

Ⅷ 黒島沖の浚渫土砂汚濁調査について

友 利 昭之助

はじめに

八重山群島竹富島の南航路を浚渫しその土砂を黒島沖南東4哩の海域に沖捨ての計画がある。そのため当海域で浚渫土砂が海中投棄後どのような拡散状況をするか、また汚濁の程度等の実態を調査するため実施した。尚本調査は沖縄総合事務局開発建設部の委託により実施した。

方 法

調査海域：黒島沖南々東7km(24°-09.3'N 124°-02.8'E)

調査期間：昭和50年11月8日～11月10日

使用船舶：図南丸(216.09トン1000馬力)、及び土運船

調査員：友利昭之助(まとめ、調査)島袋新功(水質分析、調査)藤本裕、大田茂(調査)

調査機器：GEK、BT、転倒採水器、透明度板、精密小型音響測深機(PS-10E型海上電気)

魚群探知機(FNV-1500F古野電気)

結 果

1. 土砂捨海域の潮流は上げ潮時北東流が卓越し速度は0.6～0.8ノット、下げ潮時は東向流0.3～0.4ノットである。(図1表1)
2. 水平拡散状況については上げ潮時漂砂は乳白色帯状になり2時間後不鮮明、3時間後は周囲の海水と判別不能となる。下げ潮時土砂捨後1時間までは乳白色パッチ状に拡散しその後だ円状に変形する。3時間後の識別は難しい。(図2、3、表1-2)
3. 鉛直拡散状況は魚探記録によると土砂捨後15分後には0～300mの範囲に浮遊砂の影像が棒状に認められ100m以浅に濃い反応があり100m以深は薄い影像である。また500m³±1000トンの土砂は遅くとも5分以内に1000mの海底に到達すると思われる。(図6)土砂捨後2～3時間水平拡散し肉眼で漂砂と認められるのは粒径0.05mm以下の微粒砂が主成分になる。土砂捨後26分は図6にみるとり表面から8mの深度範囲に浮遊し特に濃い影像は水深2～4m層に認められる。参考資料として、砂の粒径が大きければ沈降速度は早く小さくなるとまた沈降速度も遅くなる。即ち粒径0.17mmは1時間に90m、粒径0.01mmは100m沈降するのに3,000時間要する。但しこれは流動のない静水域での実験データである。
4. 土砂投棄後の濁りの程度を透明度から判断すると20～30分後には曇天時90%晴天時53%回復し2時間後には曇天時100%晴天時約60%回復する。(表3、図4)尚土砂捨以前の透明度は19～30mであった。
5. 以上のことから海面に認められる漂砂は表面～8m層を浮遊し30分後の形状で潮流により漂

流し水平及び鉛直に拡散しつつ周囲の海水に混合同化するのに要する時間は2～3時間である。

6. 浮遊懸濁物(SS)の測定結果を表4に示した。11月8日、9日に採水した試水からは痕跡程度であったがこれは水平拡散の状況からみて中層における浮遊砂が割合狭い分布範囲で漂流していたため採水地点からずれたものと思われる。11月10日に採水した試水から3時間後に50m層7.16ppm、150m層7.78ppmの高い値を示し中間の100m層は4.22ppmであった。これはBT観測結果に示すとうり50～70m層に水温躍層の存在による。

1回の土砂捨量 $500\text{ m}^3 \div 1,000$ 吨は大部分垂直に5分以内に沈降するが浮遊砂の量をSS値(5ppm、10ppm)30分後の水平拡散面積(平均 $4,000\text{ m}^2$)水深200mとして試算すると4トン～8トンが浮遊砂量となり土砂捨量の0.48%～0.94%にあたる。

7. BT観測結果を図5表2に示した。観測期間中の水温は表面が $26.6 \sim 27.0^\circ\text{C}$ 、50m層 $25.7 \sim 26.9^\circ\text{C}$ 、100m層 $22.0 \sim 23.5^\circ\text{C}$ 、200m層 $17.6 \sim 19.4^\circ\text{C}$ を示した。土砂捨位置の第1躍層は50～72m第2躍層は100～120mに弱くみられた。風向は北～北東風速は $7\frac{\text{m}}{\text{sec}} \sim 9\frac{\text{m}}{\text{sec}}$ であった。陸上ではNNE～NE $3 \sim 5\frac{\text{m}}{\text{sec}}$ (石垣气象台)であった。波向は風向に一致し波浪は風向と流向が向いあうため不規則な形状を示した。波高は船上目測で1～1.5m程度。

8. 石垣港工務所の計画によると土砂捨面積は $2\text{ km} \times 2\text{ km}$ である。当該海域の流速、水平拡散状況から検討すると海面においては2～3時間後にはほぼ原状に回復すること、最強0.8ノットであるから浮遊砂は2,900m～4,400m移流する。従って影響の及ぶ範囲は土砂投棄地点から北東～東に3～4kmの長楕円形となる。なお土運船による土砂捨作業は連続して行うのではなく少くとも、3時間以上の間隔を持つことが望ましいし、既存の潮流資料を総合すると複雑な動きが考えられるので現在の投棄位置は厳守すべきである。

9. 水産統計からみると八重山一円では年間8,286トン12億円余の漁業生産があり県全体の13%を占める。統計からみるとカツオ一本釣が86%を占め主幹漁業で、一本釣曳縄採貝採草と多種多様の漁業が沿岸沖合域で盛んに行なわれており今後も浮魚類底魚類とも資源面から発展の余地が残されている。(表6、図7)今回の土砂捨位置からみて隣接する漁場としては曳縄と底魚一本釣漁場がある。

ここで浚渫土砂の海洋投棄に対する考え方として水産の立場から検討したい。

浚渫が予定されている竹富南航路の土砂は毒性のない単なる砂礫である。(表5)このような毒性のない無機物の海洋投棄については投棄地点、方法、投棄量の制限を加えて一応の許容が水産の側からなされている。(都市産業廃棄物の海洋投棄について46年6月水産資源保護協会)毒性のない砂泥による生物の影響を列記すると

