

羽地内海とその周辺海域における赤土流出状況および養殖場環境のモニタリング (漁業公害対策指導事業)

水産海洋技術センター本部駐在 上原匡人

1. 目的および経緯

沖縄島北西部に位置する羽地内海は、面積約 10 km²、最大水深 10 m の内湾的特性をもつ生産力の高い海域で、これまでに、この海域の特性を生かした養殖の取り組みが行われてきた。現在、羽地内海では、ハマフエフキやマダイなど魚類養殖をはじめ、海ぶどう養殖、ヒトエグサ養殖が行われている。一方、羽地内海は閉鎖性が高いことから、海水の出入りが少なく、主に陸域等からの汚濁物質が内部に蓄積しやすい海域となっている。そのため、閉鎖性の指標となる閉鎖度指数は 2.01 と 1 以上と高く、羽地内海でも他の閉鎖性海域と同様な海域の富栄養化の防止を図るための排出規制（窒素・リン）が実施されている。また、閉鎖性が高い羽地内海は、しばしば土地改良事業に起因する赤土や豚舎等からの汚水の流入、養殖に伴う残餌や糞尿等の蓄積などが懸念されており、沖縄県水産海洋技術センターでは、羽地内海全域の赤土のモニタリングと運天原周辺の水質と底質のモニタリングを継続してきた。今年度も昨年度同様に、モニタリングを行ったので、その結果について報告する。

2. 方法

(1) 底質中懸濁物質含有量 (SPSS) 簡易測定

赤土サンプルの採集は、原則として年 4 回、大潮の干潮時に、羽地内海周辺海域に設定した 6 定点（上運天、前垣、饒平名、湧川、呉我、羽地大川河口）と屋部および津波（A・B）に設定した 3 定点の計 9 定点で行った（吉田，2015）。得られたサンプルは、後日、SPSS 簡易測定法により値を求め、汚染度ランクを決定した。

(2) 養殖場環境の調査

水質と底質の調査は、平成 27 年 9 月 24 日と平成 28 年 2 月 25 日の年 2 回実施した。水質の測定は、水質計（ハイドロラボ社製）を用いて 9 定点で行い（吉田，2015）、測定項目を水温、塩分、溶存酸素量 (DO)、pH の 4 項目とした。また、底質の採集は、エクマンバージ式採泥器を用いて 4 定点で行った。採集した底質サンプルは、事務所に持ち帰り、全硫化物の測定まで冷凍保存した。全硫化物の測定は、検知管式体測定器（カステック社製）を用い、常法に従った。

3. 結果と考察

(1) 赤土の流出状況

羽地内海および周辺海域に設定した 9 定点の汚染度ランクを表 1 に示す。羽地内海では、汚染度ランクが冬季にやや改善される傾向が認められたが、その変動範囲は 6~8 であり、周年を通して 6 以上であった。大見謝（2003）によれば、ランク 6 以上は、明らかに人為的な赤土等の流出による汚染がある地点と位置づけられている。過去 6 年のモニタリングの結果（中村，2011；吉田，2012，2013，2014，2015）と比較すると、上運天、湧川、呉我では年間の変動幅に大きな違いは認められなかったが、饒平名や前垣では 6~7、羽地大川では 5a~7 と過去のランクが今回の結果よりもやや低い傾向を示した。このことは、羽地内海の汚染度ランクが進行していることを示しており、近年、赤土等の流出が増加している可能性を暗示している。一方、津波と屋部では季節的な変動は認められず、津波では 5a あるいは 5 b、屋部では 8 であった。屋部が周年を通して高い汚染度ランクを示すことは、調査を始めた平成 23 年度からほとんど変化がない。現在も続いている工事に起因すると

考えられるが、詳細は不明であり、今後も動向を注視する必要がある。羽地内海、津波や屋部の周辺海域では、刺網、潜水器、一本釣り、延縄、小型定置網など各漁業の漁場となっている。近年、懸濁物質は粒径により魚への影響が異なり、粗い粒径（75～250 μm）では、物理的に鰓を損傷させること、小さい粒径（75 μm）では鰓の膜を通過し、鰓組織の隙間に入り込むことにより粘液の分泌が誘発され、周囲の水から血液への酸素輸送速度を低下させることが報告されている（Staub, 2000）。一般に、沖縄の赤土の粒径は 20 μm 以下であることから、後者による魚への影響が強く危惧される。また、ヒメジャコやタカセガイの初期幼生への赤土の影響を調べた研究では、赤土濃度が高いほど、生残率の低下が報告されている（玉城・内藤, 1995）。このように、赤土のような懸濁物質が水産生物に与える影響が報告されていることから、近年、増加したと考えられる赤土流出の要因を明らかにし、その防止策を講じることが急務である。

