

北海道開発局土木試験所

正会員

藤田郁夫

同

苫小牧港湾建設事務所

安間 清

1. はじめに

最近、沿岸海域の汚染が問題となり、汚染拡散の将来予測が急務となっている。そのためには、海水の流動状況の把握が不可欠であり、現在までに港湾内・湾内の海水流動に関する調査・研究が多方面でなされている。本研究は苫小牧港における港内海水の流動状況を明らかにしようとするものであり、第1報として昨年度実施したリモート・センシング(Remote Sensing)による調査結果を報告する。

2. 苫小牧港および周辺海域の特性

苫小牧港は、図-1に示すように平滑な湾状の海岸に位置する奥行約6kmの掘込港湾であり、周囲に大河川もなく、港湾の平面形状も比較的簡単なことから考えて、港内海水の流動を調べるのに適した港湾と考えられる。また、苫小牧港では昭和42年から51年まで現地観測資料が集められ、気象・海象条件も明らかにされている。それによると、風は夏期におけるS.E.からのものが顕著であり、潮位は1.5m程度、沿岸流は卓越した流向をもたず、流速最大値は0.25m/sec程度である。

3. シー・トゥース(Sea Truth)

昭和51年11月13日に調査を実施した中、航空機による撮影と併行してシー・トゥースを行なった。港内に図-2に示す8地点を設定し、水質汚濁指標として水温・塩素イオン濃度PH・COD・DO・濁度・SS・透明度の8項目を定め、海上観測を行なうとともに表層で採水を行ない水質分析を実施した。水質の分析結果を表-1に、汚濁指標間の相関を表-2に示す。これを見ると、夏期の調査結果と同様港内の汚染状況は複雑な様相を呈しており、70mmの航空写真でもそれは明らかである。

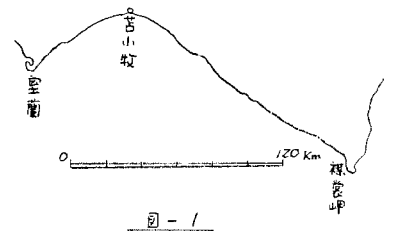


図-1

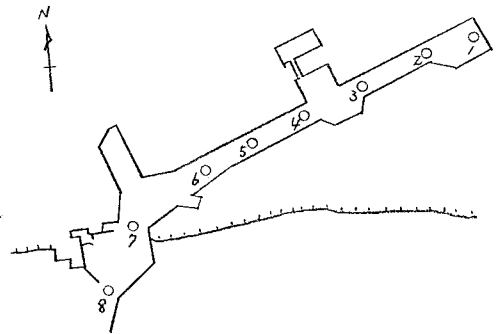


図-2 海上観測地点

4. リモート・センシング(Remote Sensing)

12時5分~10分、セスナ機によってMSSの撮影を行なった。飛行高度は3,630m、対地速度354km/hであり、MSSは波長0.38~12.00 μm の11チャンネルを使用し、同時に70mmのカラー写真を撮影した。MSSのF1テープより、ch.2(0.42~0.45 μm 紫外)、ch.3(0.45~0.50 μm 青)、ch.5(0.55~0.60 μm 緑)、ch.7(0.65~0.69 μm 赤)、ch.9(0.80~0.89 μm 近赤外)、ch.11(9.50~12.00 μm 熱赤外)の6チャンネルについてCCTコンバートを行ない解析に使用した。苫小

表-1 シー・トゥース 調査結果

地点	水温(℃)	塩素(‰)	PH	COD _{Cr} (ppm)	DO ₁₀₀ (ppm)	濁度(NTU)	SS ₁₀₀ (ppm)	透明度
1	9.0	18.15	8.0	0.9	2.7	6.7	9.3	1.30
2	9.0	18.02	8.0	1.0	2.9	9.3	9.0	1.55
3	9.0	18.11	8.1	0.8	8.1	4.0	4.2	1.60
4	8.6	18.09	8.2	0.8	8.1	3.3	3.0	1.80
5	9.0	18.20	8.2	0.4	8.1	2.8	3.4	1.50
6	9.0	17.93	8.1	0.5	8.5	2.5	3.7	2.80
7	9.0	18.21	8.1	0.5	8.4	2.0	3.7	3.45
8	9.0	18.28	8.1	0.6	8.5	2.1	3.5	3.90