①砂泥の懸濁による透明度の低下をもたらす光合成の阻害、即ち第一次基礎生産力の低下、②魚類の嫌気行動、③間接的に卵稚仔の生残率の低下が考えられる。

今回の調査結果から浮遊砂量が投棄量の0.48～0.94%であること。潮流が北東向～東向で

向岸流がみられないこと。投棄海域が750m~980mの深海であること。これらのことから隣接する曳縄漁場、底魚一本釣漁場に対する影響は少ないものと思われる。

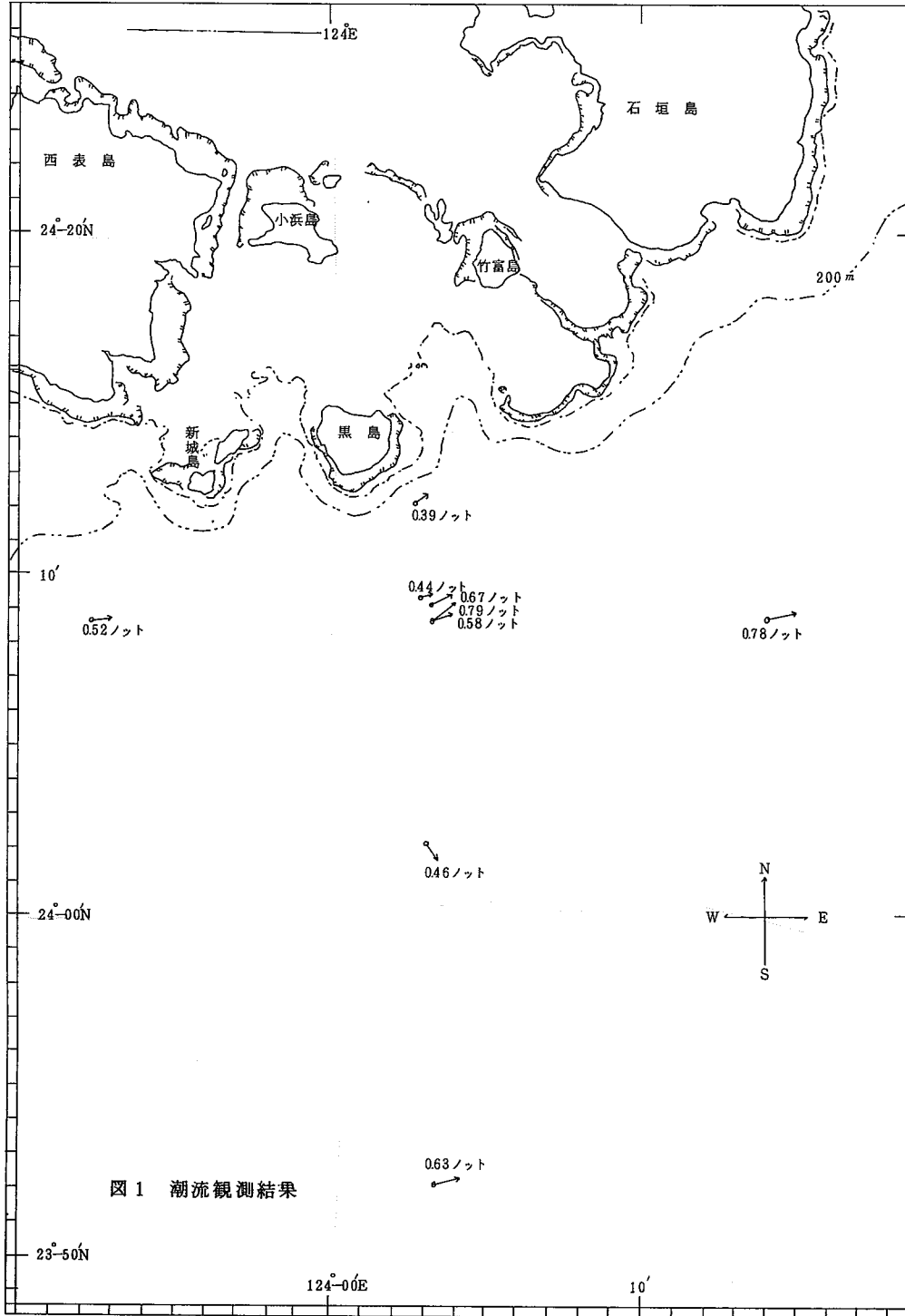
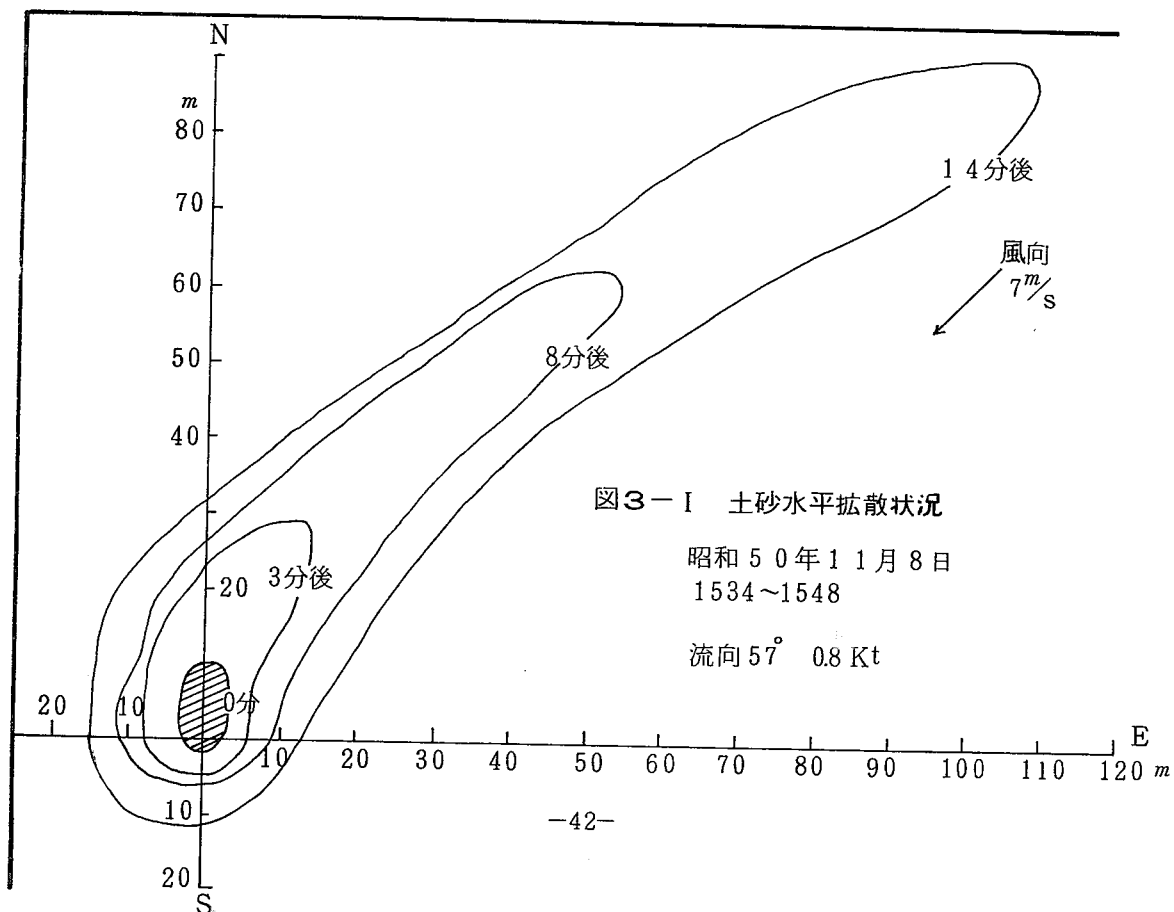
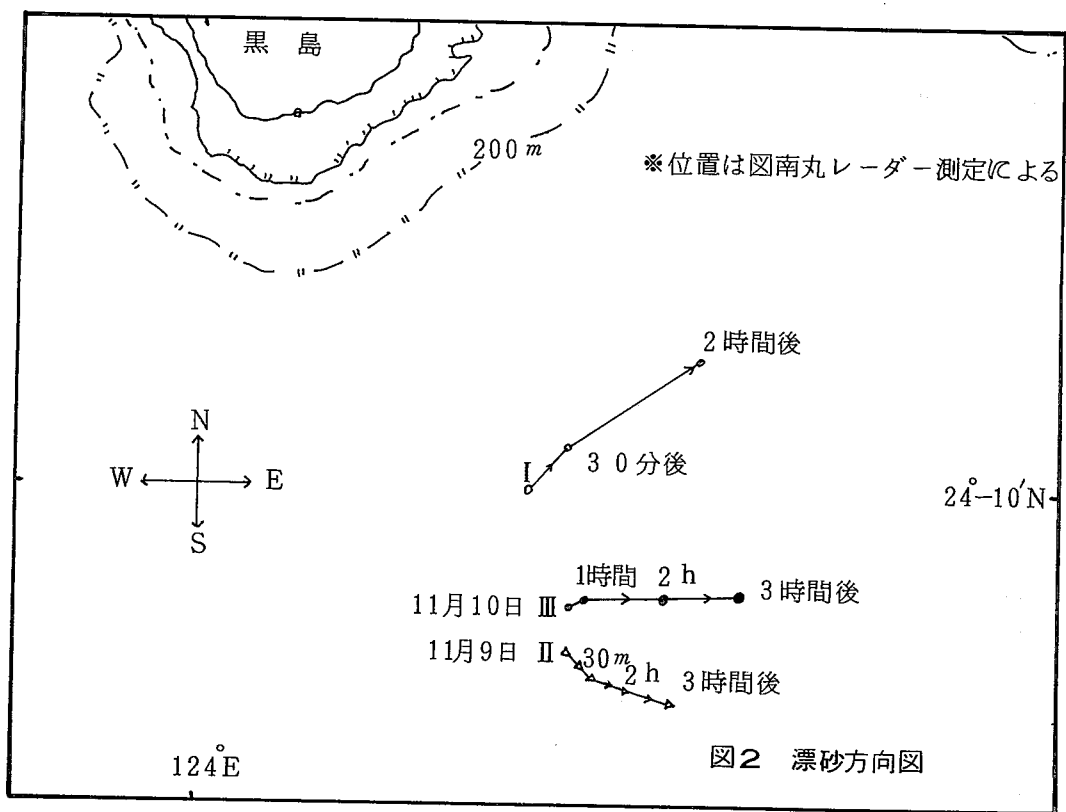