（2）養殖場環境のモニタリング

観測時の環境条件は、沖縄気象台のホームページ (<http://www.jma-net.go.jp/okinawa/>) の気象統計情報より名護の観測値として採用した。平成 27 年 9 月 24 日の観測（以下、夏季）は、天候が晴れ、測定時の平均風速が 4.4～5.7 m/s、風向が北西および北北西であった。また、平成 28 年 2 月 25 日（以下、冬季）は、天候が曇り、測定時の平均風速 6.1～7.1 m/s が、風向が北および北北東であった。

各定点における観測時間、気温、水深および透明度を表 2 に、観測結果を表 3 にそれぞれ示す。透明度は、運天原水路の外海側（St. 1）から内海側（St. 9）にかけて低くなる傾向を示した。一方、各定点の塩分や pH については、観測時期による大きな違いは認められなかったが、DO については冬季の値（7.53–8.10）が、夏季の値（6.27–7.14）よりも高い傾向を示した。一般に、魚介類が良好な状態を保つためには、DO が 5 mg/l 以上が望ましいとされており、2005 年版の日本水産資源協会の水産用水基準では 6

mg/l 以上とされているが、いずれの時期も 6 mg/l 以上であった。

羽地内海の運天原水路における全硫化物量の測定結果を表 4 に示す。全硫化物量は、夏季よりも冬季に小さくなる傾向を示した。また、夏・冬季ともに養殖場のある St. 4 で最も高い値を示した。前述の水産用水基準では、「海域では、軟泥として硫化物 0.2 mg/g 以下であること」となっているが、冬季の St. 9 を除いてこの基準を大きく上回っていた。同様の調査を始めた平成 23 年度以降と比較しても高い値を示していることから、各養殖場の給餌に起因すると考えられるが、詳細は不明である。さらなる調査と経過のモニタリングが不可欠である。

最後に、本調査を行うに際し、羽地漁協の仲宗根勉氏と仲松 潤氏の協力を得た。記して謝意を表す。

4. 引用文献

- 吉田 聰（2015）本島北部域における赤土流出汚染状況調査. 平成 26 年度水産業改良普及活動実績報告書, 35–41.
- 吉田 聰（2014）沖縄本島北部域における赤土流出汚染状況調査. 平成 25 年度水産業改良普及活動実績報告書, 35–41.
- 吉田 聰（2013）沖縄本島北部域における赤土流出汚染状況調査. 平成 24 年度水産業改良普及活動実績報告書, 35–48.
- 吉田 聰（2012）沖縄本島北部域における赤土流出汚染状況調査. 平成 23 年度水産業改良普及活動実績報告書, 39–46.
- 中村勇次（2011）沖縄本島北部域における赤土流出汚染状況調査. 平成 22 年度水産業改良普及活動実績報告書, 44–46.
- 大見謝辰男（2003）SPSS 簡易測定法とその解説. 沖縄県衛生環境研究所報, 37 : 99–104.
- Staub E (2000) Effects of sediment flushing on fish and invertebrates in Swiss Alpine River. International workshop and symposium on reservoir sedimentation management. 185–194.

表 1 羽地内海およびその周辺海域の各定点での汚染度の推移

	羽地内海						周辺海域	
	上運天	湧川	饒平名	前垣	呉我	羽地大川	津波	屋部
5月27日(金)	8	8	7	7	7	7	5	8
8月26日(金)	8	8	7	6	7	7	5	8
11月25日(金)	8	8	6	6	6	7	5	8
2月10日(金)	8	7	6	6	8	6	5	8

※汚染度ランクは、大見謝（2003）に従った。

表 2 羽地内海の各定点における観測時間、気温、水深および透明度

定点	平成 27 年 9 月 24 日				平成 28 年 2 月 25 日			
	観測時刻	気温 (°C)	水深 (m)	透明度 (m)	観測時刻	気温 (°C)	水深 (m)	透明度 (m)
St .1	13:51	28.5	12.2	7.5	13:48	15.0	11.4	5.5
St .2	13:59	29.5	13.2	7.5	14:03	14.8	11.7	4.5
St .3	14:07	30.5	17.0	4.0	14:14	14.7	15.9	3.7
St .4	14:12	30.5	17.5	3.5	14:21	14.8	16.2	3.4
St .5	14:17	28.5	18.1	4.0	14:28	15.0	16.6	5.3
St .6	14:27	29.2	19.7	4.0	14:39	14.8	18.9	2.7
St .7	14:33	28.0	24.0	3.5	14:46	15.0	25.9	2.2
St .8	14:38	30.2	25.4	3.5	14:54	15.0	19.1	2.8
St .9	14:49	29.5	11.0	3.0	15:06	16.0	9.8	1.9

