ工場の廃水及び二つの炭鉱による洗炭廃水が花貫川で合流し海面に流出しているが、この廃水による水産動植物への影響程度が最近問題となつて来たため、昭和36年度から主に海面の水質について影響調査を実施している。

工鉱業廃水が海面に流入した場合、その分散状況を把握することが漁業被害を論ずる最も有効な手段と考えられる。したがつてこの目的のため種々調査を行つたが、ここでは海面のCOD分布及び底形底質等から河川水の流入概況を報告する。

## I 花貫川及び流域事業所の概要

花貫川は流域面積6.2km<sup>2</sup>、河中は大きい処で29m、小さい処で5m位で、年間平均水量は鉱工業用水取水後に3.3 <sup>tons</sup>/<sub>sec</sub>になる。

河口は洗炭、パルプ廃水が混流し、前浜から直接海へ流入する。水量は夏期で15万 <sup>tons</sup>/<sub>day</sub>、冬期で10万 <sup>tons</sup>/<sub>day</sub>である。

炭鉱A、Bは出炭月産量それぞれ1.5万 <sup>tons</sup>/<sub>day</sub>、1.1万 <sup>tons</sup>/<sub>day</sub>で洗炭廃水量は合計2万 <sup>tons</sup>/<sub>day</sub>内外であり、河口上流2.5kmの処で直接花貫川へ放出している。放流点の水質はCODで1300~2600ppm前後である。

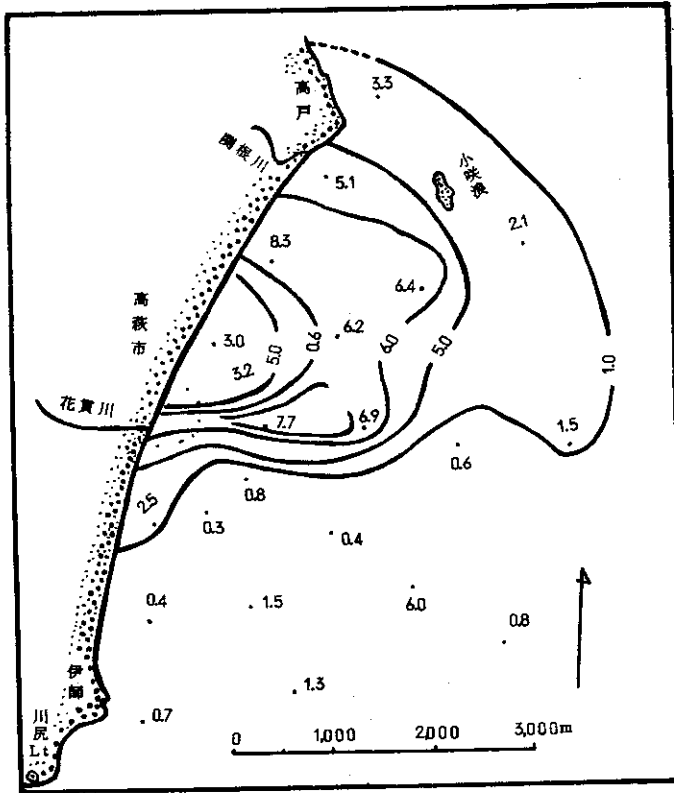
パルプ工場はクラフトパルプで、パルプ日産量140 <sup>tons</sup>、廃水は7万 <sup>tons</sup>/<sub>day</sub>あまりで河口上流350mに放流口がある。COD値は平均150ppmである。

## II COD値からみた廃水の分散

36年8月12日、8時13分から12時までの落潮流時に観測された表層水のCOD等濃度線分布は第1図のとおりで、その面積は第1表に示したとおりである。COD5ppm以上の面積は5.21km<sup>2</sup>である。

COD(O <sub>2</sub> ppm)	面積 Km <sup>2</sup>	半径 m
6 ppm 以上	3.15	1.416
5 "	5.21	1.820
1 "	12.06	2.760

第1表 等濃度面積及び半径(昭和36年8月12日)



第1図 COD等濃度線分布

昭和37年8月12日 8時13分～12時(落潮流時)