図1 潮流観測結果



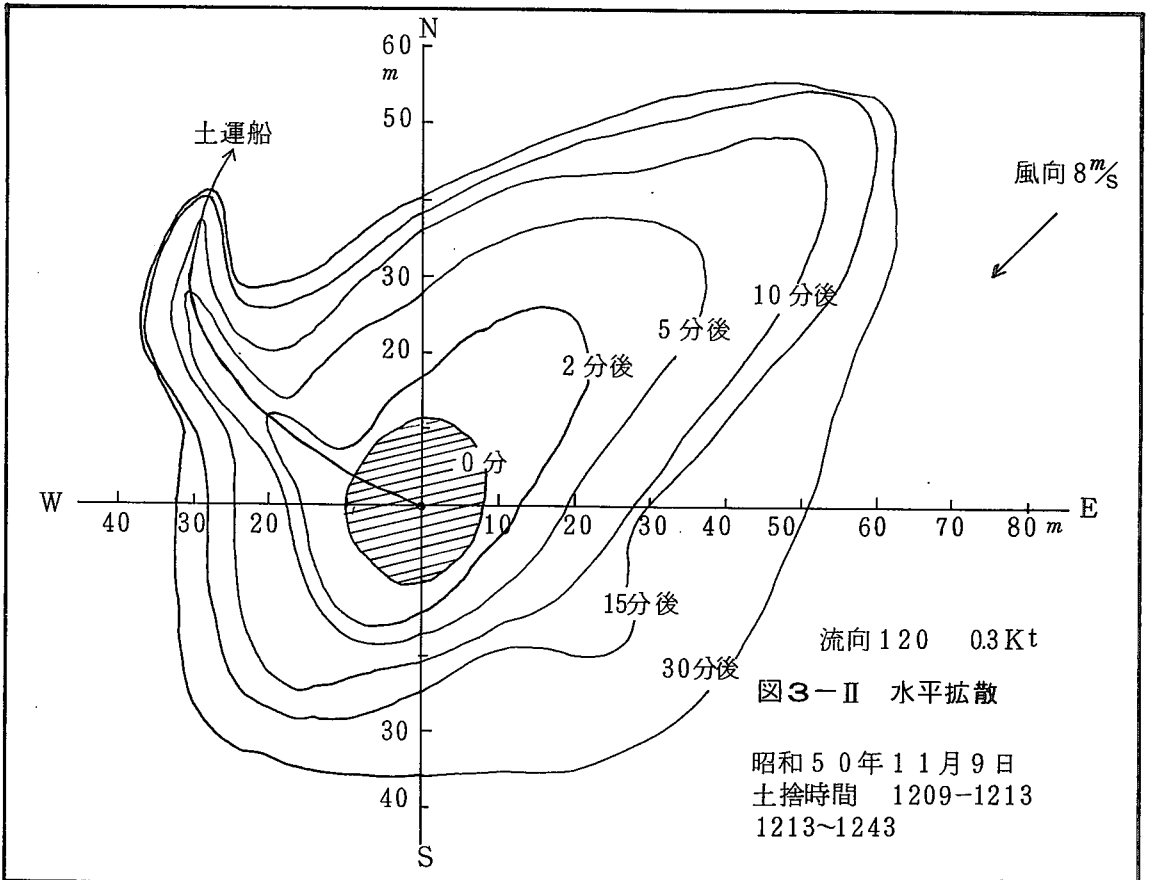


図3-II 水平拡散

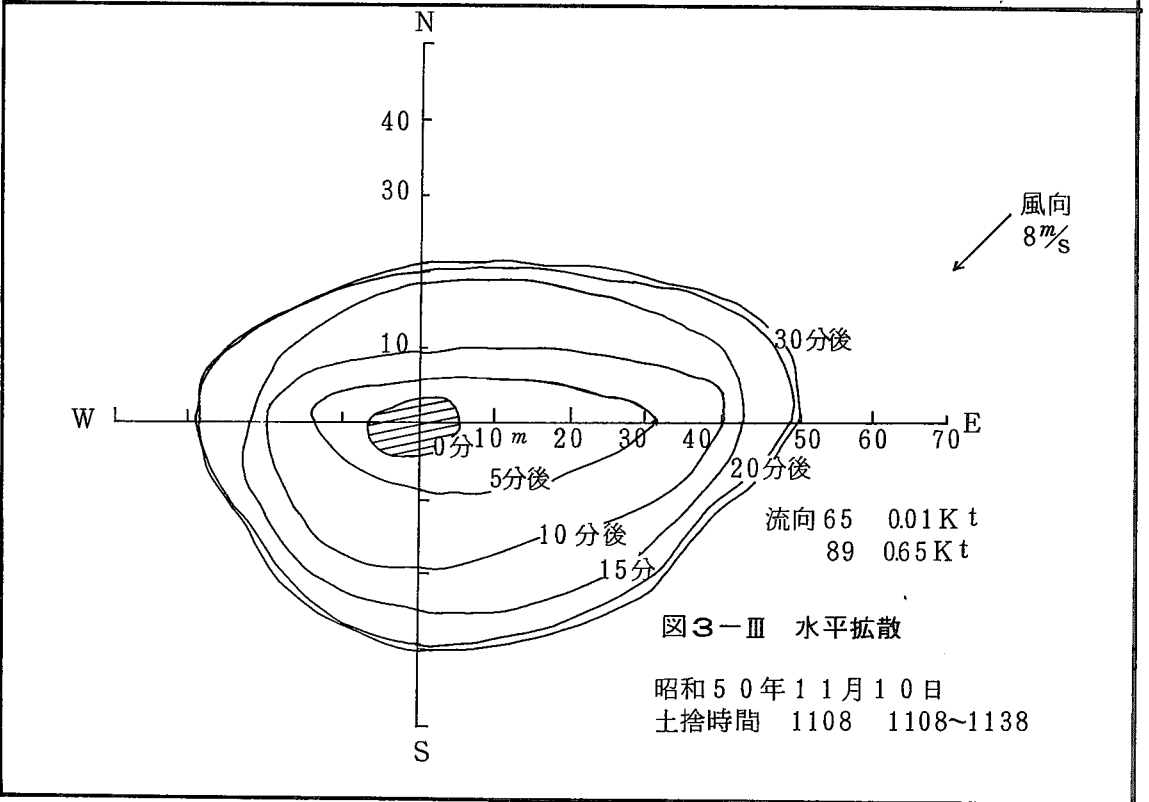


図3-III 水平拡散