表3 羽地内海の各定点における観測結果

定点	平成27年9月24日					平成28年2月25日			
	水深 (m)	水温 (°C)	塩分 (ppt)	DO (mg/L)	pH	水温 (°C)	塩分 (ppt)	DO (mg/L)	pH
1	0.5	28.7	35.27	7.16	7.95	19.5	35.32	7.60	7.18
	2.5	28.7	35.24	7.16	7.98	19.5	35.32	7.53	7.20
	5.0	28.7	35.24	7.13	8.03	19.6	35.34	7.53	7.22
	10.0	28.5	35.18	7.08	8.17	19.6	35.41	7.60	7.36
2	0.5	28.7	35.13	6.90	7.64	19.0	35.14	7.71	7.57
	2.5	28.6	35.12	6.95	7.65	19.1	35.04	7.73	7.59
	5.0	28.6	35.14	6.98	7.66	19.3	35.23	7.64	7.61
	10.0	28.4	35.11	6.97	7.70	19.6	35.34	7.64	7.63
3	0.5	28.4	34.99	6.67	7.98	19.1	34.9	7.79	7.74
	2.5	28.4	35.02	6.76	7.99	19.1	34.9	7.62	7.75
	5.0	28.4	35.01	6.84	8.00	19.0	35.0	7.60	7.78
	10.0	28.3	35.08	6.84	8.00	18.9	35.0	7.60	7.79
	15.0	28.2	35.07	6.80	7.99	19.1	35.1	7.60	7.80
4	0.5	28.7	34.89	6.62	7.90	18.4	34.7	7.64	7.95
	2.5	28.5	34.95	6.86	7.90	18.4	34.8	7.63	7.95
	5.0	28.3	35.00	6.82	7.91	18.4	34.7	7.67	7.94
	10.0	28.2	35.07	6.70	7.92	18.5	34.7	7.66	7.94
	15.0	28.1	35.11	6.59	7.92	18.5	34.8	7.67	7.93
5	0.5	28.6	34.96	6.77	7.94	18.3	34.8	7.81	7.94
	2.5	28.4	35.01	6.83	7.95	18.4	34.8	7.80	7.95
	5.0	28.3	35.05	6.77	7.96	18.5	34.8	7.75	7.96
	10.0	28.1	35.12	6.67	7.98	18.6	34.8	7.74	7.95
	15.0	28.1	35.14	6.61	7.99	18.7	34.9	7.69	7.96
6	0.5	28.4	35.01	6.57	8.15	17.8	34.5	8.01	7.97
	2.5	28.3	35.02	6.59	8.17	17.8	34.5	7.96	7.98
	5.0	28.3	35.02	6.63	8.17	17.9	34.6	7.92	7.98
	10.0	28.3	35.03	6.66	8.17	17.9	34.5	8.00	8.00
	15.0	28.2	35.07	6.66	8.16	17.9	34.5	8.02	8.00
7	0.5	28.3	35.02	6.56	8.12	17.9	34.5	7.91	8.00
	2.5	28.4	35.00	6.67	8.11	18.0	34.6	7.91	8.02
	5.0	28.3	35.06	6.82	8.11	18.0	34.6	7.93	8.02
	10.0	25.3	35.05	7.01	8.11	18.0	34.6	7.95	8.02
	15.0	28.2	35.07	7.12	8.09	18.0	34.6	7.89	8.02
	20.0	28.3	35.06	7.14	8.11	18.0	34.6	7.87	8.03
8	0.5	28.9	34.76	6.56	8.08	17.6	34.4	7.92	8.02
	2.5	28.3	35.00	6.79	8.09	17.7	34.4	8.07	8.04
	5.0	28.3	35.03	6.70	8.09	17.8	34.5	7.98	8.04
	10.0	28.3	35.03	6.58	8.11	17.7	34.5	7.95	8.04
	15.0	28.2	35.03	6.59	8.11	17.7	34.5	7.93	8.04
	20.0	28.2	35.05	6.56	8.11	-	-	-	-
9	0.5	28.4	34.99	6.58	8.14	17.2	34.1	8.07	8.01
	2.5	28.4	34.95	6.63	8.14	17.2	34.2	8.10	8.03
	5.0	28.3	35.00	6.62	8.15	17.2	34.2	8.02	8.04
	10.0	28.1	35.07	6.27	8.15	-	-	-	-

表4 羽地内海の運天原水路における全硫化物量 (mg/g)

	St. 2	St. 4	St. 8	St. 9
平成 27 年 9 月 24 日	0.83	2.02	0.80	0.52
平成 28 年 2 月 25 日	0.32	1.56	0.72	0.11