

「諫早湾干拓調整池からの物質負荷推定」研究成果報告書

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 濱田 孝治

1. 研究の経緯

諫早湾奥部は諫早湾干拓事業により調整池となり、淡水化されている。調整池からの排水は水位調節のため大潮時や大雨の前後に排水されており、諫早湾、有明海の海洋環境への影響についての地元の不安は大きい。

調整池の水質や調整池からの排水による海域への負荷について言及した資料としては、九州農政局(2003)、九州農政局諫早湾干拓事務所(2008)や佐々木ら(2003)などがある。特に佐々木ら(2003)は、排水時の COD 負荷について、海底からの再懸濁の影響が無視できないことを指摘している。しかし、栄養塩まで含む調整池から諫早湾への物質負荷の実態は明らかでない。そこで本研究では、排水のタイミングにあわせて採水調査を実施し、調整池からの排水による物質負荷を把握すること、また、それに対する再懸濁の影響を明らかにすることを試みた。

2. 方法

当初計画では、潮受堤防排水門沖に設置された農政局 S1 タワーに冷蔵庫付き自動採水器を設置して連続採水を行う予定であったが、タワーへの機器設置やサンプルの回収に困難が予想されたため計画を変更し、タワー位置に漁船を係留し人力で採水を実施することにした。また、当初は南部排水門を調査対象としていたが、排水量の大小や人員配置の容易さなどを考慮し、北部排水門(図 1)からの排水を対象として農水省 S1 タワー位置(図 2 Stn A)で採水を行うこととした。また、再懸濁の影響を評価するため調整池内(図 2 Stn B)でも採水を実施した。

調査は 2011 年 3 月 18 日に実施した。当日の調整池内外の水位を図 3 に、気象条件(長崎)を表 1 に示す。当日は 12 時 25 分から 14 時までの間に北部排水門から排水が行われた(佐賀県の排水予定情報配信メールによれば、予定排水量は約 90 万 m³であった)。これにあわせて Stn A に漁船を係留し、排水前に 1 回、Stn A への排水プリューム到達後に 5 回、排水終了後に 1 回、海面下 50cm の採水を行った。また、採水と同時に多項目水質計(JFE アドバンテック AAQ1183)を用いた鉛直方向測定を行った。さらに、海側の採水終了後 Stn B に赴き、採水を行った。採水作業のタイムテーブルを表 2 に示す。得られた採水サンプルに対し、表 3 に示す項目の水質分析を行った。

なお、これら採水および分析は株式会社西村商会に委託して実施した。

3. 結果と考察

図 4 に、多項目水質計によって得られた水温、塩分の時系列を記す。1 回目のサンプリ

ングは排水前、7回目の採水は排水終了後、8回目のサンプリングは調整池内である。排水前の塩分は31.33であった。排水開始後塩分は5.99まで低下し、排水終了と共に26.87まで回復した。また、調整池内の塩分は1.64と非常に低かった。このような経過をたどったことから、塩分は諫早湾内水と排水の混合の指標とみなせると考えられる。なお、排水の影響は水温にも現れたが調整池内の水温から予想される変化よりは小さかった。

図5～図6に、塩分とその他の水質項目についてのミキシングダイアグラムを示す(なお、検出限界以下の場合は0として表している)。溶存態窒素、溶存態有機炭素のグラフは右下がりの直線状となっていることから、調整池内のほうが高濃度であり、濃度の変化は海水による希釈で説明できると考えられる。再懸濁に伴う溶出や間隙水の影響は小さいものと考えられる。リン酸態リンについては、海域のほうが高濃度である点は異なるが、同様に海水による希釈で濃度変化を説明できる。全窒素、全リン、全有機炭素のグラフは溶存態窒素などと同様右下がりの直線状となっているが、排水終了後の点は上方に、調整池内の点は下方にずれた位置にある。懸濁物質濃度のグラフについて同様の傾向が見られることから、これらの項目については再懸濁による海底からの負荷の影響が現れていると考えられる。三態窒素については調整池内外を問わずほとんど存在していなかったため、上記のような考察はできなかった。溶存態リン濃度は全て0.02～0.025mg L⁻¹程度とあまり変化がなかったため、海水による希釈や再懸濁の影響についてはよくわからないが、たとえば数値シミュレーションを実施する場合、調整池内の水質をそのまま流入条件として使用しても問題はなさそうである。