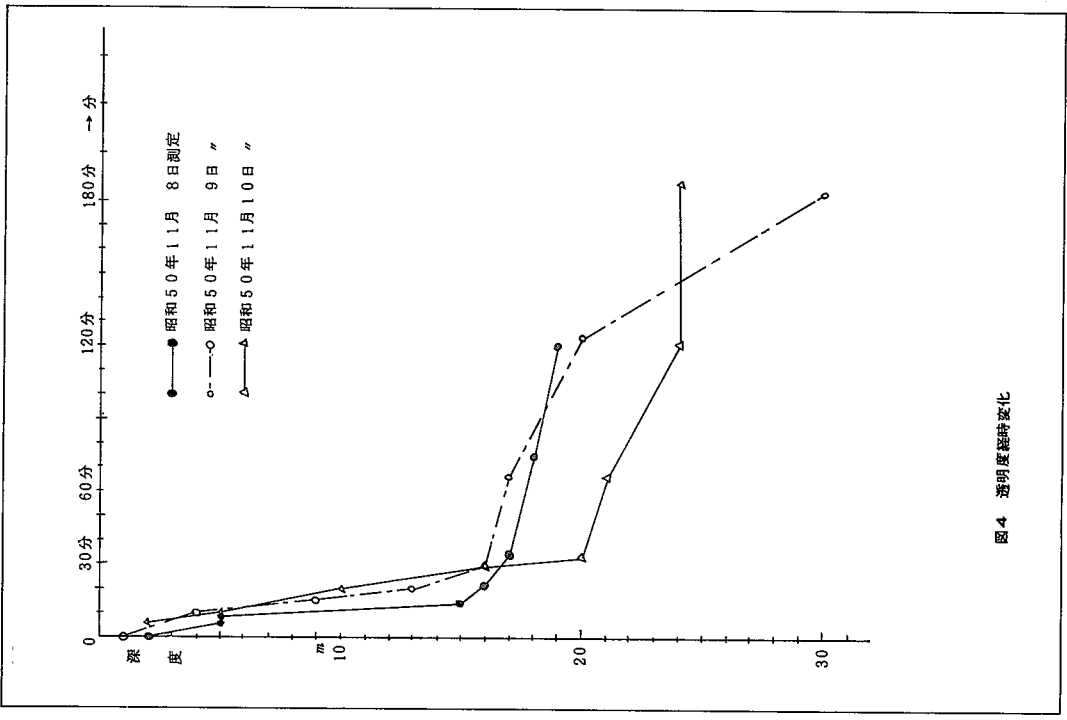


図4 透明度経時変化

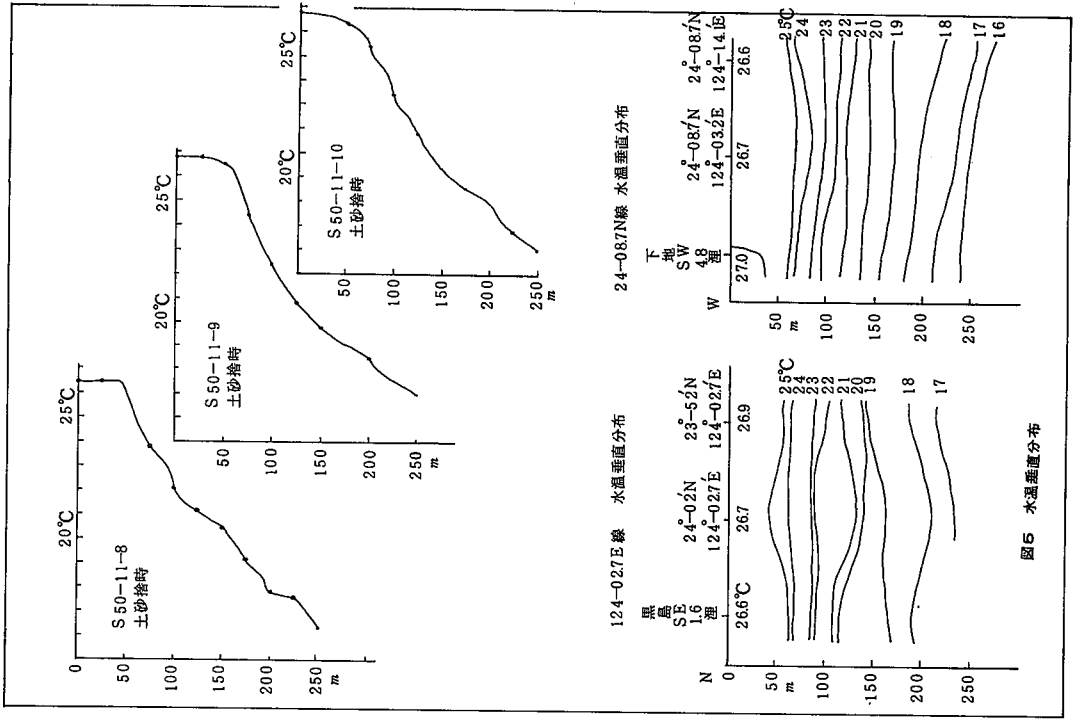


図5 水温垂直分布

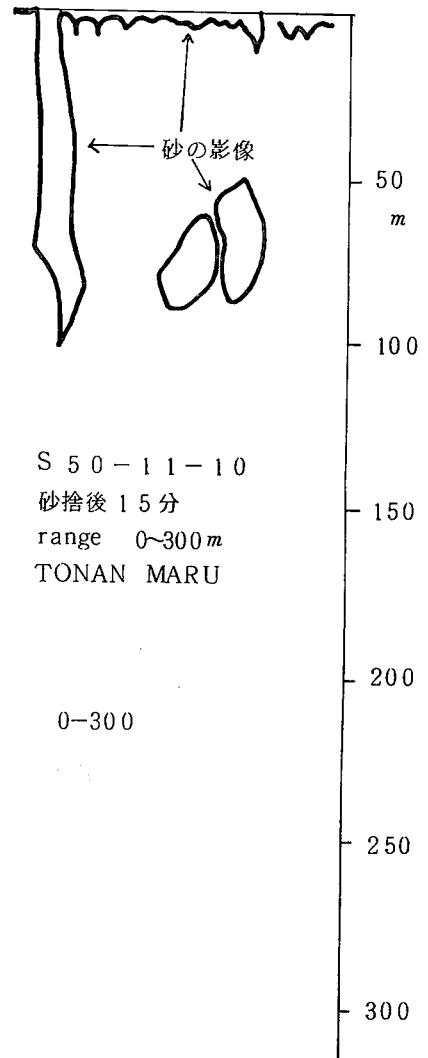