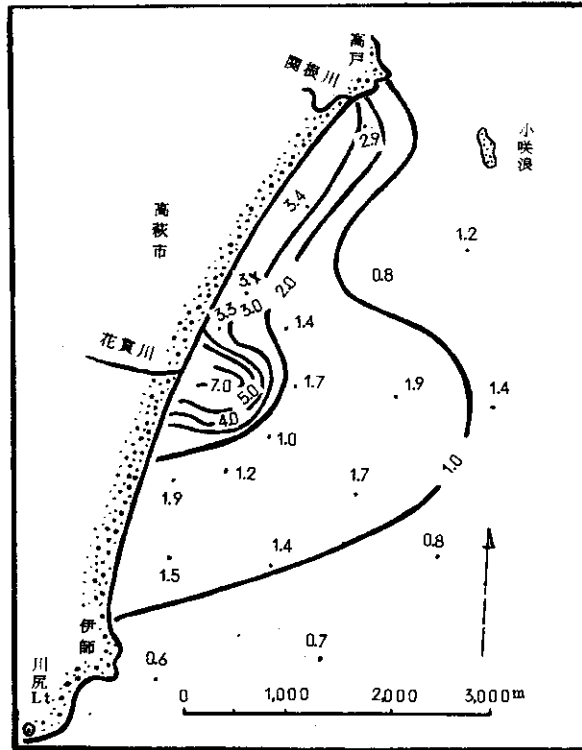
なお、CODの分析はアルカリ性酸化法によつた。

37年1月23日、8時17分から11時までの落潮流時に観測したものは同様に第2図、第2表のとおりで、COD 5 ppm以上の面積は0.32 Km<sup>2</sup>である。

いま、等濃度面が河口を中心に半円形に分布するものとすれば河口からの半径が求められる。それらの半径は第1表、第2表のようであり、8月、1月のCOD 5 ppm以上の半径はそれぞれ1,820 m、5,54 mとなる。

COD(O <sub>2</sub> ppm)	面積 Km <sup>2</sup>	半径 m
5 ppm 以上	0.32	554
4	0.71	708
3	1.41	809
2	2.09	1,335
1	7.11	2,125

第2表 等濃度面積及び半径(昭和37年1月23日)



第2図 COD等濃度線分布

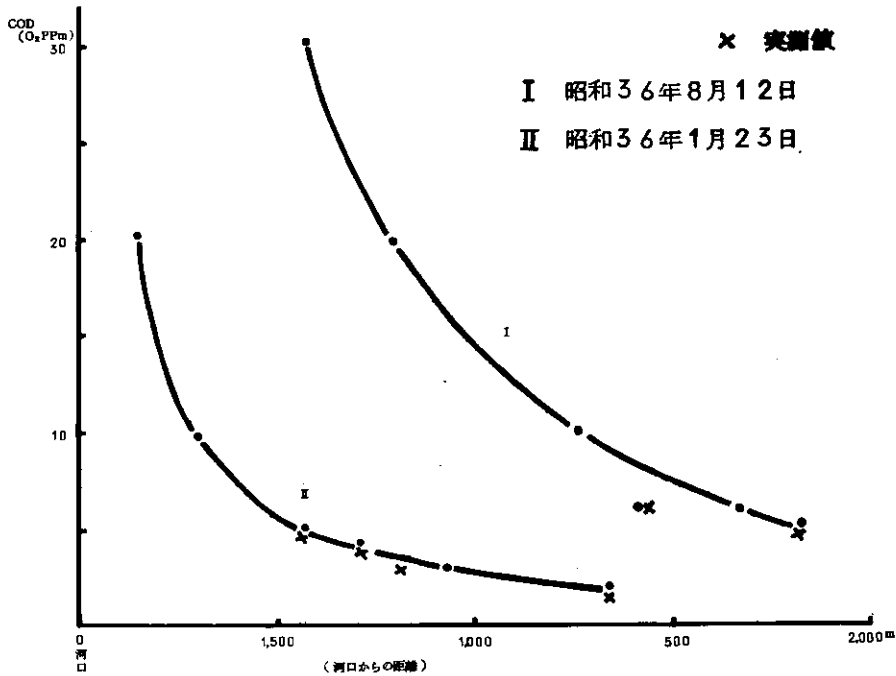
昭和37年1月23日 8時17分～11時(落潮流時)

### Ⅲ 底質分布

一般に底質は作用する外力に対応した位置に安定しようとする傾向があり、その指標となる主なものは淘汰度(粒のそろい具合)と粒径である。すなわち波の流れや作用力の強い処では粗粒の砂が存在し、作用力の小さい処では細砂が対応する。

第4図の測点で採泥した資料をエメリー管による沈澱管法で分析した。

こゝでは粒径の対数に相当するものとして $\phi$ 分類を用いた。すなわち真の粒径を $d$ とする時、 $d$ と $\phi$ の関係は次式で表わされる。



第3図 河口からの半径とCODとの関係(計算値)