懸濁物質濃度は、排水前は16.27mg L⁻¹、調整池内では39.86mg L⁻¹であったにもかかわらず、排水に伴って92.26mg L⁻¹まで上昇していた。このような懸濁物質濃度や濁度の変化は海水による排水の希釈では説明できない。排水操作中に活発に再懸濁が起こっていたことがわかる。

4. 結論

本研究では潮受堤防排水門の排水操作に合わせて採水調査を行い、ミキシングダイアグラムによって調整池からの物質負荷についての考察を行った。懸濁物質や測定限界以下となった三態窒素以外については、Stn A 表層の水質の変化は海水による排水の希釈で説明できることがわかった。全窒素、全リン、全有機炭素は佐々木ら(2003)が指摘するように、排水操作に伴う再懸濁の影響を受けていたが、それは大きいものではなかった。これらの結果から、懸濁物質を除く調整池からの負荷量を、調整池内の物質の濃度と排水量の積によって評価することは妥当であると考えられる。懸濁物質については同様の方法で推定することは難しいと考えられるが、排水門より沖側での再懸濁による「見かけの負荷」の影響も考えられるため、結論付けるにはより進んだ考察が必要であろう。

参考文献

九州農政局(2003)：短期開門調査報告書

九州農政局諫早湾干拓事務所(2008)：諫早湾干拓事業環境モニタリング結果のまとめ

佐々木克之、程木邦久、村上哲生(2003)：諫早湾調整池からの COD・全窒素・全リンの排出量および失われた浄化量の推定. 海の研究, 12(6), 573-591.