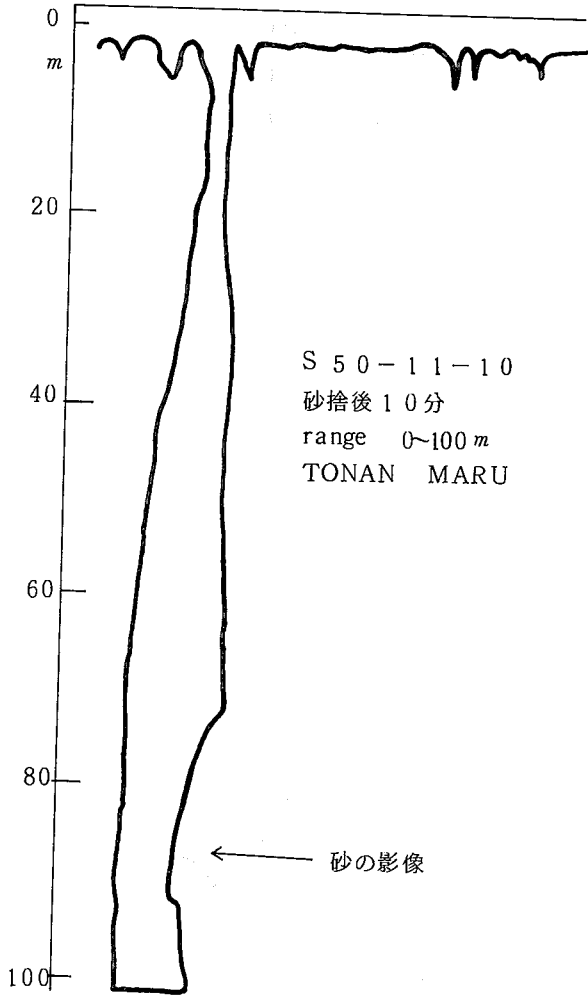


図6 魚群探知機記録図

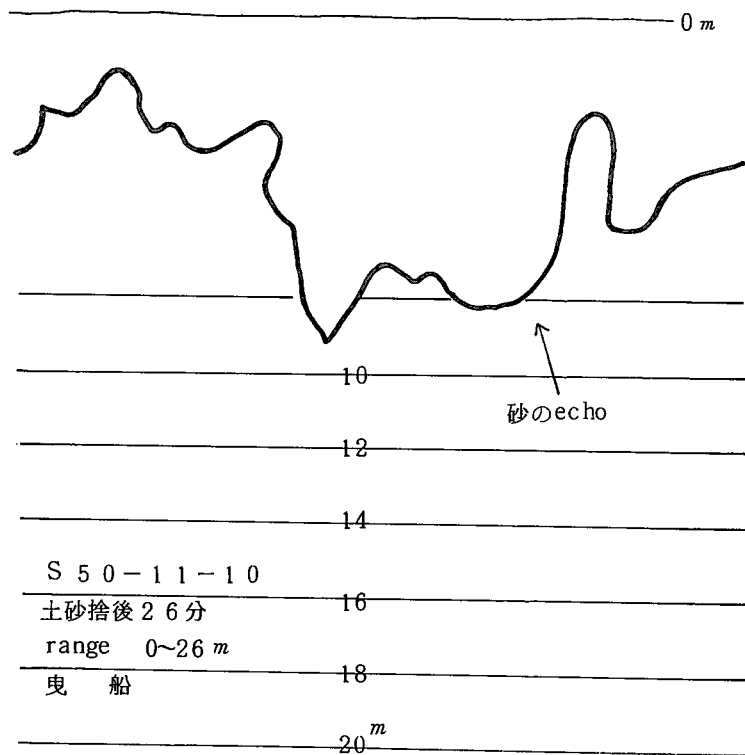
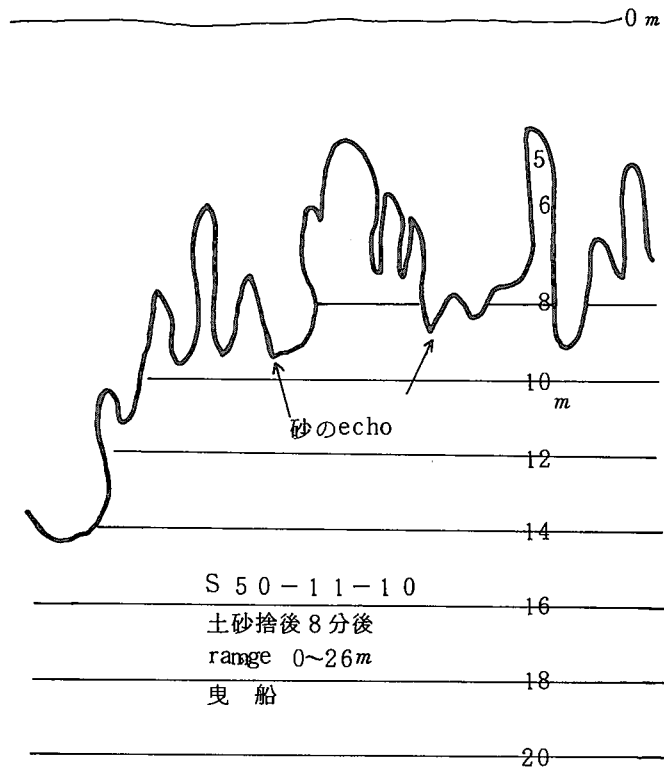