$$\log d = -\phi \log 2 \quad 1)$$

分析から得られた結果(第4表)から泥質のD<sub>1</sub>を除き、粒径平均値は2.0~2.8φの中砂である。

	φ 5	φ 16	φ 25	φ 50 (中央値)	φ 75	φ 84	φ 95	M φ (平均値)	σ φ (淘汰度)	d φ (径 度)
A-1	1.58	1.83	1.93	2.20	2.37	2.50	2.81	2.14	0.33	-0.66
A-2	0.05	1.96	2.01	2.12	2.32	2.42	2.75	2.19	0.23	0.30
A-3	1.64	1.75	1.82	2.07	2.25	2.35	2.70	2.05	0.30	-0.07
B-1	1.63	1.87	2.05	2.44	2.92	3.25	3.67	2.56	0.69	0.17
B-2	1.92	2.30	2.41	2.65	3.06	3.25	3.68	2.77	0.47	0.25
B-3	1.79	1.99	2.04	2.26	2.60	2.80	3.18	2.39	0.40	0.32
B-4	2.07	2.19	2.33	2.75	3.23	3.41	3.77	2.80	0.61	0.21
C-1	2.08	2.26	2.43	2.83	3.25	3.40	3.22	2.83	0.57	0

第4表 粒度分析

淘汰度と粒径の平均値との関係は第5図のとおりで粒径が大きくなるほど、淘汰度は悪くなる。また河口北部沿岸寄りのA<sub>1</sub>～A<sub>5</sub>点は粒径小さく淘汰度は良い。これはこの附近が碎波や強い流れの影響が少なく、定常的な流れが存在するとも考えられる。

## IV 考 察

### 1) 廃水分散の推算

花貫沖海域は碎波帯が長いので、調査測点を河口から500m以沖とした。したがって、500m以内の水質分布は解らない。また、COD 7 ppm以上の等濃度面のContourはつかみ難かつた等の理由でごく概略ではあるが、新田<sup>2)</sup>の式から花貫川沖の廃水分散を推算してみた。すなわち、

水面上の距離を $x$ 、単位時間の廃水量を $b$ 、等濃度面の面積を $Kx^2$ 、拡散係数を $u$ 、 $x$ 位置の海水中の廃水量(比率)を $y$ とすると

$$-uKx^2 \frac{dy}{dx} = b \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$y = \frac{A}{x} + B \quad A = \frac{b}{uK} \quad \dots\dots\dots (2)$$

廃水影響限界点を $x_c$ とし、その濃度を $y_c$ とすると、

$$y - y_c = A \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{x_c} \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

河口でのCODが $n$ であると、 $x$ 点でのCOD $Z = ny$ となり、

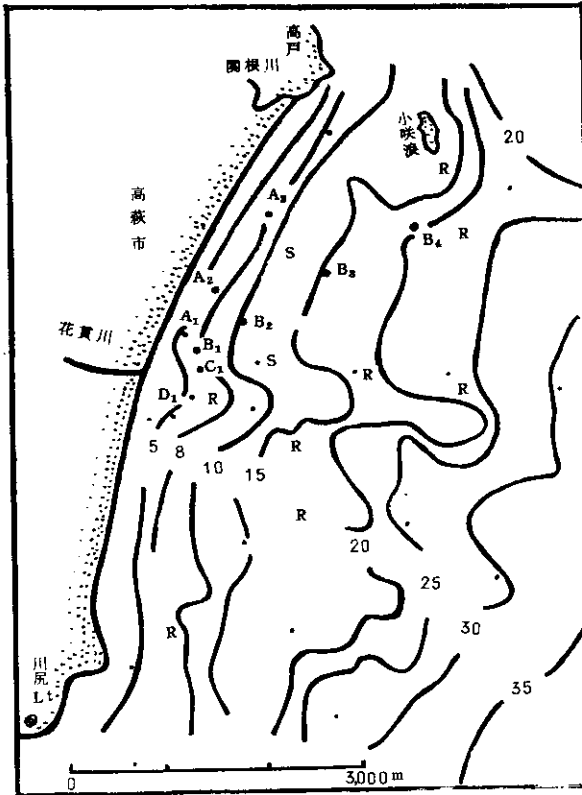
$$Z - Z_c = nA \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{x_c} \right) \quad \dots\dots\dots (4)$$

年月日 COD (O <sub>2</sub> ppm)	昭和36年8月12日		昭和37年1月23日	
	実測半径	推算半径	実測半径	推算半径
30 以上		570		
20 "		790		148
10 "		1,260		294
6 "	1,416	1,669		
5 "	1,820		554	561
4 "			708	
3 "			809	928
2 "			1,355	1,340
1 "	2,760		2,399	

今河口のCOD,  $n=160$  ppm, 1日の廃水量は夏期15万 tons/day, 冬期10万 tons/day だから単位を1分として考えるとそれぞれ $b$ は104 tons, 61.5 tons となる。

花貫川沖の廃水影響限界点 $Z_c$ を1ppmとすれば、8月の $x_c=2,766$ m, 1月は $x_c=2,399$ mである、また8月の $Z$ を5ppm,  $x$ を1,820m, 1月の $Z$ を4ppm,  $x$ を708mとして $uK$ を算出し(4)式から各等濃度面の半径を推算した。この数値を第3表に、半径とCOD値の関係を第3図に示した。