図 1 諫早湾調整池北部排水門

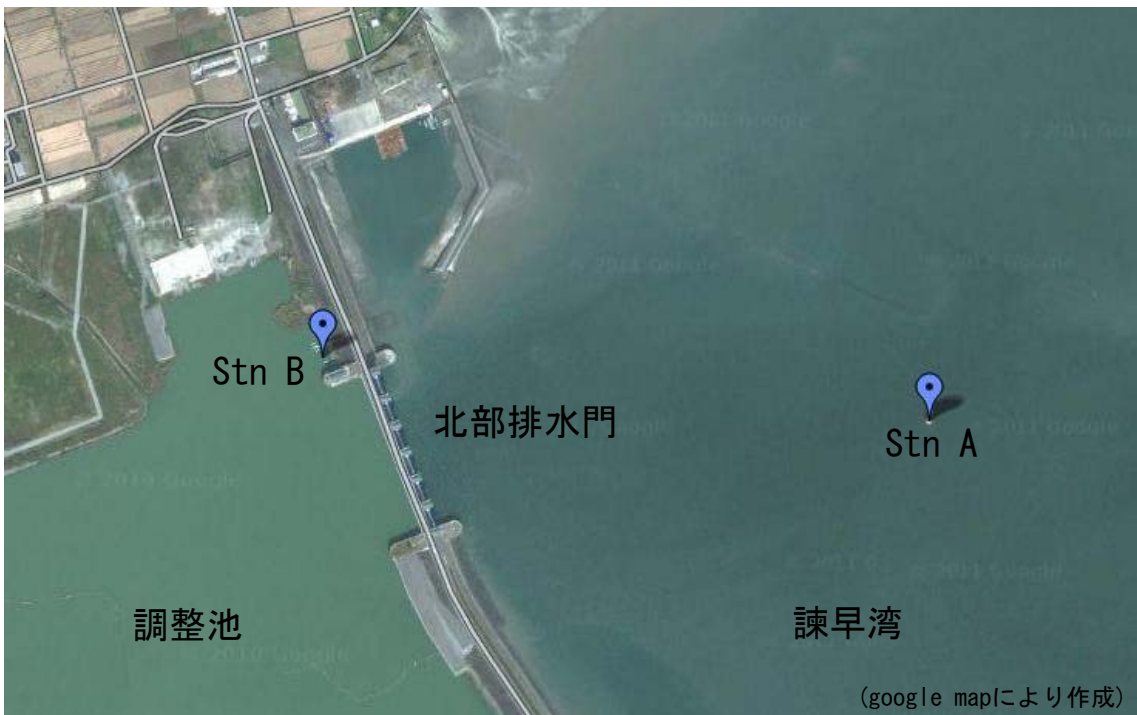


図 2 採水地点

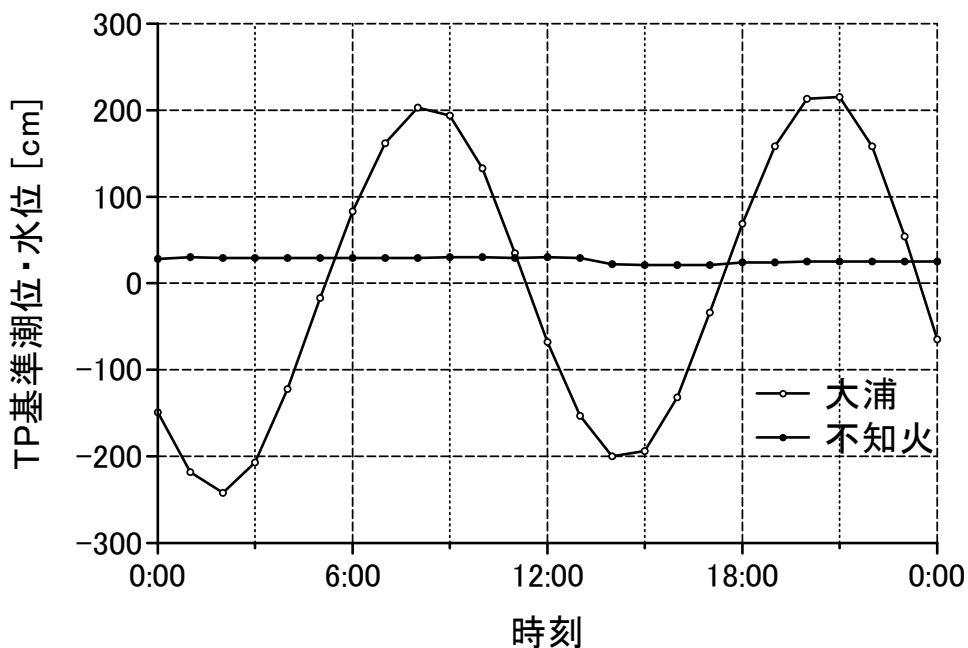


図 3 2011 年 3 月 18 日の大浦潮位（速報値）および不知火水位（暫定値）

表 1 2011 年 3 月 18 日の気象条件（長崎）

時	気圧(hPa)		降水量 (mm)	気温 (°C)	露点 温度 (°C)	蒸気圧 (hPa)	湿度 (%)	風向・風速(m/s)		日照 時間 (h)	全天 日射量 (MJ/m ²)		雪(cm)		天気	雲量	視程 (km)
	現地	海面						風速	風向		降雪	積雪					
1	1023.5	1028	--	2.4	-5.5	4.1	56	0.6	東北東								
2	1023.3	1027.8	--	3.6	-6.4	3.8	48	2	北北東								
3	1023	1027.5	--	4.2	-5.8	4	48	1.8	北北東						Ⓐ	2	25
4	1022.8	1027.3	--	4	-5.5	4.1	50	1.2	北								
5	1022.5	1027	--	3.4	-6.6	3.7	48	1.1	北東								
6	1022.8	1027.3	--	3.2	-4.5	4.4	57	1.9	北北東		0			Ⓒ	0+	25	
7	1023.3	1027.8	--	2.9	-5.5	4.1	54	0.9	東北東	0	0.03						
8	1023	1027.5	--	4.5	-4.5	4.4	52	0.7	北北東	0.4	0.47						
9	1023.3	1027.8	--	6.5	-4.9	4.3	44	1.9	北	1	1.25	--	--	Ⓓ	10-	25	
10	1023.5	1027.9	--	10	-3.6	4.7	38	2.4	南東	1	2.08						
11	1022.7	1027.1	--	10.7	-3.7	4.6	36	2.2	南東	1	2.44						
12	1022.5	1026.9	--	11.5	-6.8	3.7	27	1.3	南南西	1	2.96			Ⓔ	7	30	