図7-2 石垣浅海漁場図

資料：石垣市役所

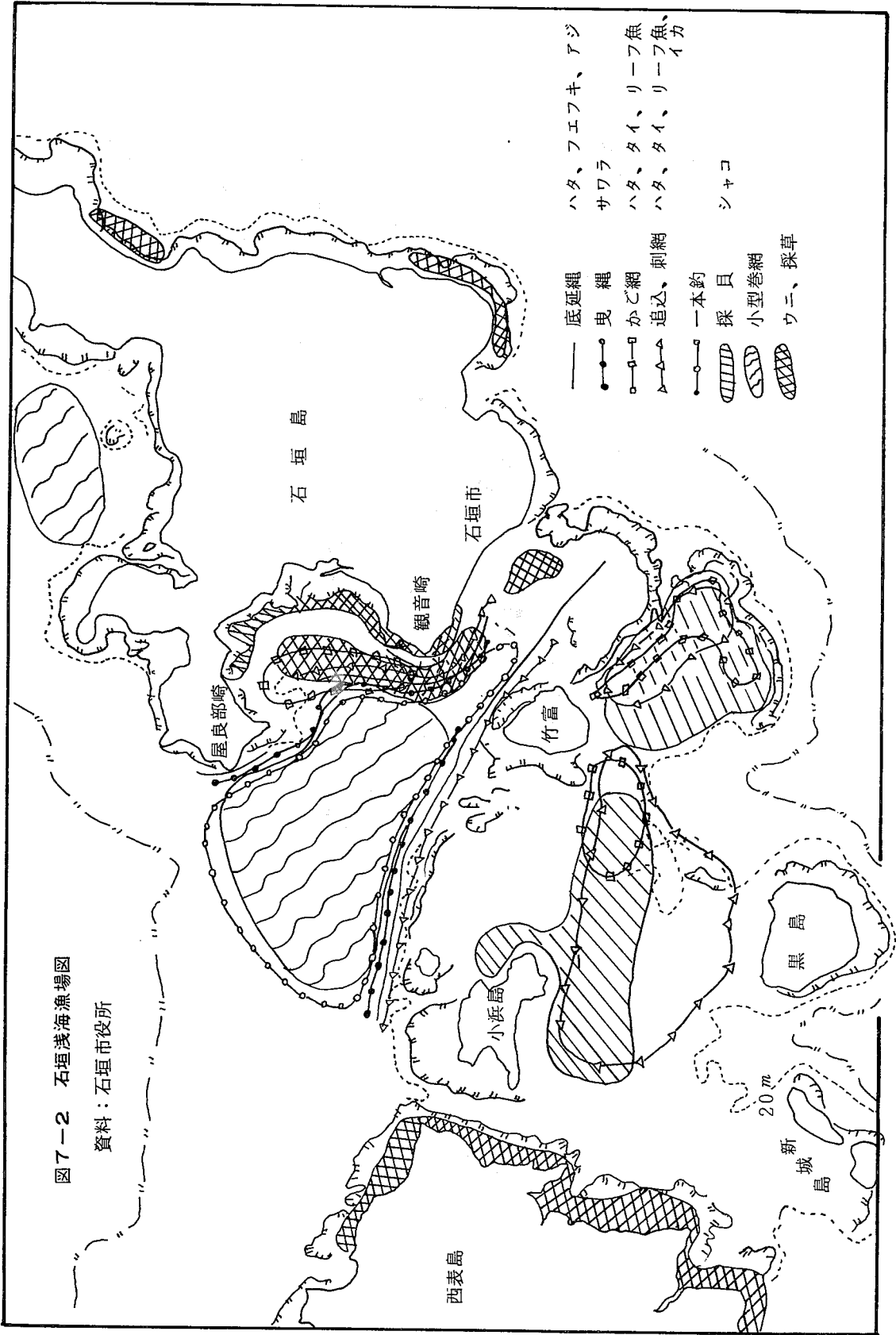


表 I-1 潮流観測結果表

観測期間 昭和50年11月8日～11月10日

海 域 八重山黒島沖合

観測器機 電磁海流計(G・E・K)理研一本地郷製

番号	月 日	時 間	位 置	潮 流		備 考
				流向	流 速	
※1	11-8	1439-1524	24°-10' N 124°-02.8'E	84°	0.442 Kt	下げ潮時
2	11-8	1845-1910	24°-12' N 124°-02.7'E	54°	0.39 Kt	上げ潮時
3	11-8	2023-2047	24°-02' N 124°-02.7'E	146°	0.468 Kt	上げ潮時
4	11-8	2153-2217	24°-52' N 124°-02.7'E	75°	0.637 Kt	高潮時
※5	11-9	1037-1100	24°-08.7'N 124°-03.2'E	65°	0.585 Kt	上げ潮時
6	11-9	1649-1713	24°-08.7'N 124°-14.1'E	76°	0.78 Kt	低潮時
7	11-9	1812-1836	24°-08.7'N 124°-03.2'E	54°	0.793 Kt	上げ潮時
8	11-9	1943-2007	24°-08.7'N 124°-52.3'E	84°	0.52 Kt	上げ潮時
※9	11-10	1004-1029	24°-09.1'N 124°-03.2'E	65°	0.676 Kt	上げ潮時

※ 土砂捨前観測結果

※ 観測は図南丸(216.09トン 1000馬力)が実施

表 I-2 漂砂による潮流観測結果表

番号	月 日	土砂捨時間	土砂捨量	潮 時	漂 砂		風向風力	土砂捨位置	2時間後位置
					方向	速度			
I	11-8	1530-1534	500m ³	1606 低潮時後 上げ潮	57°	0.8Kt	NE 7m/s	24°-10' N 124°-02.8'E	24°-11' N 124°-04.3'E
II	11-9	1209-1213	500m ³	1155 高潮時後 下げ潮	120°	0.3Kt	NE 8m/s	24°-08.7'N 124°-03.2'E	24°-08.4'N 124°-03.7'E
III	11-10	1108	500m ³	1306 高潮時後 下げ潮	65° 89°	0.012 0.65	NE 8m/s	24°-09.1'N 124°-03.2'E	24°-09.2'N 124°-04' E