収港を含む領域について座標確認を行ない、海上観測点と対応する各地点について隣接する100総素をサンプリングし、その平均値をもって解析のデータとした。チャンネル2とチャンネル3はS/N比が悪く、サンプリングした100総素の標準偏差が大きく、その信頼性に疑問がある。全水域でのチャンネル間の相関を表-3の上段に示す。

5. 分析結果

目的変数としてシー・トルースデータの8項目、説明変数として海上観測点と対応する6つのチャンネルのレベル値をとり、 $F_{IN}=5.0$ 、 $F_{OUT}=5.0$ として変数増減法による重回帰分析を行なった。説明変数間の相関を表-3の下段に、重回帰分析の結果を表-4に示す。重回帰分析の結果、CODはch.5、DOはch.5、透明度はch.2と有意な回帰が認められた。透明度については、前述の理由により信頼性に疑問がある。

次に、MSSデータからch.2、ch.3、ch.5、ch.7、ch.9、ch.11を使用してクラスター分析(unsupervised classification)を行なった。初期クラス数は5に設定したが、最終クラス数は4になった。クラスター分析の結果を図-3に示す。回帰分析の結果を用い各クラスの特徴の考察を行なった。回帰分析のうちDOとch.5の回帰を用いると、クラス中心のDOの値はクラス1で8.51、クラス2で8.48、クラス3で8.13、クラス4で7.83となる。

6. 結語

クラスター分析により図-3のように港内は分割され、これで港内海水の特性を平面的に一応とらえることができた。このようにリモート・センシングによる調査は、対象を平面的な広がりをもって把握することによって海上観測には有効な調査方法と考えられる。しかし、実施にあたっては種々の問題がある。今回の調査では海上観測地点が8ヶ所で、統計的な処理を施すにはやや少なく、今後の調査では観測地点数を増やす必要がある。また、港内海水は複雑な様相を呈しているのでこれを説明するために現地観測を継続するとともに、水理模型実験および数値計算を行なう予定である。なお、本研究は日本造船振興財団の日本国土海洋総合学術診断プログラムに参加して得られた成果の一環であり、ここに謝意を表する次第である。

参考文献

1. 苫小牧港調査報告書 昭42～昭51
2. 北海道開発局技術研究発表会論文集 昭51

表-2 汚濁指標間の相関 *：危険率5%有意

	塩素イオン	PH	COD	DO	濁度	SS	透明度
水温	0.122	-0.534	-0.210	0.088	0.125	0.307	0.176
塩素イオン		0.202	-0.280	0.094	-0.350	-0.216	0.342
PH			-0.610	0.394	-0.727*	-0.865*	0.085
COD				-0.719*	0.844*	-0.749*	-0.527
DO					-0.802*	-0.768*	0.875*
濁度						0.936*	-0.630*
SS							-0.494

表-3 全水域でのチャンネル間の相関(上段)
説明変数間の相関(下段) *：危険率5%有意

	ch.3	ch.5	ch.7	ch.9	ch.11
ch.2	0.039	0.175	0.166	0.056	-0.044
ch.3		0.958*	0.977*	0.269	-0.541
ch.5			0.328	0.255	-0.044
ch.7				0.966*	0.930*
ch.9					0.188
ch.11					

表-4 重回帰分析の結果 *：危険率5%有意

汚濁指標	選択したチャンネル	重回帰係数	偏重回帰係数	定数	F値	回帰残差
水温	ch.11	0.572	0.0199	5.87	2.91	0.13°C
塩素イオン	ch.3	0.485	0.0092	18.96	1.85	0.10‰
PH	ch.11	0.308	-0.0057	8.98	0.63	0.08
COD	ch.5	0.733	0.0121	-0.18	6.95*	0.16ppm
DO	ch.5	0.881	-0.0193	9.54	20.84*	0.15ppm
濁度	ch.5	0.694	0.1386	-5.79	5.58	2.04ppm
SS	ch.11	0.828	0.1946	-80.14	5.44	1.73ppm
透明度	ch.2	0.976	-0.3276	29.37	119.88*	0.24ppm