13	1021.7	1026.1	--	12.7	-4	4.6	31	3.4	西南西	1	3.1						
14	1020.9	1025.3	--	13.2	-3.1	4.9	32	3.3	西南西	1	2.78						
15	1020.2	1024.6	--	12.3	-5.2	4.1	29	1.9	西南西	1	2.47	--	--	Ⓕ	10-	25	
16	1019.7	1024.1	--	12.4	-2.6	5	35	2.8	西南西	0.5	1.49						
17	1019.8	1024.2	--	11.6	-0.2	6	44	2.4	西北西	0	0.78						
18	1019.7	1024.1	--	11.3	1	6.6	49	1.2	西	0	0.22			Ⓖ	10-	30	
19	1019.8	1024.2	--	11	1.3	6.7	51	0.9	西南西	0	0.01						
20	1020.5	1024.9	--	10.9	1.7	6.9	53	0.8	南								
21	1020.6	1025	--	10.7	2.3	7.2	56	0.3	北東			--	--	Ⓖ	10-	30	
22	1020.3	1024.7	--	10.5	2.8	7.5	59	0.4	東								
23	1019.1	1023.5	0	10.5	2.8	7.5	59	1.4	南東								
24	1018.9	1023.3	--	11	4	8.1	62	1.6	東南東								

(気象庁ウェブページより転載)

表 2 採水作業タイムテーブル

時刻	作業地点	作業内容
11:50	Stn A	排水前採水
12:55	Stn A	排水後 1
13:10	Stn A	排水後 2
13:25	Stn A	排水後 3
13:40	Stn A	排水後 4
13:55	Stn A	排水後 5
14:00	Stn A	排水後 6
15:00	Stn B	調整池採水

表 3 水質分析項目

項目	記号
全窒素	TN
溶存態窒素	DN
アンモニア態窒素	NH ₄ -N
亜硝酸態窒素	NO ₂ -N
硝酸態窒素	NO ₃ -N
全リン	TP
溶存態リン	DP
リン酸態リン	PO ₄ -P
全有機炭素	TOC
溶存態有機炭素	DOC
懸濁物質	SS