表2 B T観測結果表 調査海域 黒島沖合 期間 昭和50年11月8日~11月10日 船名 凶南丸

番号	年月日	時間	位置	水 温								象				気 象							
				0 m	10	20	30	50	75	100	150	200	250	表面塩分	海深	透視	流況	波高	風向	風力	気温	天気	気 圧
1	11-8	14-55	24°10' N	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	23.8	22.0	20.5	17.8	16.3	34.420	750	84	4-3	NE	7 m/S	-	☉	1016.0
		15-00	124°-02.8'E	26.7	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	24.0	22.6	20.8	18.0	16.1	34.408	-	16	-	-	-	☉	-
2	11-8	16-13	24°10.4' N	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	25.3	23.5	20.1	18.0	16.6	34.447	-	19	-	NE	7 m/S	2.48	☉	1016.5
		16-18	124°-03.2'E	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	24.0	22.8	20.2	18.8	-	34.438	-	54	4-3	NE	8 m/S	2.48	☉	1017.0
3	11-8	17-50	24°11' N	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	24.2	22.8	20.9	19.4	17.6	34.214	-	146	4-3	NE	7 m/S	2.48	☉	1017.5
		17-55	124°-04.3'E	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	24.8	23.0	19.9	18.5	17.0	34.001	-	0.637	4-3	NE	9 m/S	25.0	☉	1017.5
4	11-8	18-35	24°12' N	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.3	22.2	19.8	18.4	17.0	34.343	980	16	-	NE	7 m/S	2.68	☉	1017.0
		18-40	124°-02.7'E	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.0	23.0	20.0	18.0	16.5	34.324	-	20	-	N	7 m/S	27.2	☉	-
5	11-8	20-15	24°02' N	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	25.2	23.4	20.1	18.0	16.5	34.283	-	30	-	N	7 m/S	26.5	☉	1015.5
		20-20	124°-02.7'E	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	24.6	23.0	20.6	19.0	17.0	34.229	-	76	4-3	NE	7 m/S	25.2	☉	1016.0
6	11-8	21-40	24°52' N	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	24.7	22.5	20.5	18.6	16.6	34.091	-	84	4-2	NE	8 m/S	2.40	☉	1017.0
		21-50	124°-02.7'E	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	24.7	22.5	20.5	18.6	16.6	34.091	-	0.52	4-3	NE	9 m/S	25.2	☉	-
7	11-9	13-10	24°08.6' N	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	25.4	23.3	20.3	18.9	17.0	34.079	900	20	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0
		13-15	124°-03.3'E	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.6	22.6	19.6	18.0	16.6	34.064	-	24	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0
8	11-9	14-25	24°08.4' N	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.6	22.6	19.6	18.0	16.6	34.064	-	24	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0
		14-30	124°-03.7'E	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.6	22.6	19.6	18.0	16.6	34.064	-	24	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0
9	11-9	15-35	24°08.3' N	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.6	22.6	19.6	18.0	16.6	34.064	-	24	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0
		15-40	124°-04.1'E	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	24.6	23.0	20.6	19.0	17.0	34.229	-	0.78	4-3	NE	7 m/S	25.2	☉	1016.0
10	11-9	16-40	24°08.7' N	26.7	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	25.0	23.0	20.6	18.9	16.8	34.270	-	54	4-3	N	8 m/S	25.0	☉	1016.0
		16-45	124°-14.1'E	26.7	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	24.7	22.5	20.5	18.6	16.6	34.091	-	0.793	4-3	N	8 m/S	25.0	☉	1016.0
11	11-9	18-05	24°08.7' N	27.0	27.0	27.0	26.9	26.1	24.7	22.5	20.5	18.6	16.6	34.091	-	84	4-2	NE	8 m/S	2.40	☉	1017.0	
		18-10	124°-03.2'E	26.8	26.7	26.7	26.7	26.4	25.4	23.3	20.3	18.9	17.0	34.079	900	20	-	NE	9 m/S	25.2	☉	-	
12	11-9	19-35	24°08.7' N	26.8	26.7	26.7	26.7	26.4	25.4	23.3	20.3	18.9	17.0	34.079	900	20	-	NE	9 m/S	25.2	☉	-	
		19-40	124°-52.3'E	26.8	26.8	26.8	26.8	26.1	24.6	22.6	19.6	18.0	16.6	34.064	-	24	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0	
13	11-10	12-10	24°09.1' N	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.6	22.6	19.6	18.0	16.6	34.064	-	24	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0
		12-15	124°-03.2'E	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.6	22.6	19.6	18.0	16.6	34.064	-	24	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0
14	11-10	13-40	24°09.2' N	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.6	22.6	19.6	18.0	16.6	34.064	-	24	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0
		13-45	124°-04' E	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.6	22.6	19.6	18.0	16.6	34.064	-	24	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0
15	11-10	14-30	24°09.1' N	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.6	22.6	19.6	18.0	16.6	34.064	-	24	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0
		14-35	124°-04.6'E	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	24.6	22.6	19.6	18.0	16.6	34.064	-	24	-	ENE	8 m/S	26.0	☉	1016.0

表一三 透明度観測結果表

昭和50年11月8日			昭和50年11月9日			昭和50年11月10日			
土砂捨量 500 m ³ ÷ 1,000 屯			土砂捨量 500 m ³ ÷ 1,000 屯			土砂捨量 500 m ³ ÷ 1,000 屯			
土砂捨時間 15:30~15:34			土砂捨時間 12:09~12:13			土砂捨時間 11:08			
時間	土砂捨後 経過時間	透明度	備	考	時間	土砂捨後 経過時間	透明度	備	考
15-34	0 分後	2 m	土砂捨前の透明度 は19 m	土砂捨前の透明度	11-08	0 分後	m	土砂捨前の透明度 は24 m	
15-38	4 "	5 "	天気 ◎		11-13	5 "	"	天気 ◎	
15-42	8 "	5 "	風向 NE	天気 ○	11-18	10 "	5 "	風向 NE	
15-48	14 "	15 "	風速 7 m/sec	風速 8 m/sec	11-28	20 "	10 "	風速 8 m/sec	
15-55	21 "	16 "			11-38	30 "	16 "		
16-19	34 "	17 "			11-45	37 "	20 "		
16-49	75 "	18 "			12-15	67 "	21 "		
17-34	120 "	19 "			13-20	122 "	24 "		
					14-15	187 "	24 "		