第3表 実測半径と推算半径との対比



第4図 等深線及び採泥点

○ A, ……採泥点

昭和37年1月23日調査

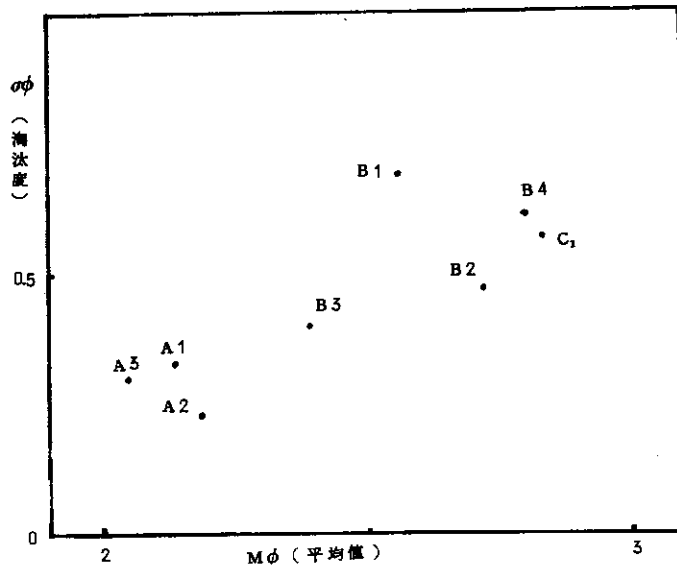
なお、新田の式は海へ流れ込む廃水が海気象の外力特性を考えずに、河口を中心として半円形に分散し鉛直方向は問題としてないこと、或容積に分散した廃水はその全域に平均に分散するという仮定で成り立っている。実測によれば、水深5m附近にも表層とほぼ同様なCOD値を示した洗炭廃水と思われる水塊があつたことや、調査時の廃水量を正確に把握してないためもあつて、推算半径は実測半径より大きくなつてはいるが、36年8月のCOD10ppmの廃水分散域は少なくとも河口より半径1,000mの半円内にあることになる。

## II) 底形質より考えられる廃水の分散

一般に海底勾配が遠浅の場合、碎波帯では吹送流や河川水流入による密度流または海潮流よりも碎波によつて生ずる入射エネルギーが沿岸流を支配する大きな要素となる。

風向によつて生ずる入射波は海底地形の状態により屈折し、沿岸部に近づくると等深線にほぼ直角の方向に向きを変え、入射エネルギーはその底形に応じて収斂・発散が行なわれるといわれている。

花貫川沖海面の年間卓越波向はNE~ENEと東北波、河口南部の岩しり地帯が浅所になつてはいるから、こゝで碎波した入射エネルギーが河口の北寄りに収斂し、その離岸流が碎波帯内の流れを北流成分としてゐるのではないかと考えられ、前記粒径と淘汰度の関係や、夏冬のCOD分布から、河川水は河口から沿岸沿いに高戸の方向へ北流する傾向が多いのではないかと推測される。



第 5 図 粒径平均値と淘汰度との関係

## V あとがき

以上少ない調査回数と資料から大胆な推測を記述したが、こゝでは河川水、すなわち廃水分散の概略を把握することにとどめ、河川水の北流要因に関係する汀線附近の分散状況については次報にしたい。

## 参 考 文 献

- 1) 本間 仁編 東海村海岸調査報告書(第1報)  
1954 日本原子力発電株式会社
- 2) 新田忠雄 廃水分散の計算方法について  
1953 内海区水産研究所報告 第3号
- 3) 杉本仁弥他 工場廃水の分散について  
1953 内海区水産研究所報告 第3号
- 4) 水質保全対策調査報告(第1報)  
1962 茨城県水産試験場

## 要 約

高萩市にある花貫川は、パルプ、洗炭廃水が混流して海面へ流入している。36年8月と37年1月の2回海面の影響調査を実施したが、海面のCOD分布および底形質等から同河川水の分散、流動を考察した。

- i 8月、1月のCOD5ppm以上の面積はそれぞれ5.21km<sup>2</sup>、0.32km<sup>2</sup>で、これを河口を中心として半円形に分散するとすれば、その半径は1.820m、554mとなる。
- ii 粒度分析から得られた結果から、河口より高戸にかけての沿岸部は粒径小さく淘汰度は良い。
- iii 廃水分散の推算式から、8月の花貫川沖COD10ppmの分散域は少なくとも河口より半径1,000mの半円内にある。
- iv 底形質あるいは、COD分布から河川水は河口から高戸にかけて北流する成分が強いと推察される。