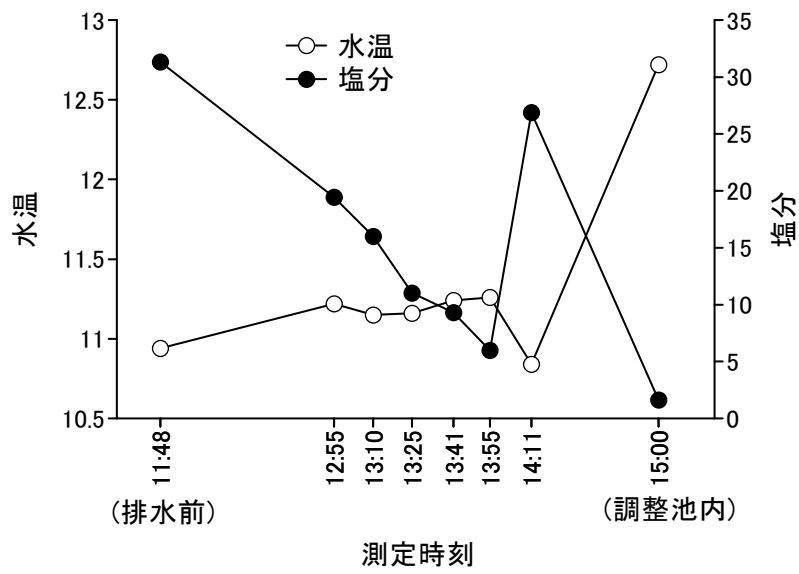


図 4 水面下 50cm の水温・塩分の変動

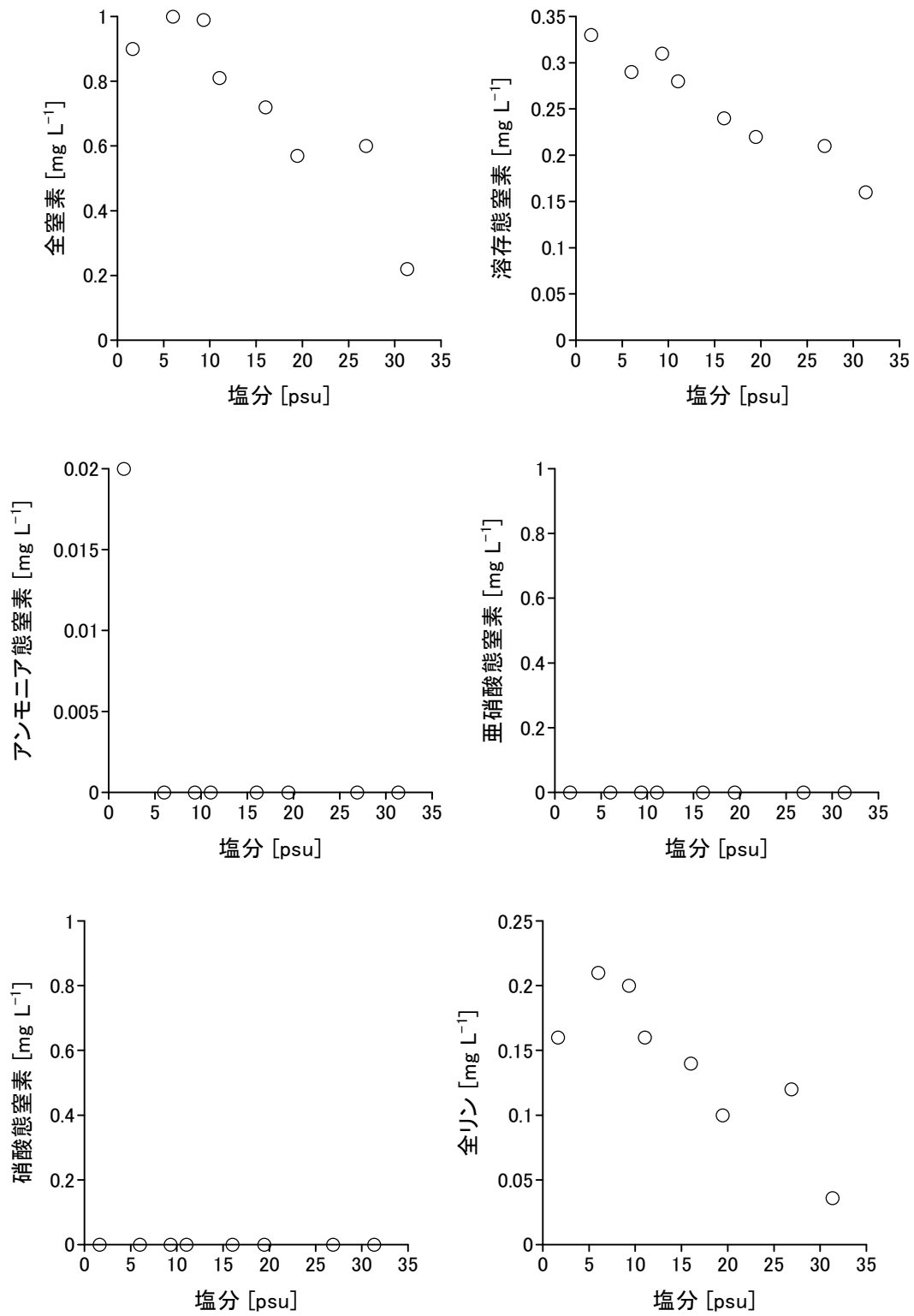


図 5 塩分とその他の水質項目についてのミキシングダイアグラム(1)