表一4 SS (浮遊懸濁物) 分析結果表

分析担当：島袋 指導：田場典秀
 方法：0.45μミリポアフィルター使用 単位：ppm

年月日	S 50-11-8	S 50-11-8	S 50-11-8	S 50-11-9	S 50-11-9	S 50-11-9	S 50-11-10	S 50-11-10	S 50-11-10
StationNo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
位置	24°-10' N 124°-02.8'E	24°-10.4' N 124°-03.2'E	24°-11' N 124°-04.3'E	24°-08.6' N 124°-03.3'E	24°-08.4' N 124°-03.7'E	24°-08.3' N 124°-04.1'E	24°-09.1' N 124°-03.3'E	24°-09.2' N 124°-04' E	24°-09.1' N 124°-04.6'E
時間	1500-1525	1620-1650	1725-1745	1250-1305	1410-1435	1500-1530	1140-1205	1310-1335	1410-1430
土砂捨て後経過時間	-	30分後	120分後	30分後	120分後	180分後	30分後	120分後	180分後
0 m	0.10 ppm	0.33 ppm	0.29 ppm	0.98 ppm	-	3.7 ppm	-	1.69 ppm	0.79 ppm
50 m	0.10	-	0.68	-	-	-	-	6.93	7.16
100 m	-	-	1.24	-	-	-	-	4.98	4.20
150 m	1.20	-	-	-	0.34 ppm	-	0.59 ppm	5.37	7.78
200 m	-	0.43	4.10	-	-	-	-	5.56	5.33
備考	土砂捨て前に採水した								
備	※ S.S が0.04 ppm以下は痕跡程度であるとしてNoneとした。								

表5 土砂分析結果表

5-1) 粒度組成表

ふる目 項目	73,360	3,360~1,000	1,000~0,500	0,500~0,210	0,210~0,053	0,053>	計
乾重量 g	43.57	78.19	63.52	75.10	62.92	44.41	367.71g
%	11.85	21.27	17.27	20.42	17.11	12.08	100%

5-2) 砂礫組成

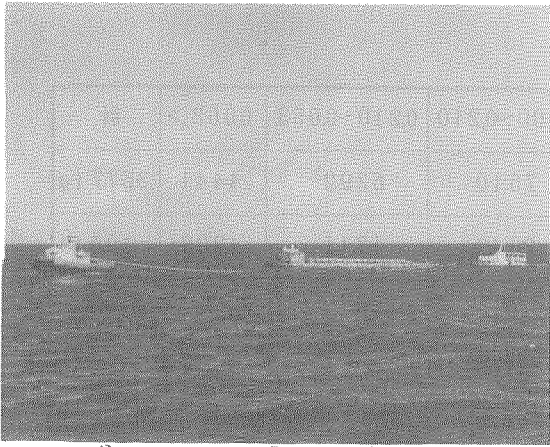
検量 164837g
 砂 1,042.18g(63.22%)
 礫 606.19g(36.78%)
 含水量 14.2%~18.1% 平均 16.2%
 棒状のミドリイシ類死片

表6 八重山水産統計 昭和48年

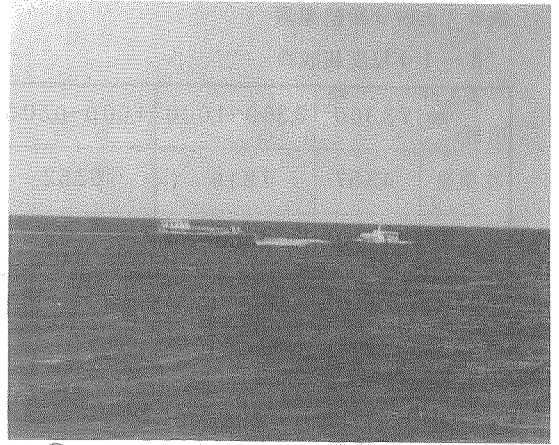
	経営体数	従事者数	漁船数	漁業生産		備考
				漁獲量(屯)	金額(千円)	
石垣	321体	460名	281隻	8,286	1,235,985	
竹富	176	277	97	847	166,716	
与那国	56	80	60	266	75,313	
八重山計	553体	817名	438隻	9,399屯	1,478,014千円	
県合計に 対する割合	12.74%	11.77%	12.96%	13.29%	9.70%	

漁業 種類	近海											
	かつお 1本釣	まき網	敷網	刺網	追込 み網	建干網	いか 釣り	底魚 1本 釣り	ひき網	採貝	採草	その 他の 漁業
漁獲量 トン	7,133	150	7	124	105	2	70	428	259	156	506	459
百万円 金額	823.2	22.5	1.6	36.3	27.5	0.7	34.7	224.5	74.2	13.2	49.0	137.0

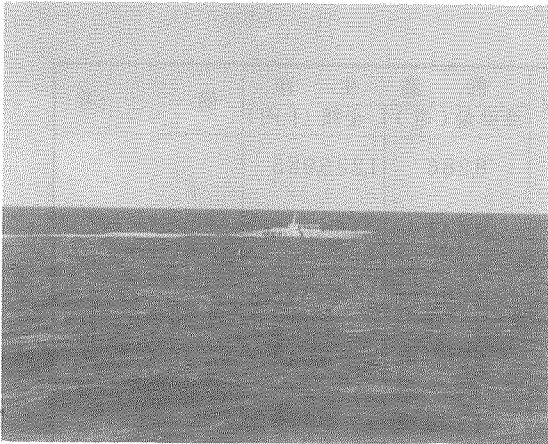
※ 資料 第3次沖縄農林水産統計年報 1973-1974 沖縄総合事務局農林水産部



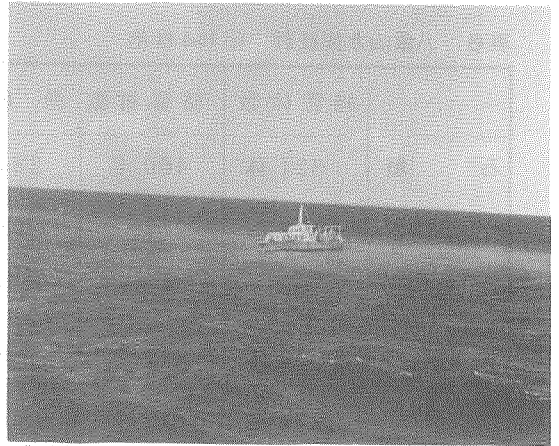
S60.1.1.9 ① 土運船曳航中



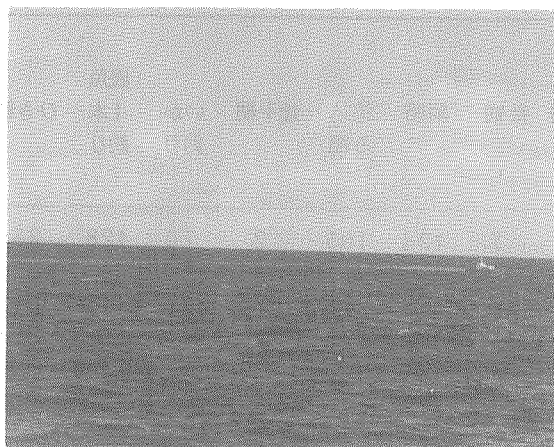
② 土砂投入



③ 投入後10分



④ 投入後15分



⑤ 投入後30分