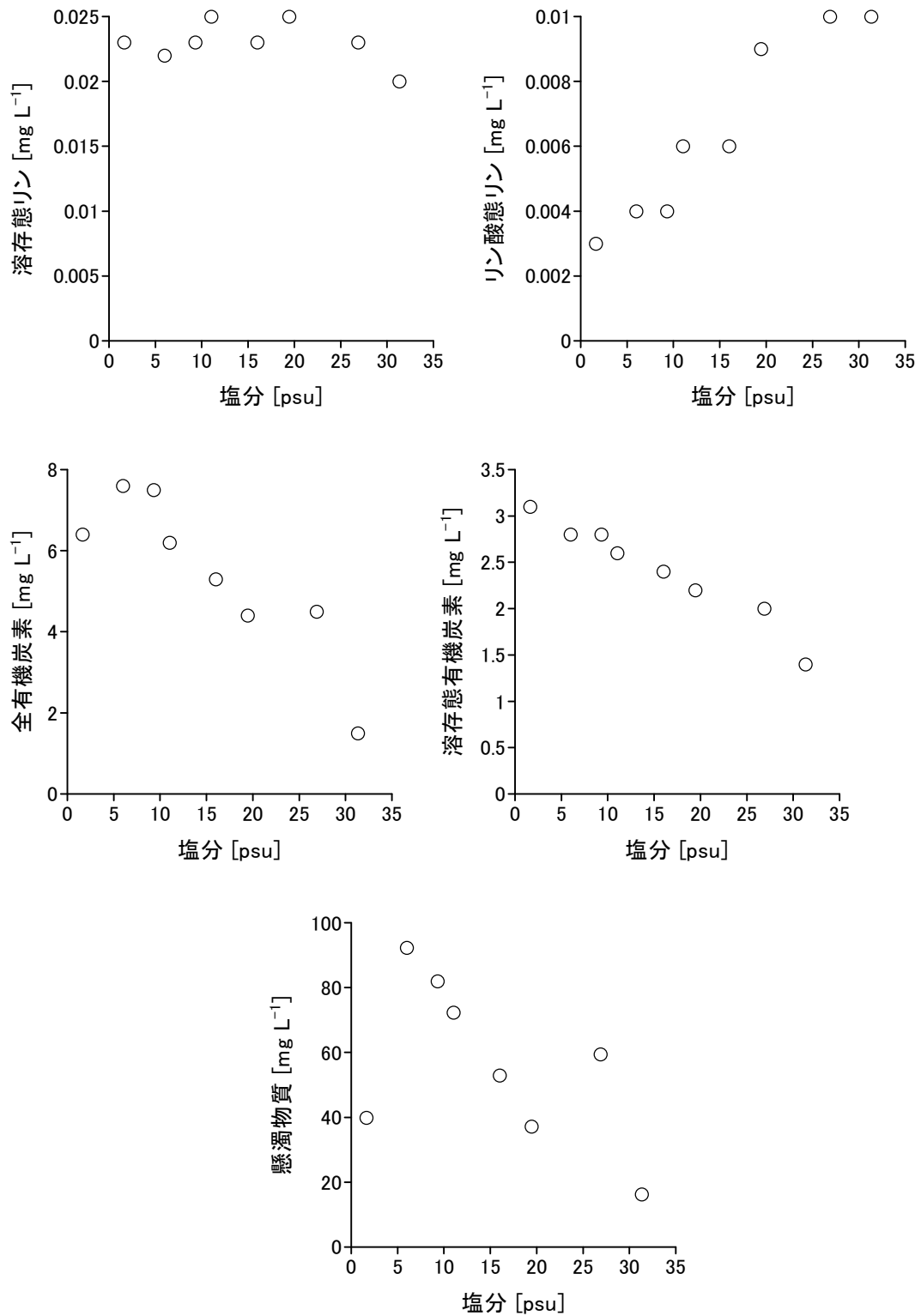


図 6 塩分とその他の水質項目についてのミキシングダイアグラム(2)